

**Nemzeti Közsolgálati Egyetem**

Hadtudományi Doktori Iskola

**Doktori (PhD) értekezés**

**Szantai Zsolt József alezredes**

**Budapest, 2024**

# **Nemzeti Közsolgálati Egyetem**

Hadtudományi Doktori Iskola

Szatai Zsolt József alezredes:

**A hagyományos- és rögtönzött robbanószerkezetek felderítése, és az ellenük  
való védekezés lehetőségei a műveleti környezetben**

Doktori (PhD) értekezés

Témavezető:

.....

**Dr. habil Horváth Tibor alezredes**

**Budapest, 2024**

# TARTALOMJEGYZÉK

<b>BEVEZETÉS</b> .....	<b>4</b>
A TÉMAVÁLASZTÁS INDOKLÁSA, A KUTÁSI PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA .....	5
A KUTATÓI HIPOTÉZISEK ÉS A KUTATÁS FŐBB CÉLKITŰZÉSEI .....	9
A KUTATÁSI MÓDSZEREK ISMERTETÉSE .....	13
SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	14
AZ ÉRTEKEZÉS SZERKEZETI FELÉPÍTÉSE .....	18
<b>1 FEJEZET A ROBBANÓANYAGOKKAL ÉS ROBBANÓSZERKEZETEKEL KAPCSOLATOS ALAPELVEK</b> .....	<b>20</b>
1.1 ROBBANÓANYAGOK .....	20
1.1.1 <i>Robbanóanyagokkal kapcsolatos alapelvek</i> .....	20
1.1.2 <i>Primer robbanóanyagok</i> .....	23
1.1.3 <i>Szekunder robbanóanyagok</i> .....	24
1.1.4 <i>Tolóhatású robbanóanyagok</i> .....	25
1.1.5 <i>Pirotechnikai elegyek</i> .....	26
1.1.6 <i>Nem robbanóanyag célú keverékek</i> .....	27
1.2 ROBBANÓSZERKEZETEK.....	29
1.2.1 <i>Robbanószervezetekkel kapcsolatos alapelvek</i> .....	29
1.2.2 <i>Katonai és rendészeti felhasználású robbanószervezetek</i> .....	30
1.2.3 <i>Polgári (ipari) felhasználású robbanószervezetek</i> .....	38
1.2.4 <i>Rögtönzött robbanószervezetek</i> .....	39
1.3 RÉSZKÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK .....	44
<b>2 FEJEZET A ROBBANÓSZERKEZETEK FELDERÍTÉSÉNEK TÖRTÉNETE</b> .....	<b>47</b>
<b>3 FEJEZET A ROBBANÓSZERKEZETEK FELDERÍTÉSÉNEK ALAPELVEI, A FELDERÍTÉSHEZ ALKALMAZHATÓ ESZKÖZÖK ÉS MÓDSZEREK</b> .....	<b>76</b>
3.1 A ROBBANÓANYAGOK ÉS ROBBANÓSZERKEZETEK FELDERÍTÉSÉNEK ALAPELVEI 81	
3.1.1 <i>A robbanóanyagok érzékelésének alapelvei</i> .....	81
3.1.2 <i>A robbanószervezetek felderítésének alapelvei</i> .....	85
3.2 A ROBBANÓSZERKEZETEK FELDERÍTÉSÉHEZ ALKALMAZOTT ESZKÖZÖK ÉS MÓDSZEREK.....	87
3.2.1 <i>A biztonságot fokozó intézkedések és megelőző rendszabályok</i> .....	87
3.2.1.1 <i>A biztonságot fokozó intézkedések</i> .....	87
3.2.1.2 <i>A magatartás aknaveszélyes területen</i> .....	92
3.2.1.3 <i>A C-IED feladatrendszer</i> .....	96
3.2.2 <i>A robbanóanyag érzékelése útján történő felderítés</i> .....	101
3.2.2.1 <i>Robbanóanyag tömeg érzékelése</i> .....	101
3.2.2.2 <i>A robbanóanyag nyom érzékelése</i> .....	117
3.2.3 <i>A robbanótest érzékelése útján történő felderítés</i> .....	140
3.2.3.1 <i>Fizikai alapon működő felderítési módszerek</i> .....	140
3.2.3.2 <i>Mechanikai alapon működő felderítési módszerek</i> .....	155
3.2.3.3 <i>Optikai úton történő felderítési módszerek</i> .....	176
3.3 ÖSSZEGLÉS, RÉSZKÖVETKEZTETÉSEK.....	178
<b>4 FEJEZET A MAGYAR HONVÉDSÉGBEN RENDSZERESÍTETT KISMÉLYSÉGŰ AKNAKUTATÓ MŰSZEREK ÉS ROBBANÓANYAG-KERESŐ KUTYÁK ÖSSZEHASONLÍTÓ ÉS HATÉKONYSÁGVIZSGÁLATA</b> .....	<b>180</b>
4.1 AZ ÁLLATOKKAL TÁMOGATOTT FELDERÍTÉSI MÓDSZEREK .....	180
4.2 A HATÉKONYSÁGI- ÉS ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATOK ISMERTETÉSE.....	196
4.3 A VIZSGÁLATOK MÓDSZERTANA, A VÉGREHAJTÁS ALAPELVEI .....	197

4.4	A ROBBANÓANYAG-KERESŐ KUTYÁK HATÉKONYSÁGVIZSGÁLATA .....	199
4.4.1	<i>A hatékonyságvizsgálatok ismertetése</i> .....	200
4.4.2	<i>A vizsgálati mérések eredményei:</i> .....	203
4.4.3	<i>A vizsgálati eredmények összesítése és azok értékelése:</i> .....	207
4.5	A KISMÉLYSÉGŰ AKNAKUTATÓ MŰSZEREK ÉS A ROBBANÓANYAG-KERESŐ KUTYÁK ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA .....	215
4.5.1	<i>Az összehasonlító vizsgálatok ismertetése</i> .....	215
4.5.2	<i>Az összehasonlító vizsgálat során alkalmazott eszközök és mért eredmények:</i> .....	216
4.5.3	<i>A vizsgálati eredmények összesítése és azok értékelése</i> .....	218
4.5.4	<i>A vizsgálatok biztonsági, környezetvédelmi és etikai tényezői</i> .....	223
4.6	ÖSSZEZÉS, RÉSZKÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK .....	223
<b>A TEREPKUTATÁS SZAKKIKÉPZÉS TÁRGYKÖREINEK TARTALMA ÉS ÓRASZÁMA .....</b>		<b>226</b>
1.	TÁRGYKÖR: ALAPISMERETEK.....	226
2.	TÁRGYKÖR: TEREPKUTATÁSI GYAKORLATOK.....	226
3.	TÁRGYKÖR. ELLENŐRZŐ-FELMÉRŐ FOGLALKOZÁSOK.....	227
<b>ÖSSZEZÉS, KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK, ELÉRT EREDMÉNYEK, TOVÁBBI KUTATÁST IGÉNYLŐ TERÜLETEK .....</b>		<b>229</b>
ÖSSZEZÉS, KÖVETKEZTETÉSEK.....		229
A KUTATÁSI CÉLKITŰZÉSEKKEL KAPCSOLATOS HIPOTÉZISEK VIZSGÁLATA: .....		230
A KIDOLGOZÁS SORÁN ELÉRT ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK .....		231
JAVASLATOK ÉS AJÁNLÁSOK A KUTATÁSI EREDMÉNYEK ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGE232		
TOVÁBBI KUTATÁST IGÉNYLŐ TERÜLETEK .....		234
<b>A HIVATKOZOTT IRODALOM JEGYZÉKE .....</b>		<b>235</b>
1.	MELLÉKLET – ÁBRÁK ÉS TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE.....	250
2.	MELLÉKLET – ALKALMAZOTT RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE.....	255
3.	MELLÉKLET – A SZERZŐ TÉMAKÖRI PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉKE.....	257
4.	MELLÉKLET – VIZSGÁLATI LAP .....	260
5.	MELLÉKLET – ÖSSZEFOGLALÓ TÁBLÁZAT .....	262
6.	MELLÉKLET – TÁRSSZERZŐI NYILATKOZATOK .....	281
7.	MELLÉKLET – ZÁRÓ GONDOLATOK, KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	284

## BEVEZETÉS

*„Minden hadseregnek feltétlenül ismernie kell a tűz alkalmazásának öt változatát, s tudni kell védekezni is ellene.”<sup>1</sup>*

SZUN-CE

Az emberiség történelmét bátran nevezhetjük a háborúk történelmének. Különösen igaz ez az állítás a XX. századra, ahol nem múlt el év fegyveres konfliktus nélkül.<sup>2</sup> Az ember történelme során folyamatosan fejlesztette harceszközait és eljárásait. Ismert az ősi legenda Prometheusról, aki ellopta a tüzet az istenektől, hogy átadja azt az embereknek. Ebben a mítoszban távoli őseink előre láthatták, hogy az emberiség növekedésének a kulcsa a tűz irányításában rejlik. Hiszen aki uralni tudja az erejét, az előnyre tesz szert másokhoz képest. Ugyanezt gondolhatták a robbanóanyagokról is, hiszen azok feltalálása óta igen hosszú idő telt el és megszámlálhatatlan esetben alkalmazták azokat az emberiség javára és ellene is. A felfedezés vagy gyártás során bekövetkezett véletlen robbanások egyértelműen bizonyították ezen anyagok „bűvös erejét”. Annak ellenére, hogy hosszú időn keresztül vallási ünnepeken csak tűzijátékként használták azokat, rájöttek arra is, hogy másra is felhasználhatók.<sup>3</sup> A robbanóanyagok tulajdonságainak rendszerbe foglalt tudatos felhasználása eredményezte a robbanószerkezetek létrejöttét.

Gyakorlati tapasztalatok igazolták, hogy a robbanószerkezetek kiválóan alkalmazhatók nem csak a védelmi, hanem a támadó műveletek során is. Ezen eszközök ilyen irányú és nagy mennyiségű katonai alkalmazása megváltoztatta a hadművészet jellegét. Gondoljunk csak a II. Világháború eseményeire, ahol az alkalmazott robbanószerkezetek mennyisége, és azok változatossága soha nem látott méreteket öltött<sup>4</sup>, és napjainkban már elképzelhetetlen bármilyen katonai művelet ezen eszközök nélkül.

A robbanószerkezetek alkalmazásával egyidőben megfogalmazódott az azok elleni védekezésre való igény is, hiszen a szembenálló felek egyik célja volt a saját csapatok túlélőképességének fokozása, ilyen értelmezésben a robbanószerkezetek felderítésének története közel azonos idejű a robbanószerkezetek hadi alkalmazásának történetével.

---

<sup>1</sup> SZUN-CE (é. n.): A hadviselés törvényei. Ford. TÓKEI Ferenc(1963) In: A hadművészet ókori klasszikusai. Budapest: Zrínyi Katonai Kiadó, 234.

<sup>2</sup> A Modern Haditechnika Enciklopédiája (2001). Budapest: Guliver Kiadó, 7.

<sup>3</sup> SZABÓ Sándor - TÓTH Rudolf (2012): Építmények robbantásos cselekmények elleni védelmének növelési lehetőségei. Műszaki Katonai Közlöny, XXII. évf. 2012. különszám, 14.

<sup>4</sup> HORVÁTH Tibor (2018) : Magyarország akna- és lőszermentesítésének története, A kezdetek 1944-1948. Műszaki Katonai Közlöny, XXVIII.évf. 68.

A XX. század második felétől napjainkig a robbanószerkezetek alkalmazásában óriási fejlődés tapasztalható. Napjainkban mind az alkalmazásuk, mind pedig az ellenük való védekezés eszköztárában megtalálhatóak a legmodernebb technikai eszközök. Sajnálatos azonban, hogy a tömegesen alkalmazott robbanószerkezetek a katonai konfliktusok befejezését követően sok esetben a területen maradnak, ezzel megnehezítve vagy ellehetetlenítve a konfliktus utáni újrakezdést és a fenntartható fejlődést. E robbanásveszélyes eszközök - ideértve az aknákat, lőszerket, robbanószerkezeteket, harcanyagokat, a háború egyéb robbanóanyag-maradványait, valamint a rögtönzött robbanószerkezeteket<sup>5</sup> - a katonai műveletek alatt veszélyt jelentenek a műveletekben részt vevő katonákra, illetve a katonai cselekmények befejezését követően veszélyeztetik a polgári lakosság biztonságát, ezért felderítésük és semlegesítésük kulcsfontosságú.

Az utóbbi évtizedek másik fontos változása, hogy a robbanószerkezetek jelentette veszély már nem csak a katonai konfliktusokban és azt követően jelenik meg, hanem a terrorizmus révén a mindennapi életünk részévé vált. E megváltozott biztonsági környezetben a robbanószerkezetek felderítése más megközelítésbe került. Az esetek többségében a robbanószerkezet felderítés már nem kizárólag a katonai gyakorlat szerinti mozgástámogatás részeként, vagy a területek megtisztításakor játszik szerepet, hanem preventív céllal, egy valószínűsíthető cselekmény bekövetkezését is meggátolni hivatott.

#### A TÉMAVÁLASZTÁS INDOKLÁSA, A KUTÁSI PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA

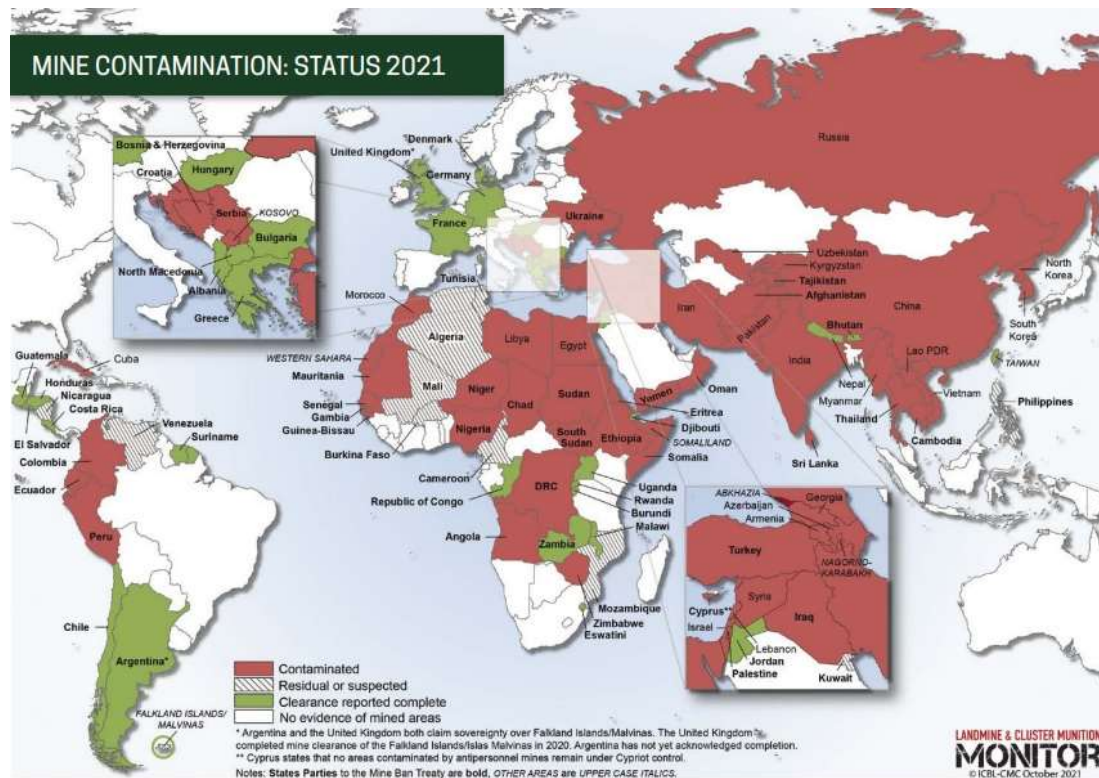
Az elmúlt 20 évben, csak a hátrahagyott aknák több mint 130 000 polgári áldozatot szedtek világszerte.<sup>6</sup> A területek robbanószerkezetektől történő megtisztítása óriási kihívást jelent a katonai kötelékek, és a feladatot támogató egyéb szervezetek számára, mivel ezen eszközök gyújtószerkezetei az idő előrehaladtával veszíthetnek biztosítóképességükből, illetve az általuk birtokolt területek egyre inkább megközelíthetlenné válhatnak.<sup>7</sup>

---

<sup>5</sup> Rögtönzött robbanószerkezet, angolul *Improvised Explosive Device*, angol rövidítése *IED*. Értekezésemben a továbbiakban az IED rövidítést alkalmazom.

<sup>6</sup> Landmine Monitor Report (2019: 21. Annual Edition, International Campaign to Ban Landmines – Cluster Munition Coalition (ICBL-CMC), 55.

<sup>7</sup> SZATAI Zsolt József (2019): Aknák, aknamezők felderítési lehetőségei, Műszaki Katonai Közlöny, 29. évf., 4. szám, 46.



1. ábra: A világ aknaszennyezettsége 2021-ben.

Forrás: *Landmine Monitor Report (2021): 23. Annual Edition, International Campaign to Ban Landmines – Cluster Munition Coalition (ICBL-CMC), 85.*

Az egyre magasabb szintű gyártási és minőség ellenőrzési követelmények ellenére a lőszergyártók alapesetben 10 %-os meghibásodási valószínűséggel számolnak. Ez a meghibásodási arány az Egyesült Nemzetek Szervezete<sup>8</sup> jelentései szerint, a kazettás lőszeres esetében elérheti a 30-50 %-ot is.<sup>9</sup> A robbanó háborús maradványok<sup>10</sup> veszélyessége számos változótól függ, azonban kijelenthető, hogy a területek biztonságossá tétele érdekében azok felderítése kulcsfontosságú.

Az utóbbi években új követelményként jelent meg, hogy az ERW-t a biztonság figyelembevételével, a környezetvédelmi szempontokat is előtérbe helyezve leginkább nem invazív módon kell felderíteni és megsemmisíteni. Ennek érdekében a feladatban érintett

<sup>8</sup> Egyesült Nemzetek Szervezete, angolul *United Nations*, angol rövidítése *UN*, magyar rövidítése *ENSZ* Értekezésemben, a továbbiakban az ENSZ kifejezést alkalmazom

<sup>9</sup> International Mine Action Standard (IMAS) 09.11., First Edition, Battle Area Clearance (BAC), United Nations Mine Action Service (UNMAS), New York, 2020, p. 1.

<sup>10</sup> A nemzetközi katonai terminológiában gyakran használt gyűjtőfogalom, angolul *Explosive Remnants of War*, angol rövidítése *ERW*, az aknák kivételével a háború során használt gyújtóanyagokat, amelyek a katonai konfliktus lezárulása után a területen maradnak. Ide tartoznak a fel nem robbant tüzérségi lövedékek, aknavetőgránátok, kézigranátok, rakéták, repülő bombák és kazettás lőszeres. A nemzetközi jog meghatározásai szerint az ERW magába foglalja a fel nem robbant szerkezeteket, elhagyott robbanószerkezeteket és robbanóanyagokat is.

nemzetközi szervezetek és a biztonsági szegmens más résztvevői olyan irányú fejlesztéseken dolgoznak, amelyek mindenoldalúan megfelelnek e követelményeknek. A fejlesztések eredményeképpen egyre modernebb technikai eszközök jelennek meg az azokat alkalmazó kötelékeknel, azok megjelenése pedig új eljárásrendek bevezetését, továbbá a katonai szabályzatok átdolgozását és a kapcsolódó szakkiképzési rendszer átalakítását is szükségessé teszi.

A robbanószerkezetek okozta veszély azonban már nem kizárólag a műveleti területen szolgáló katonai kötelékek feladataira van hatással, hanem attól távol, az emberek mindennapi életét is befolyásolja, hiszen több mint három évtizeddel a kétpólusú világ felbomlása, és több mint 20 évvel a 9/11<sup>11</sup> után, a terrorcselekmények indítékául szolgáló okok nem szűntek meg. A különböző szélsőséges csoportok céljaik végrehajtása érdekében egyre inkább megtalálják a kapcsolatot a szervezett bűnözői körökkel, legyen az gazdasági, társadalmi, etnikai vagy vallási szélsőségektől vezérelt.

Az elmúlt évtizedben a világ különböző részein végrehajtott terrortámadások nagyszámú<sup>12</sup> civil áldozatot követeltek, és jelentős infrastrukturális károkat okoztak.<sup>13</sup> Az alkalmazott módszerek fejlődése jól áttekinthető az elmúlt egy évtizedben végrehajtott cselekmények tanulmányozásával. Ezen időszakot a terrorcselekmények, és az arra adott válaszok folyamatos, egymással kölcsönhatásban fejlődő folyamata jellemezte. Annak ellenére, hogy a korábban elsőszeretettel használt rögtönzött robbanószerkezeteket - az azok előállítását és alkalmazását nehezítő egyre szigorúbb kormányzati biztonsági intézkedések miatt - sok esetben más módszerek váltották fel, alkalmazásuk még mindig az első helyen áll, hiszen a robbanószerkezetek sajátosságaikból adódóan képesek rövid idő alatt sok áldozattal és nagy anyagi kárral járó veszteség okozására. Mindezek hatására a közelmúltban a biztonságot fenyegető kihívások és veszélyek kezelésének érdekében a belügyi szervek mellett több országban - köztük Magyarországon is - katonai erő került alkalmazásra. A feladatban résztvevő katonák számára a hagyományostól eltérően, saját lakókörnyezetük vált műveleti környezetté, és a feladatok végrehajtásának sikerét olyan eljárásrendek alkalmazásával biztosítják, melyekre korábban csak az otthonuktól távol lévő műveleti területeken került sor.

---

<sup>11</sup> 2001. szeptember 11-én 8:46-kor az American Airlines 11-es járata a World Trade Center északi tornyába ütközött, majd 9:03-kor a United Airlines 175-ös járata becsapódott a déli toronyba. 09:37-kor az American Airlines 77-es járata a Pentagon épületébe csapódott, míg a United Airlines 93-as járata a pennsylvaniai Shanksville közelében a földbe fűrődött.

<sup>12</sup> 2011 és 2016 között a világon végrehajtott 7 223 terrortámadásban összesen 109 696 fő civil veszítette életét vagy sérült meg. In: Improvised Explosive Device (IED) Monitor Report (2017) Action on Armed Violence (AOAV), London, 1.

<sup>13</sup> U. o.: 5.



Mindeközben nem csökkent a katonai kötelékek szövetségi szerepvállalásból adódó válságövezetekben történő alkalmazása sem.

Az elmúlt évtizedek katonai konfliktusait elemezve megállapítható, hogy a katonai kötelékek számára az egyik legnagyobb kihívást a hagyományos és a rögtönzött robbanószerkezetek által jelentett veszély és az arra történő reagálás jelenti. A rögtönzött robbanószerkezetek elleni tevékenységekre történő felkészítés 2005-től kiemelt szerepet kapott a Magyar Honvédség<sup>14</sup> kiképzési rendszerében.<sup>15</sup> Azonban a különböző katonai kötelékek személyi állománya - tekintettel azok esetenként eltérő feladatrendszerére és alkalmazási területére – eltérő szintű felkészítést kapott. De minden esetben elmondható, hogy az eljárásrendek kialakításának egyik fontos alapja - felismerve a veszélyforrások időben történő észlelésének fontosságát - az eszközök felderítése és annak esetleges előtalálása esetén, az arra történő helyes viselkedési forma és cselekvési változatok megvalósítása volt.

Mindeközben a műveleti területen a rögtönzött robbanószerkezeteket készítő és alkalmazó szervezetek, illetve személyek, céljaik elérése érdekében technikai és taktikai ismereteiket folyamatosan fejlesztették, ezáltal újabb felderítési eszközök és eljárások kifejlesztésére, illetve bevezetésére ösztönözve a területen szolgáló katonai kötelékeket. Így mindkét fél részéről kialakult egyfajta versenyfutás a cél elérése érdekében. A nemzetközi feladatok végrehajtása során bekövetkezett balesetek és halálesetek szintén a figyelem középpontjába helyezték a robbanószerkezetek felderítésének fontosságát.

A rögtönzött robbanószerkezetek okozta veszély mellett nem szabad arról sem megfeledkezni, hogy a hagyományos robbanószerkezetek okozta veszélyek szintén megjelennek, megjelenhetnek a műveleti környezetben. A katonai cselekményből visszamaradt hadianyagok, a fel nem robbant lövedékek, illetve az aknásított területek ugyancsak veszélyeztetik a katonák biztonságát, és kihatással vannak azok feladatvégrehajtásra, illetve akadályozzák a katonai kötelékek mozgásszabadságát. Mindezek alapján megállapítható, hogy a robbanószerkezetek felderítése és az azok elleni védekezés kiemelt fontosságú az erők megóvása<sup>16</sup> érdekében.

---

<sup>14</sup> A Magyar Honvédség hivatalos rövidítése MH. Értekezésemben a továbbiakban az MH rövidítést alkalmazom

<sup>15</sup> SZATAI Zsolt József (2018) A rögtönzött robbanószerkezetek elleni harc képességének létrehozása a Magyar Honvédségben, Felderítő Szemle, XVII. évfolyam, 86.

<sup>16</sup> Az erők megóvása, angolul *Force Protection*, angol rövidítése *FP*, a továbbiakban *FP*. Olyan intézkedéseket és eszközöket foglal magában, amelyek célja a személyi állomány, a létesítmények, berendezések, anyagok és műveletek elleni veszélyek csökkentése, ezáltal a cselekvési szabadság és a működési hatékonyság megőrzése a küldetés sikerének érdekében. In: NATO Standard AJP-3.14 Allied Joint Doctrine for Force Protection, edition A, version 1, NATO Standardization Office (NSO), 2015, 1-1.

A kutatási probléma onnan eredeztethető, hogy annak ellenére, hogy az MH nagymértékű tapasztalattal rendelkezik a hagyományos és a rögtönzött robbanóeszközök felderítése terén, azok elemzése és rendszerező feldolgozása napjainkig nem történt meg.

Ennek okán a téma tudományos kutatása hiányterületként jelenik meg. Részében ugyan a képesség megtalálható egyes katonai szervezeteknél, bizonyos szintű elméleti tudás és gyakorlati tapasztalat formájában, de azok egységes, átfogó értelmezése és rendszerbe foglalása, illetve a képességek szinkronizációja összességében hiányzik.

A robbanószerkezet felderítő képesség jelenleg csak részlelemben jelenik meg az MH katonai szervezeteinél. A részlelemek egymástól függetlenül kerültek felállításra. Egyes esetekben állandó jelleggel szakalegységek elemeként, de több esetben csak egy ideiglenes alkalmi kötelék részeként egy adott időszakra és feladatra hozták létre. Mindezek miatt az ilyen irányú hazai és külföldi tapasztalatok csak részeikben kerültek beépítésre a felkészítések rendszerébe, és olyan elemzés, mely az alkalmazott eszközöket vagy eljárásrendeket hasonlítja össze ez idáig nem készült. A kutatás újszerűsége abban rejlik, hogy az eddigi tapasztalatok, valamint a szakterületen alkalmazható technikai eszközök és módszerek adatainak összegyűjtésével, azok elemzésével és összehasonlításával az MH merőben új információhoz jut, ezek alapját képezhetik egy robbanószerkezet felderítői képesség kialakításának, hozzájárulhatnak az ilyen irányú szakkiképzési ágak vagy területek kiképzési programjainak szükség szerinti átalakításához, és növelhetik a robbanószerkezetekkel szennyezett területen szolgáló, vagy azok felderítésében résztvevő személyi állomány biztonságát.

## A KUTATÓI HIPOTÉZISEK ÉS A KUTATÁS FŐBB CÉLKITŰZÉSEI

A robbanóanyagokkal és robbanószerkezetekkel foglalkozó szakterület sokszínűsége, illetve a téma összetettsége és szerteágazósága miatt, a terület teljes, részletes, mindenre kiterjedő vizsgálata egyetlen tanulmányban nem kivitelezhető, ezért a kutatási témával kapcsolatos ismeretek összegyűjtését, azok feldolgozását és elemzését kizárólag a szárazföldi műveletekhez kapcsolódó robbanószerkezetek felkutatására korlátoztam. Ennek megfelelően, értekezésemben nem ismertetem a folyó- és állóvizek felderítéséhez kapcsolódó eljárásokat, annak ellenére sem, hogy az MH rendelkezik egy Hadihajós Alosztállyal, amelynek fő feladatai közé tartozik a magyarországi folyó- és állóvizek akna- és lőszermentesítésében való részvétel. Ugyanis, az MH 1. Tűzszerész és Folyamőr Ezred<sup>17</sup> tűzszerész statisztikáit<sup>18</sup> elemezve

---

<sup>17</sup> Az MH 1. Tűzszerész és Folyamőr Ezred hivatalos rövidítése MH 1. tűzsz. és foó. e.. Értekezésemben a továbbiakban MH 1. tűzsz. és foó. e. rövidítést alkalmazom.

<sup>18</sup> Az MH 1. tűzsz. és foó. e. és jogelőd szervezeteinél 1984 óta vezetnek statisztikát az előtalált robbanótestekről.

megállapítható, hogy az elmúlt években a természetes vizekben előtalált robbanószerkezetek átlagos mennyisége nem éri el az éves bejelentések 0,5%-át<sup>19</sup>, de még egyes nagyon kiemelkedő években<sup>20</sup> is azok mennyisége 5% alatt marad. Továbbá megállapítható, hogy a magyarországi élővizekben előtalált robbanószerkezetek többségében nem katonai műveletekhez kapcsolódóan, és nem célirányos felderítési módszerek alkalmazásával kerültek elő, hanem azok elhelyezkedése pusztán a folyók és tavak alacsony vízállása miatt<sup>21</sup> vált láthatóvá.

Továbbá figyelembe véve az MH felépítését és a katonai szervezetek jelenlegi, illetve várható feladatrendszerét, nem ismertetem a tengerészeti műveletekhez kapcsolódó robbanószerkezetek felderítésének lehetőségeit, illetve a légierő által alkalmazott hagyományos és pilóta nélküli légijárművekről történő a témához kapcsolódó felderítési eljárásokat sem.

Ugyancsak nem tárgyalom a vegyi-, biológiai-, radiológiai- és nukleáris<sup>22</sup> anyagokat tartalmazó robbanószerkezetek felderítését sem, tekintettel arra, hogy azok felderítése önálló szakterületként, illetve önálló kutatási témaként értelmezhető.

A kutatott tudományos problémákat, a kutatómunkám céljait, valamint a kutatásom eredményeinek megfogalmazását az alábbi kutatói hipotézisek motiválták, illetve határozták meg:

1. A robbanószerkezetek elleni harcra<sup>23</sup> fordított erőfeszítés az MH-ban az utóbbi évtizedben komoly előrelépést mutat, ugyanakkor ez a fejlesztés csak egyes részterületeket foglal magába, és a hagyományos-, illetve rögtönzött robbanószerkezetek felderítése nem hangsúlyos. Feltételezhető, hogy a robbanószerkezetek felépítésének és alkalmazási elveinek tanulmányozásával megállapítható azon eszközök köre, amely kiemelt veszélyforrásként jelennek meg a katonai műveletek során.

---

<sup>19</sup> 2016-ban 2069 bejelentésből, mindösszesen 7 db kapcsolódott a Duna folyamterületéhez, de 2017-ben is az 1955 éves bejelentésből, csak 5 db volt ehhez a területhez köthető. Forrás: Az MH 1. tüzsz. és főő. e. statisztikai adatbázisa.

<sup>20</sup> Például 2018-ban az évi 2000 bejelentésből 95 db volt a Duna folyamszakaszaihoz köthető, de ezen belül is az előtalált robbanótestek nagy része nem a vízben került elő, hanem a parton és a parti védőművek területén. Az egyéb folyószakaszok, illetve a tavak területéről érkezett bejelentések száma az éves bejelentések mennyiségéhez képest nem jelentős.

<sup>21</sup> EMBER István (2019): A dunai alacsony vízállások tüzserész tapasztalatai 2018-ban, Műszaki Katonai Közlöny, 29. évfolyam, 3. szám, 67.

<sup>22</sup> A kifejezés angolul *Chemical, Biological, Radiological and Nuclear*, angol rövidítése *CBRN*. Értekezésemben a továbbiakban a CBRN rövidítést alkalmazom.

<sup>23</sup> Robbanószerkezetek elleni harc, angolul *Explosive Ordnance Defence*, angol rövidítése *EODef*. Értekezésemben a továbbiakban az EODef rövidítést alkalmazom.

2. A robbanószerkezetek felderítéséhez alkalmazható eszközöket és eljárásokat sok esetben a katonai alkalmazástól eltérően használják. Például kereskedelmi repülőterek, vagy kiemelt polgári rendezvények biztosítási feladatai során. Ezért különösen fontos ezen módszerek és eljárások lehetséges katonai alkalmazási lehetőségének vizsgálata. Feltételezem, hogy a felderítési lehetőségek összegyűjtésével, az alkalmazható módszerek és eljárások egységes rendszerbe foglalásával jelentős előre mozdulás érhető el ezen a területen. Továbbá az eljárások átfogó vizsgálatával, az alkalmazásuk előnyeire és hátrányaira, valamint katonai alkalmazhatóságára irányuló elemzéssel biztosítható, hogy az adott katonai művelethez leginkább illeszkedő felderítési módszer kerüljön alkalmazásra.
3. A robbanóanyagok, valamint a robbanószerkezetek hatékonyabb felderítése érdekében - biztonsági környezet változásának hatására – az elmúlt években számos új technikai eszközt fejlesztettek ki és állítottak rendszerbe. Azonban a legújabb eszközök és módszerek alkalmazása nem minden esetben váltotta be a hozzá fűzött reményeket, így több esetben a korábban alkalmazott eszközök és eljárásrendek ismételt bevezetésére volt szükség. A technikai eszközök folyamatos fejlesztése mellett több esetben célszerűnek bizonyult, az egyszerűbb rendszerek alkalmazása, illetve az eljárások megfelelő szintű kombinációja. Feltételezem, hogy egyes eszközök és eljárások valós hatékonyságának megállapítása érdekében elvégzett hatékonyság vizsgálat, illetve összehasonlító vizsgálat eredményeinek elemzésével növelhető a robbanószerkezetek felderítési hatékonysága a katonai műveletek során.
4. A rögtönzött robbanószerkezetek elleni tevékenységek<sup>24</sup> alapjainak megismerése, és az alapvető tevékenységi rendre történő felkészülés kiemelt fontosságú terület a kiképzések során. Ugyanakkor a szakkiképzések során az IED- k felderítésére nem minden esetben fordítanak kellő figyelmet. A tapasztalatok alapján megállapítható, hogy általában csak a bekövetkezett veszteség után kerül előtérbe a felderítés fontossága. Feltételezem, hogy az IED felderítési lehetőségek rendszerezésén és átfogó vizsgálatán alapuló kiképzés korszerűsítési javaslatokkal a személyi veszteségek megelőzhetőek vagy csökkenthetőek.
5. A kutatási témához kapcsolódó szakirodalom tanulmányozása közben megállapítottam, hogy az ahhoz kapcsolódó terminológia sok esetben nem egységes,

---

<sup>24</sup> Rögtönzött robbanószerkezetek elleni tevékenységek, angolul *Countering Improvised Explosive Devices*, angol rövidítése *C-IED*, értekezésemben a továbbiakban a C-IED rövidítést alkalmazom.

továbbá a nemzetközi szabályzóknál alkalmazott kifejezések magyar nyelven történő használata, sok esetben azok tükörfordításából adódóan kissé magyartalan, vagy nem fejezi ki pontosan annak valós tartalmát. Feltételezem, hogy a szakkifejezések pontosításával, azok egységes alkalmazásával és fogalmi, tartalmi meghatározásával bővíthető a magyar katonai kifejezés és szókészlet.

A kutatás során összegyűjtött robbanóanyag- és robbanószerkezet felderítő módszerek és eljárások elemzésével, rendszerbe foglalásával és alkalmazási lehetőségeinek vizsgálatával olyan tanulmány kialakítását tűztem ki célul, amely a későbbiekben segítséget nyújthat szakmai kézikönyvek, szabályzatok, jegyzetek és segédletek elkészítéséhez, továbbá megfelelő alapot biztosíthat egy robbanószerkezetek elleni harc keretein belül egy esetlegesen kialakítandó felderítő-tűzszerész<sup>25</sup> kiképzési rendszer<sup>26</sup> létrehozásához. Úgy gondolom, hogy az előzőekben ismertetett indokok kellőképpen alátámasztják, hogy miért választottam értekezésem témájául a hagyományos- és rögtönzött robbanószerkezetek felderítését, amelyhez az alábbi fő kutatási célokat határoztam meg:

- Megvizsgáljam a hagyományos és rögtönzött robbanószerkezetek által a műveletekben résztvevő katonákra leselkedő veszélyforrásokat.
- Kutassam, összegyűjtsem és rendszerezem a leggyakrabban alkalmazott robbanószerkezeteket, valamint a rögtönzött robbanószerkezetek folyamatosan változó alkalmazásának elveit, újszerű módszereit és eszközrendszerét.
- Megvizsgáljam a különféle robbanószerkezetek felépítését, alkalmazásuk jellemzőit, különös tekintettel azon eszközökre, amelyek kiemelt veszélyforrásként jelennek meg a katonai műveletek során.
- Kutassam és rendszerezem a robbanószerkezetek felderíthetőségének lehetőségeit, valamint egységes rendszerbe foglalva bemutassam a robbanóanyag- és robbanószerkezet felderítő eszközöket és módszereket kiemelt tekintettel azok előnyeire, hátrányaira és katonai alkalmazási lehetőségeire.
- Megvizsgáljam az MH-ban rendszeresített robbanóanyag-kereső kutyák és kismélységű aknakutató műszerek alkalmazási lehetőségeit, továbbá egy hatékonysági – és összehasonlító vizsgálattal elemezzem azok valós alkalmazhatóságát. Eredményeim

---

<sup>25</sup> A NATO terminológia szerinti *Explosive Ordnance Reconnaissance*, angol rövidítése *EOR*, értekezésemben a továbbiakban az *EOR* rövidítést alkalmazom.

<sup>26</sup> Az *EOR* képesség kialakításához szükséges minimális kiképzési követelményeket a NATO Standard AEODP-10 *Explosive Ordnance Disposal (EOD) principles and minimum standards of proficiency*, edition B, version 1, NATO Standardization Office (NSO), 2014, Annex A tartalmazza.

alapján javaslatot tegyek az alkalmazott eszközök és módszerek esetleges fejlesztési vagy szinkronizálási lehetőségeire.

## A KUTATÁSI MÓDSZEREK ISMERTETÉSE

A hagyományos katonai robbanószerkezetek, illetve a rögtönzött robbanószerkezetek felderítése jelenleg keveset kutatott terület, mindössze néhány hazai szakirodalom foglalkozik a témával. Kijelenthető, hogy a szakterület még nincs feltárva, ennek következtében széleskörű kutatási lehetőségek állnak rendelkezésre. Tudományos kutatómunkám és a téma kidolgozása során az általános és a különös (részleges) kutatási módszereket egyaránt alkalmaztam. Az általános módszerek közül a történeti és az összehasonlító módszert is felhasználtam a katonai, ipari és házi készítésű robbanóanyagok és robbanószerkezetek rendszerének és azok fejlődési menetének megállapítására. A kutatási módszerek kidolgozásánál a kifejezések jelentéstartalmának pontos megértése és alkalmazása érdekében GÖCZE István: *A tudományos kutatás módszerei* című publikációját<sup>27</sup> tekintetem mértékadónak.

A különös (részleges) kutatási módszerek közül az empirikus (tapasztalati) kutatási módszert alkalmaztam a robbanóanyag- és robbanószerkezet felderítő eszközök, illetve szolgálati kutyák alkalmazhatóságának érdekében elvégzett összehasonlító vizsgálat végrehajtásakor. Az elméleti-logikai kutatási módszer több fajtáját is alkalmaztam. Az összegyűjtött szakirodalmat analitikus módszerrel a téma aktualitása szerint szétválasztottam, majd a rendszerezést követően szintetizálással dolgoztam fel. A szakirodalom feldolgozása során - elsősorban az rögtönzött robbanószerkezetek alkalmazásának vizsgálatainál és az eszközök hatékony alkalmazását elősegítő módszereknél és eljárásoknál - az indukció és a dedukció módszereit alkalmaztam.

A robbanószerkezetek felderítésére alkalmas technológiák vizsgálatánál, továbbá az új eszközök kutatásánál az előzőekben említett módszereket analízissel egészítettem ki. Kutatási céljaim elérése érdekében tanulmányoztam a hazai és külföldi releváns szakirodalmat, különféle folyóiratcikkek, valamint a robbantástechnikai és terror jellegű robbantásokról szóló beszámolókat, továbbá célirányos keresést folytattam az internetes világhálón a témával kapcsolatos nem minősített dokumentumok és publikációk felkutatása érdekében is.

Konzultációt folytattam hazai és külföldi szervezeteknél szolgáló szakemberekkel, valamint a műveleti területeken alkalmazott robbanószerkezetek felderítésében személyes

---

<sup>27</sup> GÖCZE István (2011): *A tudományos kutatás módszerei*. *Hadtudományi Szemle*, 4 (3), 152–166.

tapasztalatokkal rendelkező katonatársakkal, más rendvédelmi szervek munkatársaival, és a témában már jártas tudományos kutatókkal, akikkel a kutatásaim részeredményeit összevettem és pontosítottam.

A hazai és külföldi konferenciákon, szimpóziumokon és előadásokon való részvételemmel szintúgy szélesítettem ismereteimet a robbanószerkezetek felderítésével kapcsolatban. Kutatásaim részeredményeit a szakmai közösséggel történő megismertetés céljából különböző szakmai kiadványokban<sup>28</sup> publikáltam, illetve helyi konferenciákon előadás formájában tettem közzé.

## SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

A kutatási témámhoz kapcsolódóan számos szakirodalmat tanulmányoztam át, melyek közül néhányat kiemelve, az alábbi rövid összegző áttekintést nyújtom:

### a) Tudományos értekezések:

A témához kapcsolódóan MUELLER Othmár *Korszerű szükséganyagokból készített robbanószerkezetek alkalmazásának és hatástalanításnak sajátossága, a jövőbeli fejlesztés irányai a terrorizmus figyelembevételével* című kandidátusi értekezésében<sup>29</sup> rendszerezi és egységes szempontrendszer szerint mutatja be a robbanó csapdák jellemzőit, alkalmazási elveiket, és az ellenük való védekezés lehetőségeit. Javaslatot tesz egy egységes házi készítésű robbanószerkezetekkel kapcsolatos fogalomtár és információs adatbázis létrehozására. Az értekezésben alkalmazott kifejezések nagy része napjainkban már nem használatosak, azonban azok alapelvei, működési sajátosságai a mai napig helytállóak.

A kutatási témám egyes részeihez kapcsolódik KOVÁCS Zoltán doktori értekezése<sup>30</sup> is, aki a műszaki zárrendszer felépítésének lehetőségeit vizsgálta. Értekezésében részletesen áttekintette a robbanó műszaki zárat alapvetően alkotó aknákat, azok felosztását és fő működési elvét. Az értekezés korszerű, új meghatározásokat tartalmaz a műszaki zárak kategóriáinak elemzésére, a különböző zártípusok osztályba sorolására vonatkozóan. Az

---

<sup>28</sup> A kutatási témához kapcsolódó publikációim részletes előtálalási helyét a *szerző publikációs tevékenységének jegyzéke* tartalmazza.

<sup>29</sup> MUELLER Othmár (1995): *Korszerű szükséganyagokból készített robbanószerkezetek alkalmazásának és hatástalanításnak sajátossága, a jövőbeli fejlesztés irányai a terrorizmus figyelembevételével*. Kandidátusi értekezés. Zrínyi Miklós Katonai Akadémia.

<sup>30</sup> KOVÁCS Zoltán (2004): *A műszaki-zárrendszer felépítésének lehetőségei a Magyar Honvédségben a NATO-elvek és a vonatkozó nemzetközi egyezmények tükrében*. PhD értekezés. Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Hadtudományi Doktori Iskola.

értekezés e fejezete jó alapot biztosított kutatásom során a talajszint alá elhelyezett robbanószerkezetek felderítési lehetőségeinek vizsgálatához.

DARUKA Norbert *A bűnös célú/terror jellegű robbantások és az ellenük való védekezés lehetőségei, különös tekintettel a tűzszerész feladatok ellátására* című értekezésében<sup>31</sup> rendszerezi a rögtönzött robbanószerkezetek csoportjait azok működési elve szerint, és vizsgálja a feladatok szervezésére létrehozott hazai és szövetséges irányelveket, illetve kapcsolódó dokumentumokat. Az értekezés megfelelően összefoglalja a rögtönzött robbanószerkezetek alapismereteit, azonban tekintettel az elkészítése óta eltelt időre és a bekövetkezett változásokra, az abban szereplő ismeretek további pontosítást és aktualizálást igényeltek.

LAPAT Attila értekezésében<sup>32</sup> a robbanóanyag-analitikai vizsgálati módszerekről írt. A szerző részletesen vizsgálja a robbanóanyag-kimutató eszközök alkalmazásának lehetőségeit a bűnügyi gyakorlatban. Ezen vizsgálati módszereket a szerző a katonai alkalmazástól eltérő helyzetekben és módon többségében laborkörnyezetben vizsgálta. Az ismertetett eredményekre való tekintettel úgy gondoltam, hogy érdemes megvizsgálni azok alkalmazásának lehetőségét a katonai robbanószerkezet felderítési feladatok végrehajtása során is.

b) *Könyvek:*

A magyar szerzők nevével jelzett könyvek közül TÓTH József - LUKÁCS László - VOLSZKY Géza szerkesztésében 2013-ban jelent meg az *Akna kisenciklopédia*<sup>33</sup>. A kiadvány a témában hiánypótló jellegű, hiszen korábban nem jelent meg a területet ilyen részletesen bemutató magyar nyelvű kiadvány. A könyv nagyon jó alapot biztosított kutatásom során az aknaprobléma átfogó tanulmányozása és annak lehetséges megoldási lehetőségeivel kapcsolatban. A kisenciklopédiában foglalt ismeretek pontosításához az annak megjelenése óta éves szinten kiadott *Landmine Monitor Report*<sup>34</sup> aktuális számait használtam, amelyeket részletesen az irodalomjegyzékben ismertetek.

---

<sup>31</sup> DARUKA Norbert (2013): *a bűnös célú/terror jellegű robbantások és az ellenük való védekezés lehetőségei, különös tekintettel a tűzszerész feladatok ellátására*. PhD értekezés, Nemzeti Közsolgálati Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola.

<sup>32</sup> LAPAT Attila (2002): *Robbanóanyag-analitikai vizsgálati módszerek alkalmazása az igazságügyi szakértői munkában, szerepük a robbanóanyaggal elkövetett bűncselekmények felderítésében*. PhD értekezés. Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem. Hadtudományi Doktori Iskola.

<sup>33</sup>TÓTH József – LUKÁCS László – VOLSZKY Géza (2013): *Akna kisenciklopédia*. Budapest: A Tudásmenedzsmentért, Tudás Alapú Technológiáért Alapítvány.

<sup>34</sup> A *Landmine Monitor Report* az International Campaign to Ban Landmines – Cluster Munition Coalition (ICBL-CMC) évente megjelenő kiadványa.



A műszaki zárákkal kapcsolatban jelent meg KENDER Antal – MIKÓ Lajos: *Műszaki zárák telepítése és leküzdése* című műve<sup>35</sup> is, amely részletesen tárgyalja a műszaki zárás eszközeit, feladatait és lehetőségeit. Annak ellenére, hogy a mű több évtizeddel ezelőtt íródott, megállapítható, hogy az abban foglalt elvek és módszerek egy része ma is helytálló. A könyv megfelelő alapot biztosított kutatásomhoz a talajszint alatt elhelyezett robbanószerkezetek csoportosítása és azok felderítési lehetőségeinek vizsgálata során.

A külföldi kiadványok közül számos a témával foglalkozó könyvet használtam fel, melyek a National Academies Press, az ENSZ, továbbá egyéb szakmai szervezetek gondozásában jelentek meg. Ezek részletes előtalálási helyét az irodalomjegyzékben ismertetem.

c) *Szabályzatok, szakutasítások, jegyzetek:*

Értekezésemben nem szerepelnek minősített információk, tekintettel a minősített adatok feldolgozására vonatkozó speciális szabályokra, de azok tartalmát ismerem. A témához kapcsolódóan, az egységes eljárások és követelmények megismerése és feldolgozása céljából számos az Észak-atlanti Szerződés Szervezete<sup>36</sup> által kiadott szabványosítási egyezményt<sup>37</sup> tanulmányoztam és dolgoztam fel. Az egységes eljárások és követelmények biztosítása érdekében kialakított STANAG-eket a NATO felelős szervezetei megfelelő időszakonként felülvizsgálják és pontosítják, így azok a legkorszerűbb elméleti és gyakorlati ismereteket, követelményeket és módszereket tartalmazzák. Azonban azok bevezetése hosszadalmas és sok esetben csak eredeti, angol nyelven kerül bevezetésre, illetve ezen anyagok általában csak ajánlásokat fogalmazzak meg a nemzetek felé.

A robbanószerkezetek felderítésével foglalkozó hazai katonai szabályzatok és szakutasítások feldolgozása közben megállapítottam, hogy az elérhető szabályzatok nagy része több éve vagy évtizede készült. Ennek megfelelően sok tekintetben már idejét múlt kifejezéseket, módszereket tartalmaznak. Megállapítottam, hogy azok a szabályzatok, amelyek a robbanószerkezet felkutatását hivatottak elősegíteni nem minden esetben követik a robbanószerkezet alkalmazásának technikai és taktikai változásait, így azok a mai kor katonái számára a valós feladatra történő felkészülés időszakában és annak végrehajtása közben csak korlátozottan használhatóak. Az alapelvek, meghatározások és eljárások felülvizsgálatra és

---

<sup>35</sup> KENDER Antal- MIKÓ Lajos (1983): *Műszaki zárák telepítése és leküzdése*. Budapest: Zrínyi Katonai Kiadó.

<sup>36</sup> Észak-atlanti Szerződés Szervezete, angolul *North Atlantic Treaty Organization*, angol rövidítése *NATO*. Értekezésemben, a továbbiakban a NATO kifejezést alkalmazom.

<sup>37</sup> Szabványosítási egyezmény, angolul *Standardization Agreement*, angol rövidítése *STANAG*. Értekezésemben, a továbbiakban a STANAG kifejezést alkalmazom.

módosításra szorulnak, és ezek újra szabályozása a későbbiekben elengedhetetlen. Néhány katonai szervezet<sup>38</sup> kiképzői szakállománya készített oktatási segédeszközöket, jegyzeteket a szaktanfolyamok hallgatói részére, amelyeket folyamatosan frissítenek és további pozitívumként értékelhető az új tűzserész szabályzatok<sup>39</sup> megjelenése is. Ezen kiadványok napjainkban is időszerű ismereteket tartalmaznak a robbanótestek felépítésével, alkalmazási módszereikkel és kezelésükkel kapcsolatban, ezzel hasznos hozzájárulást nyújtva e szervezeteknél folyó kiképzések támogatásához.

Az értekezésem elkészítése közben mindvégig törekedtem a magyar katonai terminológia szerinti helyes szóhasználatra és nyelvhelyességre. Ezt szem előtt tartva, a kifejezések egységes és pontos használata érdekében a Hadtudományi Lexikonra<sup>40</sup>, a katonai műveletekkel kapcsolatos fogalmak használatakor SZENDY István egyetemi jegyzetére<sup>41</sup>, a katonai kifejezések nyelvhelyessége tekintetében pedig a Katonai Helyesírási Szótárra<sup>42</sup> támaszkodtam. Magyarország NATO tagságából adódóan a magyar katonai szóhasználatban megjelentek a szövetségben gyakran alkalmazott rövidítések és kifejezések is, mely kutatási témámban a rögtönzött robbanószerkezetek alkalmazásával és az ellenük való védekezéssel kapcsolatos kifejezéseknél mutatkozik meg leginkább. Azok pontos és egységes használata érdekében a NATO által kiadott lexikonban<sup>43</sup> meghatározott rövidítéseket alkalmaztam.

*d) Folyóiratok, időszaki kiadványok:*

A jelentősebb hazai és külföldi katonai kiadványokban megjelent cikkeket tekintve megállapítható, hogy a témámmal kapcsolatban több szerző nevéhez fűződnek publikációk. A robbanóanyagokról és a robbantástechnika kérdéseiről, illetve az aknákról és a robbanó műszaki záruk jellemzőiről, illetve azok mentesítéséről számos tanulmányt készített LUKÁCS László. Az aknákkal és egyéb robbanószerkezetekkel kapcsolatban számos folyóiratcikket tett közzé DARUKA Norbert, HARALYI László, HORVÁTH Tibor, KOVÁCS Zoltán, MUELLER Othmár, továbbá PADÁNYI József és SZABÓ Sándor, melyek hasznos segítséget nyújtottak a kutatásom során, egyben lehetőséget biztosítottak a különböző nézetek összevetésére, elemzésére és az azokból történő következtetések levonására is.

---

<sup>38</sup> Például az MH 1. Tűzsz. és főő. e. és az MH Altiszti Akadémia.

<sup>39</sup> Mű/51 (2022): A Magyar Honvédség Tűzserész Szabályzata I. rész, a Magyar Honvédség kiadványa és a Mű/53 (2022): A Magyar Honvédség Tűzserész Szabályzata II. rész, a Magyar Honvédség kiadványa.

<sup>40</sup> Hadtudományi Lexikon (2019): Új kötet. Budapest: Dialóg Campus.

<sup>41</sup> SZENDY István (2013): Hadelmélet és katonai műveletek, első kötet, a katonai műveletek elmélete és gyakorlata. Budapest: Nemzeti Közszerkesztési és Tankönyvkiadó Zrt.

<sup>42</sup> Katonai Helyesírási Szótár (2013): második, bővített, átdolgozott kiadás. Budapest: Zrínyi Kiadó.

<sup>43</sup> Improvised Explosive Devices (IED) Technical Exploitation Lexicon (2017): 5. edition, JIEDDO kiadványa.

A külföldi szakirodalom vonatkozásában meglehetősen széles a választék a témával kapcsolatos publikációk terén, mind a nyomtatott kiadványokat, mind pedig az interneten megjelenő elektronikus formát tekintve. Mindezek részletes előtalálási helyét az irodalomjegyzék tartalmazza.

Az irodalomjegyzékben felsorolt releváns szakirodalom mellett, nagymértékben támaszkodtam saját szakmai tapasztalataimra és megállapításaimra is, amelyeket a szakterületen eltöltött több mint 25 év alatt szereztem.

## AZ ÉRTEKEZÉS SZERKEZETI FELÉPÍTÉSE

A kitűzött kutatási céloknak megfelelően doktori értekezésemet négy fejezetre tagolom.

Az első fejezetben az egységes értelmezés érdekében ismertetem az értekezésben használt fogalmakat, és a kutatási témámhoz legjobban illeszkedő szempontok alapján rendszerezem a robbanóanyagokat és a robbanószerkezeteket. Bemutatom a kutatás témájához leginkább kapcsolódó robbanószerkezetek főbb jellemzőit és alkalmazásuk sajátosságait.

A második fejezetben áttekintem a robbanóanyagok és robbanószerkezetek fejlődését, továbbá azok felderítésének történetét 700-tól napjainkig.

A harmadik fejezetben ismertetem a robbanószerkezetek felderíthetőségének alapelveit. Bemutatom a robbanószerkezetek felderítéséhez alkalmazható eszközöket és módszereket, illetve értékelem azok főbb jellemzőit, és az általam felállított szempontrendszer alapján értékelem azok katonai alkalmazhatóságát.

A negyedik fejezetben bemutatom az állatokkal támogatott felderítési lehetőségeket, továbbá bemutatom az MH-ban rendszeresített kismélységű aknakutató eszközök, valamint a robbanóanyag-kereső kutyák összehasonlításának érdekében elvégzett vizsgálataimat és ismertetem a kutyák valós hatékonyságának megállapítása érdekében elvégzett kutatási eredményeimet. Elemzem a vizsgálatok eredményeit és azokat értékelem, továbbá következtetéseket vonok le. Végezetül javaslatot teszek a szakterületet érintő jövőbeli fejlesztési irányokra.

Végezetül összegzem kutatásom következtetéseit és az értekezés kidolgozása során elért eredményeket. Javaslatot teszek eredményeim hasznosíthatóságára és a továbbiakban még kutatást igénylő területekre.

Értekezésem szerkezeti felépítését a Nemzeti Közsolgálati Egyetem, Egyetemi Doktori és Habilitációs Szabályzatában foglaltaknak megfelelően alakítottam ki. Az idézési kapcsolatok külalakját a Ludovika Egyetemi Kiadó szerzői útmutatója<sup>44</sup> alapján készítettem el.

A kutatáshoz és az értekezés elkészítéséhez szükséges ismeretanyag gyűjtését 2023. április. 05-én, így az azt követő új kutatási eredményeket nem építettem be a tartalomba. Az értekezés szerkesztését 2024. 06. 25-én zártam le.

---

<sup>44</sup> Nemzeti Közsolgálati Egyetem Ludovika Egyetemi Kiadó (é. n.): Szerzői útmutató. Online: [https://www.ludovika.hu/wp-content/uploads/2023/01/Kiadoi\\_utmutato\\_LEK2022.pdf](https://www.ludovika.hu/wp-content/uploads/2023/01/Kiadoi_utmutato_LEK2022.pdf)

# 1 FEJEZET

## A ROBBANÓANYAGOKKAL ÉS ROBBANÓSZERKEZETEKKEL KAPCSOLATOS ALAPELVEK

*„Minden elmélet első feladata, hogy  
rendbe szedje az összekevert, sőt,  
mondhatjuk összekuszált fogalmakat és képzeteket.  
Csak akkor érthetünk meg valamit könnyen és világosan,  
ha egyetértünk az elnevezésekben és fogalmakban”<sup>45</sup>*

Carl von Clausewitz

### 1.1 ROBBANÓANYAGOK

#### 1.1.1 Robbanóanyagokkal kapcsolatos alapelvek

A robbanóanyagokkal és a robbantással kapcsolatban sokféle megfogalmazással találkozhatunk, melyeket nem minden esetben alkalmaznak helyesen. Annak érdekében, hogy a szakterületet egységesen tudjuk értelmezni, véleményem szerint fontos a szakkifejezések helyes használata, azok terminológiai egységesítése.

Az egyik ilyen gyakran nem helyesen használt kifejezés páros a robbanás és a robbantás. Lomonoszov<sup>46</sup> szerint, robbanás alatt a nagy mennyiségű energia és nagy mennyiségű gáz nagyon gyors megjelenését értjük<sup>47</sup>, ezzel szemben a robbantás egy tervezett, akaratunktól függő, a célfeladat előre meghatározott időpontban való elvégzésére szolgáló tevékenység.<sup>48</sup>

A robbanásnak három különböző fajtáját különböztethetünk meg. A fizikai robbanás az, amikor az energia felszabadulás közben az anyagnak csak a fizikai állapota változik meg, de kémiai összetétele változatlan marad. Ezzel ellentétben kémia robbanás esetén, a nagy sebességgel lejátszódó folyamat során, nagy hőfejlődéssel és gázképződéssel járó kémiai átalakulás közben az anyag összetétele is megváltozik. A robbanás harmadik fajtája termonukleáris robbanás, ami maghasadás vagy magfúzió következtében jön létre. Értekezésemben robbanás alatt minden esetben a kémiai robbanást értem.

---

<sup>45</sup> CLAUSEWITZ, Carl von (1961): A háborúról I. kötet. Budapest: Zrínyi Kiadó, 119.

<sup>46</sup> Mihail Vasziljevics Lomonoszov (1711-1765), orosz polihisztor, a Moszkvai Állami Egyetem létrehozója.

<sup>47</sup> ПОКРОВСКИЙ, Георгий Иосифович (1980): Взрыв, издание четвертое, переработанное и дополненное, Москва: Недра, 10.

<sup>48</sup> BOHUS Géza (1998): Robbantásos épületbontás biztonsági, gazdasági és környezetvédelmi előnyei más eljárásokkal szemben. Műszaki Katonai Közlöny, VIII. évf., 3-4. szám. 27.

Annak érdekében, hogy a megfelelő módon elindított igen nagy sebességű kémiai átalakulás során nagy mennyiségű energia felszabaduljon fel, teljesülnie kell a kémiai robbanás alapvető feltételeinek. Az így létrejött folyamat legfontosabb jellemzői az exoterm jelleg, az önfenntartó képesség, a nagy sebesség és a gyors nyomásemelkedés. Ez a kémiai reakció rendszerint égési folyamat, ehhez pedig éghető anyag, valamint kellő mennyiségű oxigén és gyulladási hőmérséklet szükséges, robbanóanyagok esetében pedig nélkülözhetetlen az iniciáláshoz szükséges energia. Kémiai robbanás közben a nagy reakciósebesség miatt az égés kívülről nem táplálható, ezért a robbanóanyagok az oxidációhoz szükséges összes összetevőt, beleértve az oxigént is, magukban hordozzák. Ez az alapvető különbség a robbanóanyagok és a tüzelő-, és egyéb éghető motorhajtó anyagok között.<sup>49</sup> A robbanóanyagok oxigénegyenlege típusonként eltérő lehet, de minden esetben biztosítania kell annak működését. A kémiai vegyület jellegétől és a külső tényezőktől függően a reakció jellege és terjedési sebessége különböző lehet:

- a) égés vagy deflagráció, fojtás nélküli lassú égés, melynek sebessége m/s nagyságrendű;
- b) lobbanás vagy gyors égés a deflagrációnál gyorsabb folyamat, de sebessége kevesebb, mint 100 m/s. Ilyen lehet például a lőporgázok égése a fegyver csövekben;
- c) explózió vagy másodrendű robbanás, melynek sebessége 100 – 1000 m/s közötti érték.
- d) detonáció vagy elsőrendű robbanás a robbanóanyagok robbanásának állandósult formája, felületi robbanások rendkívül gyors sorozata. A detonáció legfőbb jellemzője, hogy annak sebessége független a nyomástól és a hőmérséklettől, azonban függ a robbanóanyag sűrűségétől. Sebessége 1000 – 10 000 m/s közötti érték<sup>50</sup>.

A másik pontosítást igénylő kifejezéspáros a robbanóanyag és a robbantóanyag. „*Robbanóanyagoknak nevezzük azokat a vegyületeket vagy keverékeket, melyek meghatározott külső behatásokra igen gyors kémiai átalakulásra képesek, és átalakulásuk során nagy mennyiségű, nagynyomású – mechanikai munkavégzésre alkalmas – gázok szabadulnak fel.*”<sup>51</sup>

---

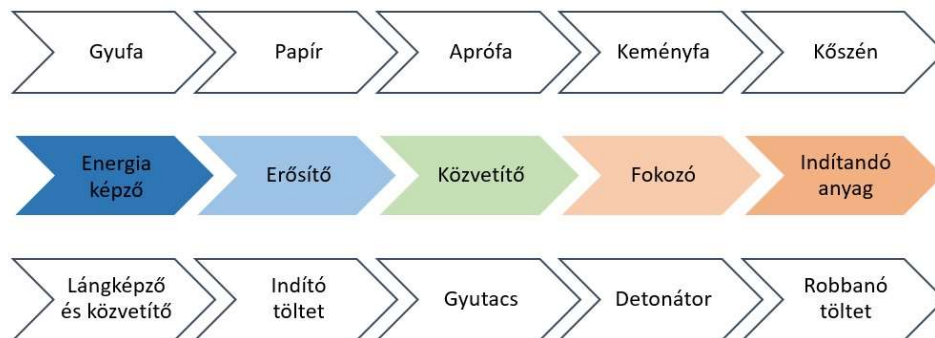
<sup>49</sup> LUKÁCS László (2017): Szemelvények a magyar robbantástechnika történetéből, különös tekintettel a továbbfejlesztés várható irányaira és a kor új kihívásaira. Budapest: Dialóg Campus Kiadó. 25.

<sup>50</sup> Robbanóanyagokra vonatkoztatott érték. Robbanásképes egyéb közegek (por, gáz, gőz) esetében ez az érték 340 m/s.

<sup>51</sup> MÚ/243 (1978): Műszaki szakutasítás a nem műszaki alegységek számára, Honvédelmi Minisztérium kiadványa. 151.

A robbantóanyag fogalma alatt a robbanóanyagokat és a robbantószerkezet összefoglalóan értjük.<sup>52</sup> A robbantószer a töltet inicializálására szolgáló anyag vagy szerkezet, ide tartozik például a gyutacs, a detonátor, az időzített- és a robbanó gyújtózsín. A robbanóanyagok felosztása többféle szempont szerint történhet. Véleményem szerint célszerű mindig azt a csoportosítási elvet követni a robbanóanyagokkal kapcsolatos vizsgálatok során, amely legjobban igazodik a kutatási témához. Tekintettel arra, hogy a robbanóanyagok, robbanószerkezetekben történő felhasználásának módját alapvetően azok gyújtási láncban betöltött szerepe határozza meg, fontos megismerni azok gyújtási láncban betöltött helyét és annak célját.

A napjainkban alkalmazott robbanóanyagok kellően stabilak, így azok detonációjának előidézéséhez, vagyis az önfenntartó kémiai robbanás elindításához, meghatározott nagyságú indítási energia szükséges. Mint ahogyan „*a kályhában a szén sem gyújtható meg egy szál gyufával, úgy a mai kor biztonsági követelményeinek megfelelő robbanóanyagok sem robbanthatók fel az említett szúrólánggal. Ehhez egy úgynevezett gyújtási láncot kell létrehozni.*”<sup>53</sup>



## 2. ábra: A gyújtási lánc elvi felépítése

Forrás: A szerző szerkesztése

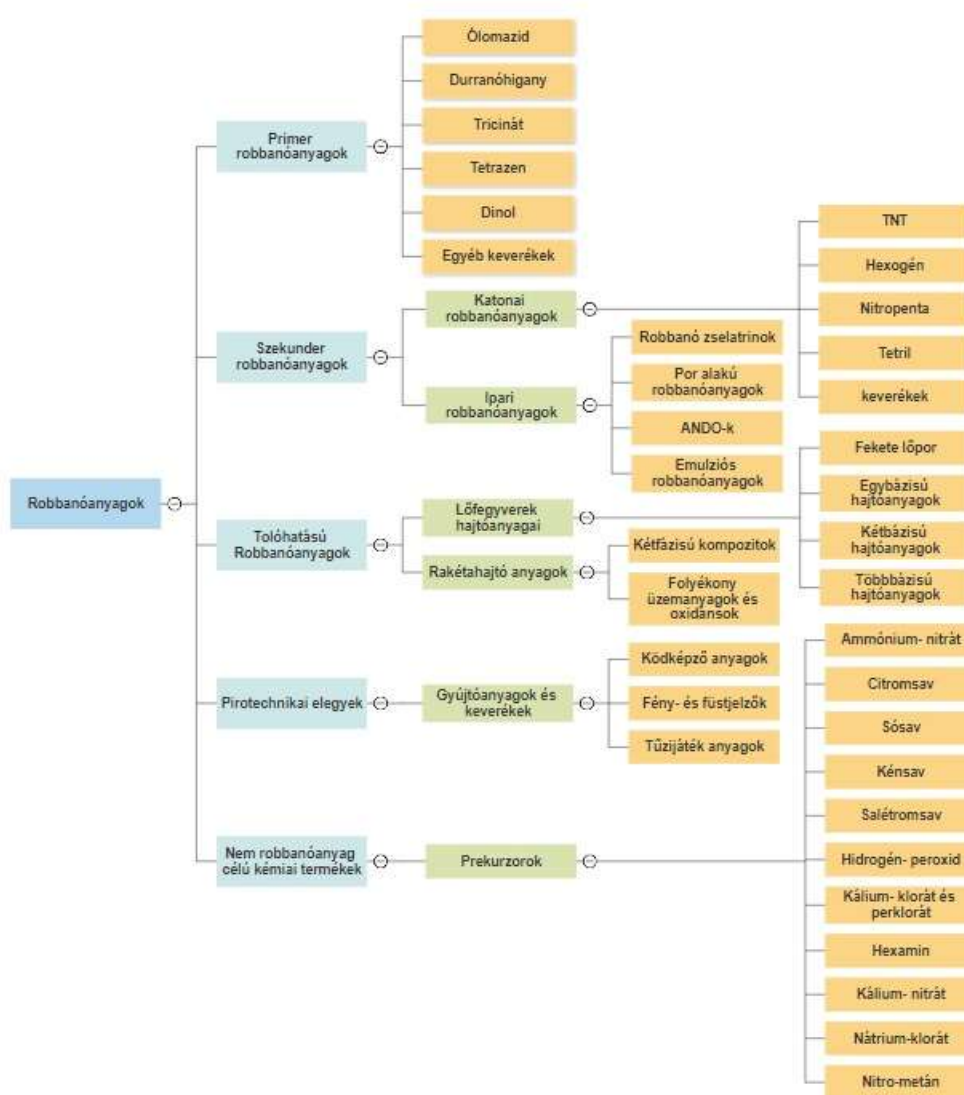
A gyújtási lánc lényege, hogy az első tagból nyert energiát a további tagokon keresztül addig fokozzuk, amíg el nem érjük az utolsó tag indítási energiáját. Ezen folyamatot nevezzük tulajdonképpen a töltetek iniciálásának, ami történhet a tűzzel való gyújtással, a villamos gyújtással, mechanikai energia hatására, illetve vegyi anyagok által keltett hőenergia hatására.

Összességében kijelenthető, hogy robbanóanyagok iniciálásának elengedhetetlen része a gyutacs robbanása, amely szúróláng hatására következik be, hiszen annak hatására indul be a

<sup>52</sup> Robbantástechnikai terminológia (1980): A robbantástechnika időszerű kérdései, 5. füzet, OMBKE Robbantástechnikai Szakbizottság kiadványa, Budapest. 17.

<sup>53</sup> LUKÁCS 2017: 47

kémiai folyamat. Ez minden gyújtási módozatnál elmondható, „*eltérés csak ennek a lángnak a 'csiholásában' tapasztalható.*”<sup>54</sup> Értekezésemben a robbanóanyagok alábbi felhasználási terület szerinti csoportosítást követem.



3. ábra: A robbanóanyagok felhasználási terület szerinti csoportosítása

Forrás: a szerző szerkesztése

### 1.1.2 Primer robbanóanyagok

A primer vagy iniciáló robbanóanyagok külső mechanikai behatásokra érzékenyek, a detonációt nemcsak a lökéshullám, hanem egyéb energiaforrás – szúróláng, sűrűlódás, gyenge ütés, felmelegedés - is kiválthatja. Robbanásukkor kevés nagytérfogatú gáz keletkezik, munkavégző képességük kicsi, ezért önmagukban robbantástechnikai munkák elvégzésére nem alkalmazhatóak. Elsősorban a szekunder vagy brizáns robbanóanyagok detonációjának

<sup>54</sup> LUKÁCS 2017: 49



előidézésére használatosak ezért ezen anyagokat gyutacsok és detonátorok tölteteként alkalmazzák. A leggyakrabban alkalmazott primer robbanóanyagok jellemzői az alábbiak:

1.táblázat: A primer robbanóanyagok jellemzői

Jellemzők	Me.	Primer robbanóanyagok		
		Durranóhigany	Ólomazid	Tricinát
Szín		fehér	fehér	élénksárga
Szerkezete		kristályos	kristályos	kristályos
Oldódás vízben		rosszul	nehezen	nehezen
Sűrűség	g/cm <sub>3</sub>	4,42	4,80	3,00
Detonáció sebesség	m/s	5400	5300	5200
Ütésérzékenység	J	1,00	1,20	2,50-5,00
Oxigénegyenleg	%	-11,20	-5,50	-18,80
Elpuffanáspont	°C	170	340	275
Alkalmazásuk		gyutacsok, csappantyúk töltete	gyutacsok töltete	gyutacsok közbenső töltete

Forrás: A szerző szerkesztése

### 1.1.3 Szekunder robbanóanyagok

A szekunder vagy brizáns robbanóanyagok robbanása csak megfelelő erősségű energia közlésével idézhető elő, például gyutacs vagy másik robbanóanyag-töltet robbanásának hatására. Nagy detonációsebességük és a keletkező jelentős gázképződés miatt az ipari- és a katonai gyakorlatban kiemelt jelentőségű az alkalmazásuk. Külső mechanikai behatásra viszonylag érzéketlenek, ütésérzékenységük magas. Ezen tulajdonságuk teszi lehetővé a robbantástechnikai gyakorlatban egyes brizáns anyagok helyszínen történő törését, porítását.

A szekunder robbanóanyagok lehetnek magas, közepes és alacsony hatóerejűek.<sup>55</sup> A magas hatóerejű robbanóanyagokat főként gyutacsok és detonátorok tölteteként, illetve robbanóanyag keverékek alapanyagaként alkalmazzák. A közepes hatóerejű robbanóanyagok alkotják a szabvány robbanószerkezetek fő töltetét, illetve robbantási munkáknál önálló töltetként kerülnek alkalmazásra. Az alacsony hatóerejű robbanóanyagok olyan robbanóanyagok, melyek összetételükben jellemzően ammóniumnitrát és más robbanóanyag keverékéből, valamint ammóniumnitrát és más éghető anyag keverékéből állnak. Jellemző felhasználási területük az ipari-, bányászati- és építőipari robbantási feladatok. Jól

<sup>55</sup> DARUKA Norbert (2016): Robbanóanyag-ipari alapanyagok és termékek osztályozásának lehetőségei, Műszaki Katonai Közlöny, 26. évfolyam, 1. szám, 27.

alkalmazhatóak a katasztrófavédelem robbantási feladatai során, például jégtorlaszok robbantására illetve a fémek robbantással történő megmunkálására is.

A leggyakrabban alkalmazott szekunder robbanóanyagok jellemzői az alábbiak:

2.táblázat: A szekunder robbanóanyagok jellemzői

Jellemzők	Me.	Szekunder robbanóanyagok			
		Trinitro-toluol	Tetritl	Hexogén	Nitropenta
Szín		sárgás-barna	sárga	fehér	fehér
Szerkezete		kristályos	kristályos	kristályos	kristályos
Oldódás vízben		nem	nem	nem	nem
Sűrűség	g/cm <sup>3</sup>	1,64	1,73	1,82	1,77
Detonáció sebesség	m/s	6900	7200	8750	8400
Ütésérzékenység	J	15	3	7,4	3
Oxigénegyenleg	%	-73,9	-47,4	-21,6	-10,1
Elpuffanáspon	°C	300	190	230	
Alkalmazásuk		préstestek, robbanótöltetek és robbanószervezetek fő töltete	detonátorok és gyutacsok szekunder töltete	gyutacsok szekunder töltete, robbanógyújtózsínór töltete, robbanóanyag keverékek	gyutacsok szekunder töltete, robbanógyújtózsínór töltete, robbanóanyag keverékek

Forrás: A szerző szerkesztése

#### 1.1.4 Tolóhatású robbanóanyagok

A tolóhatású vagy impulzív robbanóanyagok olyan anyagok, melyek égése során nagy mennyiségű gázok keletkeznek. Ezen anyagoknál a robbanási átalakulás fő formáját az égés képezi. Égési sebességük 600–700 m/s, de ezt nagyban befolyásolhatja az összetevők keverési aránya, az adalékanyagok, oldószerek mennyisége és minősége. A legismertebb tolóhatású robbanóanyag a füstös lőpor közismertebb nevén feketelőpor és a gyérfüstú vagy más néven piroxilines lőpor.

A füstös lőpor alapanyagai szerinti legismertebb keverési arány 75 % kálium-nitrát, 10 % kén és 15 % faszén.<sup>56</sup> Ettől eltérő 70/14/16 vagy 65/15/20 keverési aránnyal is készítenek

<sup>56</sup> PATVAROS József (1995): A robbantástechnika fejlődésének vázlatos története, „Fúrás-robbantástechnika-1995” nemzetközi konferencia, konferenciakötet, Miskolc-Tapolca, 33.

feketelőport.<sup>57</sup> Felhasználási területe rendkívül széles körű. Leggyakrabban időzített gyújtózsínórok gyártásához, ugróaknák kivető tölteteként továbbá időzített gyújtószerkezetekben lőporkorongok, késleltetők, erősítők és lőporos biztosítékok készítésére valamint gyújtó- és világító lövedékekben bontótöltetként illetve pirotechnikai termékek késleltető és hajítótölteteként alkalmazzák. Égése nagyban függ a körülményektől (nyomás, hőmérséklet, nedvesség). A fekete lőpor nagymértékben elnyeli a környező levegő nedvességét így hamar nyirkossá válhat. Az átnedvesedett lőpor nem használható, nem gyullad meg. „*Típustól függően már 2% nedvesség hatására elveszítheti égési képességét.*”<sup>58</sup> Minőségét befolyásolja a gyártáshoz alkalmazott alapanyagok - főleg a felhasznált faszén - minősége és a késztermék szemcsemérete is. Alapvetően a feketelőpor gáznyomása kicsi, így ennek megfelelően lőfegyverekben történő alkalmazás esetén a lövedék kezdősebessége és a fegyver lőtávolság is kicsi, továbbá nagy füst keletkezik, ami hosszú távon a fegyver csövében korrózió kialakulásához vezet. Mindezen hibák kiküszöbölésére hozták létre a gyérfüstű vagy piroxilines lőporokat. A gyérfüstű lőporok alapanyaga a piroxilin, ami a cellulóz nitrátja ezért sok esetben nitro-cellulóz<sup>59</sup> lőpornak is nevezik. A gyér füstű lőpor leggyakrabban gyalogsági és tüzérségi lőszerkezetek hüvelyének töltésére, továbbá reaktív lőszerkezetek hajtóanyagaként kerül felhasználásra.

#### 1.1.5 Pirotechnikai elegyek

A pirotechnikai elegyek olyan vegyületek keverékei, melyek főleg szilárd, finoman elporított alkotórészekből állnak és tartalmazzák az égő-, az égést tápláló anyagokat továbbá a kötőanyagokat és a sajátos effekt eléréséhez szükséges egyéb adalékanyagokat. Működésük során előre meghatározott speciális hatást fejtenek ki, úgymint láng, fény, füst, köd vagy hanghatás.<sup>60</sup> A pirotechnikai elegyek egyenletesen elkeverték és homogén szemcseszerkezetűek. Felhasználásuk pirotechnikai termékekben történik, ahol az elegyet porkeverékként, préselt test formájában, granulátumként vagy mártott formában alkalmazzák. Pirotechnikai elegyeket alkalmaznak az izzógyújtófej gyújtóelegyeként és időzített gyutacsokban késleltető elegyként. Az időzített gyutacsokban nagyon fontos a késleltetési idő és az időzítés pontossága, melyet alapvetően a pirotechnikai elegy égési ideje határoz meg. Ez függ az elegy összetételétől és tömörségétől. A pirotechnikai elegyek kedvelt felhasználási

---

<sup>57</sup> DARUKA 2016: 32

<sup>58</sup> SZATAI Zsolt József (2019): A fémtartalmú robbanószerkezetek felderítéséhez alkalmazott technikai eszközök, Műszaki Katonai Közlöny, 29. évfolyam, 1. szám. 127.

<sup>59</sup> A nitro- cellulóz vagy cellulóz-nitrát ( $C_6H_9O_{12}N_3$ ), más néven lőgyapot. Fehér színű, szálas szerkezetű, szilárd anyag. A lőpor és robbanóanyag gyártás nagyon fontos alapanyaga. Fő felhasználási területe a füstnélküli lőporok előállítására, de a nitroglicerinnel flegmatizálásához is használják.

<sup>60</sup> Tanfolyami jegyzet a Pirotechnikus-I szakképzéshez (2001): a Pyro-technic kft. kiadványa. 6.

területe továbbá a világító- és jelző rakéták tölteteként, vagy a lövedékek útjának követésére szolgáló nyomjelző elegyként, de alapját képezi a szórakoztató és a technikai jellegű pirotechnikai termékeknek is.

#### 1.1.6 Nem robbanóanyag célú keverékek

A nem robbanóanyag célú keverékek olyan anyagok, melyek alapvető alkalmazási területe nem a robbantástechnika, de felhasználható prekurzorként házi készítésű robbanóanyagok<sup>61</sup> előállítására. Általános értelemben azon kémiai vegyületek és elemek számítanak a robbanóanyagok prekurzorainak, amelyek egy vagy több kémiai reakción keresztül robbanóanyag-vegyületté alakíthatók.<sup>62</sup> A robbanóanyag prekurzorok forgalmazásáról és felhasználásáról szóló rendelet<sup>63</sup> értelmében a 3. számú táblázatban szereplő anyagok sorolhatók e kategóriába, amelyek más kereskedelmi forgalomban megvásárolható anyagokkal történő megfelelő arányú keverése által, azokból HME készíthető. Az HME-k olyan robbanóanyagok, amelyek könnyen szintetizálhatók vagy gyárthatók rögtönözött anyagok, felszerelések, módszerek és a kereskedelemben beszerezhető anyagok és vegyi anyagok felhasználásával. Veszélyességük abban rejlik, hogy legkisebb tudásszinttel is nagy hatóerejű és szinte korlátlan mennyiségű robbanóanyagot lehet előállítani.

3.táblázat: *Robbanóanyag prekurzorok*

Aceton	Citromsav	Hidrogén-peroxid	Kálium-klorát és perklorátok
Ammónium-nitrát	Hexamin	Salétromsav	Kálium-nitrát
Sósav	Kénsav	Nitro-metán	Nátrium-klorát

*Forrás: A szerző szerkesztése*

Az elmúlt évtizedekben a különböző bűnözői csoportok és terrorszervezetek által készített robbanószerkezetek előállítását és azok alkalmazását megakadályozó, vagy azt nehezítő egyre szigorúbb nemzeti és nemzetközi biztonsági intézkedések és biztonságot növelő módszerek jelentek meg. Ezen változások hatására a terrorszervezetek egyre inkább az olcsóbb,

<sup>61</sup> Házi készítésű robbanóanyag, angolul *Home Made Explosive*, angol rövidítése *HME*. Értekezésemben a továbbiakban az HME kifejezést alkalmazom.

<sup>62</sup> Az Európai Közösségek Bizottságának Közleménye a robbanóanyagok biztonságának fokozásáról, COM 651, Brüsszel, 2007, p. 4.

<sup>63</sup> 274/2016 (IX.15.) Kormányrendelet a robbanóanyag prekurzorok forgalmazásáról és felhasználásáról.

viszonylag egyszerűen és nagy mennyiségben előállítható HME alkalmazását helyezték előtérbe.

4. táblázat: HME-vel végrehajtott néhány jelentősebb terrortámadások

Helyszín	Időpont	Robbanóanyag	Okozott veszteség
London (UK)	1993.04.24.	ANFO <sup>64</sup>	1 halott, 48 sebesült
Oklahoma city (USA)	1995.04.19.	ANNM <sup>65</sup>	168 halott, 680 sebesült
Madrid (ESP)	2004.03.11.	Goma-2 ECO <sup>66</sup>	191 halott, 1800 sebesült
London (UK)	2005.07.07.	TATP <sup>67</sup>	51 halott, 200 sebesült
Brüsszel (BEL)	2016.03.22.	TATP	35 halott, 211 sebesült

Forrás: A szerző szerkesztése

Az HME-t alapvetően IED készítésére alkalmazzák a terrrorszervezetek vagy más ellenérdekelte csoportok, ahol alapvetően az előállított anyag típusa és jellemzői határozzák meg annak gyújtási láncban elfoglalt szerepét.

5. táblázat: Néhány jellemző HME tulajdonságai

Jellemzők	Házi készítésű robbanóanyagok			
	TATP	HMTD <sup>68</sup>	Armstrong keverék	„szegény ember” C-4
Szín	fehér	fehér	vöröses barna	fehér
Szerkezet	kristályos	kristályos	kristályos	kristályos
Összetevők	hidrogén-peroxid, aceton, sósav	hidrogén-peroxid, hexamin, citromsav	kálium-klorát, vörös foszfor	kálium-klorát, vazelin

Forrás: A szerző szerkesztése

<sup>64</sup> Széles körben alkalmazott ipari robbanóanyag, amelyet 94 % ammónium-nitrát és 6 % fűtőolaj keverésével állítanak elő. Olcsó és könnyen használható robbanóanyag, melyet gyakran alkalmaznak a szénbányászatban, a kőfejtés területén, de a lavinaveszélyek enyhítésében is fontos szerepet játszik.

<sup>65</sup> Ammónium-nitrát és nitro-metán keverésével előállított robbanóanyag, gyakorlatilag az ANFO 'kifinomultabb' változata.

<sup>66</sup> A Goma-2 ECO egy Spanyolországban gyártott zselatinos, nitroglikol alapú ipari robbanóanyag, melyet az 1980-as években előszeretettel alkalmazott az ETA Baszk terrrorszervezet is.

<sup>67</sup> A TATP (C<sub>9</sub>H<sub>18</sub>O<sub>6</sub>) triaceton-triperoxid, fehér színű, kristályos szerkezetű, ütésre és surlódásra érzékeny primer robbanóanyag.

<sup>68</sup> Az HMTD (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>N<sub>2</sub>O<sub>6</sub>), hexametilén-triperoxo-diamin. Egyszerűen és olcsón előállítható, de hőre, ütésre és surlódásra rendkívül érzékeny primer robbanóanyag. Az I.- és II. világháborúban gyutacsok töltetként alkalmazták, de napjainkban már nem alkalmaznak HMTD-vel töltött gyutacsokat. Ennek oka, hogy a gyutacsok fém hüvelyeit lassan oxidálja. Azonban a terrrorszervezetek és bűnözői csoportok körében továbbra is 'népszerű' robbanóanyag.

A kezelésbiztosabb anyagok nagy mennyiségben alkalmazzák az IED fő tölteteként, míg a kezelésre érzékenyebb anyagokat rögtönzött gyutacsok és detonátorok töltésére használják.

Az HME-t nem csak a terrrorszervezetek alkalmazzák, hiszen annak bizonyos fajtái törvényesen gyárthatók és alkalmazhatók az ipari robbantástechnikában is. Az egyik ilyen típusú robbanóanyag az ammónium-nitrát és fűtőolaj keverékéből előállított ANFO. Az ipari robbantástechnikában szerzett népszerűsége annak köszönhető, hogy ANFO olcsó, könnyen előállítható és a robbantó furatokba könnyen betölthető, mindemellett nagyon jó közetrepesztő tulajdonsággal is rendelkezik, ezért előszeretettel alkalmazták a külszíni bányaművelés során. A katasztrófavédelmi robbantási feladatok során a Vízügy robbantómestereivel együttműködve, az MH kijelölt szervezetei is alkalmazhatnak ammónium-nitrát és diesel olaj keverésével előállított ANDO-t. Továbbá a történelem folyamán a békeidőszaktól eltérő helyzetekben a katonai kötelékek szakállománya is gyakran készített robbanóanyag keverékeket. Ennek *„indoka volt a különböző robbanóanyag-keverékek előállításának háborús időszakában az is, hogy az alap robbanóanyagként széles körben alkalmazott trotil gyártása alapanyaghiány, vagy a gyártáskapacitás korlátozottsága miatt behatárolt volt.”*<sup>69</sup>

## 1.2 ROBBANÓSZERKEZETEK

### 1.2.1 Robbanószerkezetekkel kapcsolatos alapelvek

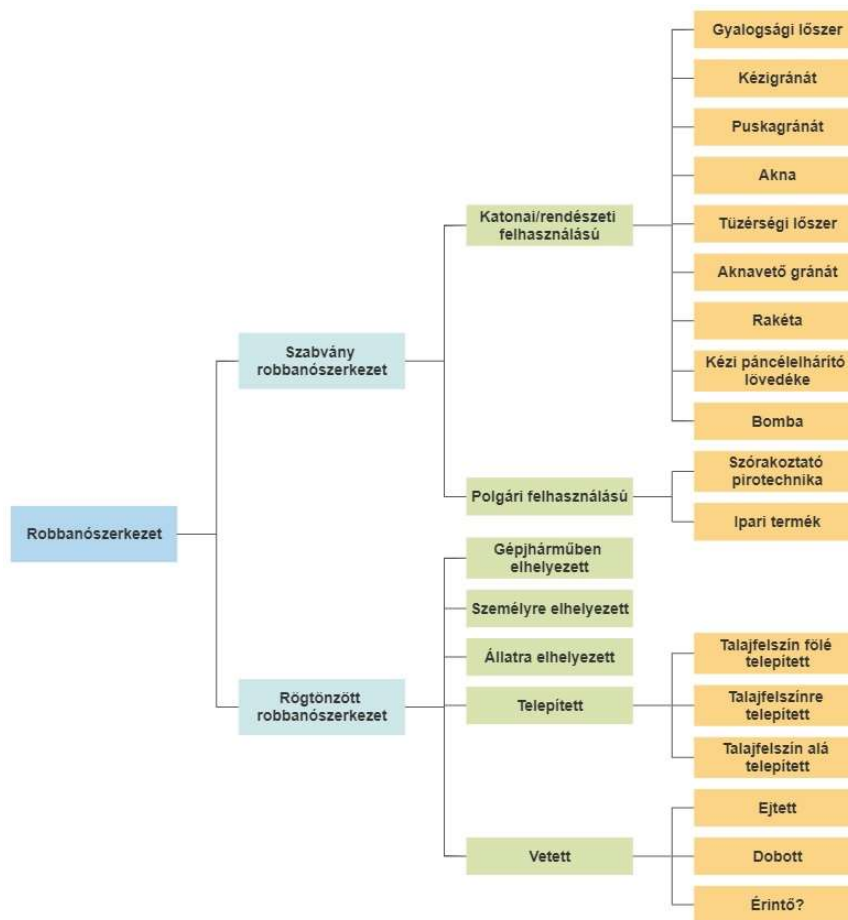
*„Robbanószerkezet: minden olyan tárgy, eszköz, amely robbanó vagy pirotechnikai anyagot tartalmaz.”*<sup>70</sup> A robbanószerkezeteket a köznyelvben általában csak bombának nevezik, azonban ez a szóhasználat helytelen, hiszen a bomba kifejezés nem egy gyűjtőfogalom, hanem a robbanószerkezetek egyik fajtája. Az általános értelmezés szerint *„bombának nevezzük, a ledobással célba juttatható robbanószerkezetet, amely a repülőgép fegyverzetének része”*,<sup>71</sup> pontosabb megnevezéssel légibomba. A robbanóanyagokhoz hasonlóan a robbanószerkezetek is sokféle szempont alapján csoportosíthatók. Kutatási témám szempontjából, a robbanószerkezetek felhasználási területét, azok harcászati alkalmazhatóságát tartom meghatározónak, ezért értekezésemben az alábbi csoportosítást követem:

---

<sup>69</sup> TÓTH - LUKÁCS - VOLSZKY 2013: 281.

<sup>70</sup> Mű/51 2022: 13

<sup>71</sup> Akadémiai Kislexikon (1989): első kötet A-K. Budapest: Akadémiai Kiadó, 261.



5. ábra: A robbanószerkezetek felhasználási terület szerinti csoportosítása

Forrás: A szerző szerkesztése

### 1.2.2 Katonai és rendészeti felhasználású robbanószerkezetek

A katonai és rendészeti felhasználású robbanószerkezetek olyan szabványos eszközök, melyek megfelelő előírás és minőségi tanúsítvány alapján, az erre a célra létesített és hivatalosan működő üzemekben, hatóságok által ellenőrzött körülmények között készülnek a fegyveres erők és a rendvédelmi szervek részére, azok alapfeladatai ellátásának támogatása érdekében. A különböző katonai és rendészeti felhasználású robbanószerkezetek felhasználási területe igen sokrétű. Alkalmazhatóak az élőerő leküzdésére, objektumok rombolására vagy akadályok létesítésére vagy megszüntetésre. Rendfenntartói feladatkörben alkalmazhatóak tömegosztatásra, illetve épületekbe való behatolásakor az ellenállás leküzdésére is. Ennek megfelelően felhasználási területük szerint az alábbi fő csoportokba sorolhatók:

- a) gyalogsági lőszer;
- b) kézigránátok;
- c) puskagránátok;

- d) kézi páncélelhárító gránátvető lőszerrei;
- e) aknavető gránátok;
- f) tüzérségi lőszerrek;
- g) aknák;
- h) rakéták;
- i) bombák.

A katonai és rendészeti felhasználású robbanószerkezetek, rendkívül sokfélék lehetnek. E változatosság oka azok felhasználási területében keresendő, hiszen minden célfeladat más és más eszközt követel meg. Ennek megfelelően eltérő a robbanószerkezetek kialakítása, űrmérete, az azokban alkalmazott robbanóanyagok típusa és mennyisége is. Mindezek alapján kijelenthető, hogy a robbanószerkezetek megjelenési formáját és azok alkalmazhatóságát a célfeladat, vagyis a katonai műveletekben történő lehetséges alkalmazás módja határozza meg.

Kutatási témámhoz kapcsolódóan megvizsgáltam, hogy alkalmazásuk közben vagy a műveletek befejezését követően a területen hátrahagyott robbanószerkezetek mely fajtái jelentik a legnagyobb veszélyt a katonák számára, amely megfelelő felderítési módszerek alkalmazásával csökkenthető vagy megszüntethető. A témához kapcsolódó releváns szakirodalom és egyéb szakmai jelentések<sup>72</sup> tanulmányozását követően megállapítottam, hogy az aknák és az IED-k jelentik a legnagyobb veszélyt, ezért következőkben ezeket részletesebben ismertetem.

#### *Az aknák*

Az akna kifejezés, vagy angolul „mine”, a latin mina szóból származik melynek a jelentése „*az érc vénája*” és eredetileg ásványok bányászata során használták.<sup>73</sup> Vagyis elsődleges értelmében az akna az ércek, kőszén és más hasznosítható anyagok kibányászására készült kút vagy függőleges alagút-szerűen a föld belsejébe vezető bányabejárat.<sup>74</sup> Az akna kifejezés katonai alkalmazása kezdetekben nem egészen azt jelentette, mint napjainkban, hiszen ez a kifejezés is másokhoz hasonlóan tartalmában követte az adott eszköz technikai fejlettségét és annak alkalmazási lehetőségeit, módszereit. Kezdetben a szárazföldi akna kifejezés egy földüreget jelentett, amelyet robbanóanyaggal töltöttek meg azzal a céllal, hogy megfelelő időpontban működésbe hozva, személyeket illetve eszközöket harcképtelenné tegyen.<sup>75</sup> Néha ezeket az aknákat a lőportölteten kívül még kődarabokkal is megtöltötték a repeszhatás és ez

<sup>72</sup> A hivatkozott anyagok előtalálási helyei részletesen az irodalomjegyzékben található.

<sup>73</sup> CROLL, Mike (1998): *The History of Landmines*. Barnsley: Pen and Sword,14.

<sup>74</sup> Tolnai Új Világlexikona (1926): Első kötet A-BAD. Budapest: Tolnai nyomdai műintézet és kiadó vállalat részvénytársaság, 79.

<sup>75</sup> U.o.79.



által a pusztító hatás megnövelése érdekében. Ezen eszközök indítása általában gyújtózsínór segítségével történt.<sup>76</sup> Későbbiekben a hadműveleti, harcászati eljárások megváltozása, a technikai fejlődés nyújtotta lehetőségeket kihasználva olyan aknák kifejlesztését tette lehetővé, melyek már egyre hatékonyabban támogatták a mozgásgátló műveleteket. Alkalmazási lehetőségük vertikuma egyre inkább szélesedett. Ennek megfelelően az akna fogalma is megváltozott.

Napjainkban az akna *„a műszaki zárási gyakorlatban alkalmazott, rendszerint burkolatba helyezett robbanószerkezetek gyűjtőneve. Rendeltetése a működést kiváltó vagy célként megválasztotta (megfigyelt) földi, vízi vagy légi járművek megsemmisítése, mozgásképtelenné tétele, az élőerő pusztítása, harcképtelenné tétele.”*<sup>77</sup> Vagyis az akna, a műszaki záruk<sup>78</sup> részeként alkalmazott robbanószerkezetek gyűjtőneve.<sup>79</sup> E fogalom ismeretében érthető, hogy a robbanó műszaki zárukat a katonai gyakorlatban általában miért nevezik aknamezőnek. Ez a megnevezés egyébként pontos is, hiszen az aknamező *„a robbanó műszaki záruk alapvető fajtája. Olyan, egy vagy több, azonos vagy különböző típusú, szórt aknásítással vagy kézi erővel, illetve géppel rendszerben a talaj felszíne alá telepített vagy a felszínen elhelyezkedő aknát tartalmazó tereprész, amelynek alaprendeltetése a hagyományos robbanóanyag-töltetű aknák robbanásával az élőerő és a haditechnikai eszközök pusztítása, harcképtelenné tétele.”*<sup>80</sup>

A felderítési tevékenységeket nehezíti, hogy az aknák megjelenési formája és működési mechanizmusa rendkívül változatos. Kialakításukat alapvetően az alkalmazás célja határozza meg vagyis, hogy mi ellen szeretnék alkalmazni az adott robbanóeszközt.

---

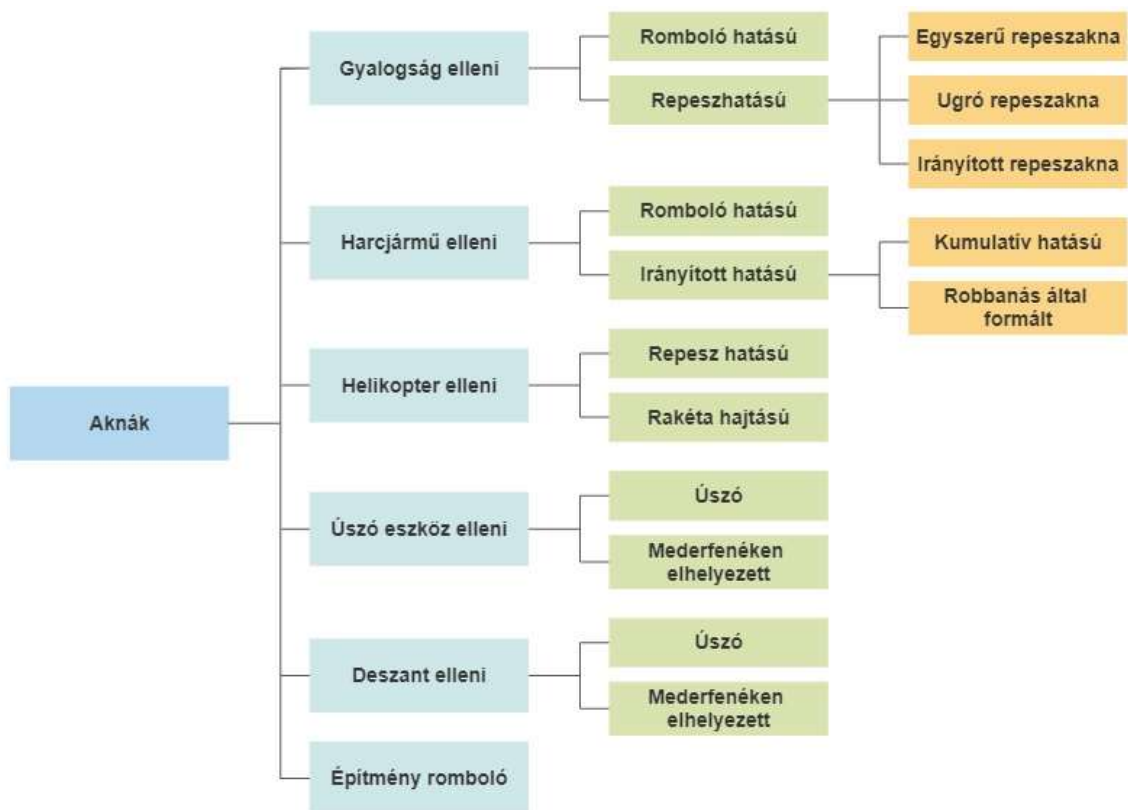
<sup>76</sup> Révay Nagy Lexikona (1911): I. kötet A-Arany, Budapest: Révai Testvérek Irodalmi Intézet Részvénytársaság, 244.

<sup>77</sup> Hadtudományi Lexikon 2019: 21.

<sup>78</sup> A műszaki zár a műszaki harcanyagok, eszközök, berendezések, építmények csoportja vagy egyes elemei, amelyeket a harctevékenység előkészítése és megvívása során helyeznek el vagy telepítenek a terepen azzal a szándékkal, hogy pusztító vagy mozgást akadályozó hatásukat kihasználva az ellenség tevékenységét időlegesen megállítsák, lassítsák vagy eltereljék, és ezzel a saját csapatok számára megkönnyítsék az ellenség pusztítását vagy időt biztosítsanak más fontos feladat végrehajtásához.

<sup>79</sup> Akadémiai Kislexikon 1989: 45.

<sup>80</sup> Hadtudományi Lexikon 2019: 23.



6.ábra: Az aknák alaprendeltetés szerinti csoportosítása

Forrás: A szerző szerkesztése

Az elmúlt évtizedekben az aknagyártók a fejlesztési projektek során leginkább arra törekedtek, hogy a gyakorlati alkalmazás közben tapasztalat hátrányokat minél jobban kiküszöböljék és az aknák egyre hatékonyabb, gazdaságosabban előállítható, „precíziós” fegyverekké váljanak. Az 1960-as évek elején elkezdődött gépi aknatelepítési eljárások<sup>81</sup> fejlődését követően megjelentek a távknásító eszközök, illetve egyre nagyobb igény jelentkezett az „intelligens”<sup>82</sup> aknák létrehozására. De bármilyen szintű fejlődésen is mentek keresztül, alkalmazási alapelvük nem változott és továbbra is leggyakrabban gyalogság és harcjárművek ellen alkalmazzák.<sup>83</sup>

A gyalogság elleni aknák „*olyan szerkezetek, amelyeket úgy terveztek, hogy a személy jelenlétére, közelségére vagy érintésére lépjenek működésbe és ez által egy vagy több személyt tegyen cselekvőképtelenné, sebesítsen meg vagy öljön meg.*”<sup>84</sup> Vagyis a gyalogság elleni aknák

<sup>81</sup> LUKÁCS László (2002) : Kis akna-történelem, Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények, 6. évf. 3. szám.34.

<sup>82</sup> Az intelligens akna olyan robbanószerkezet, amelynek működési ideje programozható. A beállított idő letelte után az akna gyújtószerkezete kikapcsol, és ez által működésképtelenné válik. A katonai művelet befejezését követően nem jelent veszélyt továbbá biztonságosan visszatelepíthető.

<sup>83</sup> SZATAI 2019: 47.

<sup>84</sup> Az Anti Personel Mine (APM) angol nyelvű fogalmának a szerző általi fordítása. Az eredeti megfogalmazás „*a mine designed to be exploded by the presence, proximity or contact of a person and that will incapacitate, injure*

alaprendeltetése a gyalog támadó ellenség pusztítása vagy harcképtelenné tétele. Hatásuk kifejtésének módja szerint lehetnek romboló és repeszhatásúak.<sup>85</sup> A romboló hatású aknákat nevezik általában a köznyelvben taposóaknának, mivel azok működése közvetlen kontaktus révén jön létre azáltal, hogy a célszemély az aknára lép.



7. ábra: Gyalogság elleni aknák egyes változatai

*Forrás: Forrás: Handbook of ammunition used in Iraq and surrounding areas (2023), New Jersey: U. S. Army Armament Research, Development and Engineering Center: 126*

or kill one or more persons.” In: IMAS 04. 10, Glossary of mine action terms, definitions and abbreviations, second edition, United Nations Mine Action Service (UNMAS), New York, 2019, 3.15.

<sup>85</sup> KENDER - MIKÓ 1983: 29.

Az ilyen aknák típustól függően akár már 5-10 kg nagyságú tömeg nyomására is elműködnek és ezáltal súlyos vagy halálos sérülést okoznak a működésbe hozó személynek. Tekintettel a működtetéséhez szükséges kis nyomásra, az ilyen aknákat a katonai konfliktusok befejezését követően kiemelt veszélyforrásként kell kezelni, melyek nagy veszteségeket okozhatnak a katonák, illetve a területen élő civil lakosságnak egyaránt. A gyalogság elleni aknák telepíthetők a földfelszín alá és a földfelszínre is. Alakjukat tekintve lehetnek hengeres és hasáb alakúak, de a szórással telepített aknák egészen kisméretűek és szabálytalan alakúak is lehetnek.

A gyalogság elleni aknában lévő robbanóanyag mennyisége viszonylag kicsi, általában 30 és 200 gramm között változik.<sup>86</sup> Hatásukat közvetlen rombolás útján fejtik ki, illetve általában a robbanás hatására az akna darabjai és a talaj részei is bekerülnek a sérült emberi szervezetbe és ezzel súlyosbítják a sérülést. Az újabb aknák már fémmentesen készülnek, ezáltal megnehezítik azok fémkereső műszerekkel történő felderíthetőségét. A „*taposóaknákkal*” ellentétben a repeszhatású aknák működése már nem követeli meg a közvetlen érintkezést a célszemély és az akna között. Ebben az esetben elégséges a kapcsolat csupán a működést kiváltó eszközzel.<sup>87</sup> Megfigyelt aknaként történő alkalmazás esetén, elégséges az akna hatókörébe érni és a megfigyelést végző személy hajtja végre az akna aktiválását. Másik jellemző különbség a romboló hatású aknához képest, hogy a repeszaknák a hatósugáron belül tartózkodó minden személyt képesek harcképtelenné tenni. Ezt a bordázott fém aknatest robbanás utáni szétszakadása következtében keletkező repeszek vagy a robbanóanyagba ágyazott repeszek segítségével érik el. Általában a földfelszín fölé, a rendszeresített állványára, cövekekre vagy tereptárgyakra rögzítve telepítik, de az ugró repeszaknák a föld alá is elhelyezhetők. Működésük közben a keletkezett repeszek körkörös, vagy irányított repeszaknák esetében a célzott iránynak megfelelő sávban fejtik ki pusztítóhatásukat. A keletkezett repeszek az akna típusától függően, akár 100-200 m távolságig<sup>88</sup> is kifejthetik hatásukat, azaz halált vagy súlyos sérülést okozhatnak. Az ilyen aknák képesek a gyengén páncélozott vagy páncél nélküli járműveket és a benne tartózkodó kezelőszemélyzetet is harcképtelenné tenni.

---

<sup>86</sup> LUKÁCS László (1998): A föld akna-problémája és megoldási lehetőségei I., Műszaki Katonai Közlöny, VIII. évfolyam, 1. szám, 13.

<sup>87</sup> Ilyen lehet például a botlódrót elhúzása vagy egyéb más elven működő érzékelő (pl. infra, szeizmikus érzékelő) aktiválása.

<sup>88</sup> MON-100 (200) irányított repeszakna hatótávolsága 100 (200) m és a pusztítószáv szélessége 8 (12) m.

Az aknák másik fő csoportját alkotó harcjármű vagy harckocsi elleni aknák, „*amelyeket úgy terveztek, hogy az felrobbanjon a jármű jelenlétére, közelségére és érintésére.*”<sup>89</sup> Alakjukat tekintve változatosak lehetnek.

A harcjármű elleni aknák lehetnek lánctalp- és haspáncél elleniek, illetve oldal-és torony elleniek. A lánctalp elleni aknák nyomásra működnek, működésükhöz közvetlen érintkezés szükséges, ami a gyújtószerkezetre ható minimum 150-200 kilógrammos nyomást jelent. Romboló hatásukat alapvetően a nagy tömegű<sup>90</sup> robbanóanyag erejét felhasználva fejtik ki.<sup>91</sup> Az akna felrobbanásakor a jármű futóművét rongálja meg és teszi azt ez által mozgásképtelenné és hadra foghatatlanná. Általában ebben az esetben, az akna robbanása nem okoz közvetlenül veszteséget kezelőszemélyzetnek, de mozgásképtelenségéből adódóan a harcjármű könnyen az ellenséges páncélelhárító erők célpontjává válhat. Ezzel szemben a haspáncél elleni aknák általában már kumulatív kialakításúak, azaz a robbanás erejét egy pontba fókuszálva átégetik a haspáncélt.

Az így keletkezett nyíláson keresztül nagy mennyiségű és magas hőmérsékletű gázok jutnak be a harcjármű küzdőterébe, melynek következtében a kezelőszemélyzet nagy valószínűséggel életét veszti. Működésük döntőpálcás vagy közelségi gyújtószerkezettel valósul meg. A romboló hatású aknákkal ellentétben, a kumulatív aknák működéséhez nem szükséges nagy nyomás az akna gyújtószerkezetére, mindösszesen döntőpálcásnéhány kilogramm tömegű oldal irányú nyomás elegendő a annak működésbe hozásához. Közelségi gyújtószerkezet esetén az akna működése érintkezés mentesen valósul meg.

*„A különböző országokban folyó kutatások eredményeként felfedezték, hogy különböző fémeket alkalmazva betétanyagként, ugyanazon tömegű és kialakítású kumulatív töltetnél, más-más hatás érhető el. A kísérletek az is bizonyították, hogy nem csak a kúpos kialakítású üreges töltetek robbanásakor figyelhető meg a kumulatív hatás, hanem félgömb alakú, sőt hengeres üregeknél esetén is. Bebizonyosodott az is, hogy a kumulatív hatás nem csak összpontosított*

---

<sup>89</sup> Az Anti-Tank/Vehicle mine (ATM/AVM) angol nyelvű fogalmának a szerző általi fordítása. A meghatározás angolul „*a mine designed to be exploded by the presence, proximity or contact of a vehicle.*” In: IMAS 04. 10 (2019): Glossary of mine action terms, definitions and abbreviations, second edition, United Nations Mine Action Service (UNMAS), New York, 3.16.

<sup>90</sup> Például a II. Világháborúban nagy számban alkalmazott német Tellermine 42 harckocsi elleni akna 4,65 kg TNT és 0,35 kg nitropenta típusú robbanóanyagot tartalmazott.

<sup>91</sup> HATALA András- KELEMEN Ferenc (2002): Tankönyv a tüzserész alegységek felkészüléséhez az osztályba soroló vizsgákhoz. III.-II. osztály kidolgozott tételsora. 2000-2001. Budapest: magánkiadás. 170.

(koncentrált) töltetek esetén érhető el, hanem nyújtott, úgynevezett lineáris vágótöltetknél is.”<sup>92</sup>



#### 8. ábra: Harcjármű elleni aknák egyes változatai

Forrás: Handbook of ammunition used in Iraq and surrounding areas (2023), New Jersey: U. S. Army Armament Research, Development and Engineering Center: 130

A harcjármű elleni aknák alakjukat és méretüket tekintve rendkívül változatosak. Lehetnek henger vagy téglatest alakúak, de aknaszóró berendezéssel telepített aknák lehetnek hasáb vagy fél- és negyed hasáb alakúak is. A szórt aknák<sup>93</sup> mérete ugyan kisebb, de ezt

<sup>92</sup> LUKÁCS László (2010): A kumulatív töltetek és gyakorlati alkalmazásuk, Műszaki Katonai Közlöny, 20. évfolyam, 1-4. szám, 181.

<sup>93</sup> Angolul *Scatterable mine*, magyarul szórással telepített akna: A szárazföldi aknahadviselésben a klasszikus telepítési rendszer figyelmen kívül hagyásával, repülőgéppel, tüzérségi eszközzel, rakétával, vagy egyéb

ellensúlyozza, hogy azok fő töltete általában magas hatóerejű robbanóanyag<sup>94</sup>, továbbá a szórás következtében az adott területen nagyobb aknasűrűséget<sup>95</sup> érnek el.

A két fő alkalmazási terület mellett az aknagyártók kínálatában megtalálhatók a különleges feladatokra és helyzetekre kifejlesztett aknák is. Ilyenek lehetnek például a deszant és a vízi úszóeszközök elleni aknák, illetve a helikopterek elleni aknák. Ezek az aknák megnehezítik a műveleteket és alkalmasak személyi és technikai veszteségokozásra, azonban ezeket általában nem alkalmazzák olyan tömeges mértékben, mint a gyalogság vagy harcjármű elleni aknákat. A napjainkban zajló műveletek során annak ellenére, hogy az aknák nagy mennyiségben olcsón gyárthatók és beszerezhetők, sok esetben alkalmaznak rögtönzött aknákat is. A rögtönzött aknák jellemzője, hogy házilag készülnek, olyan anyagok felhasználásával, amelyek a kereskedelmi forgalomban könnyen beszerezhetők, illetve olyan hadianyagokat is alkalmaznak, amelyek eredeti rendeltetése nem az aknaként történő alkalmazás volt. Az ilyen módon előállított robbanószerkezeteket az értekezésem 1.2.4. pontjában ismertetem.

### 1.2.3 Polgári (ipari) felhasználású robbanószerkezetek

A polgári élet több területén alkalmazott ipari robbantóeszközök és robbantóanyagok hasznos munkavégzésre készülnek. Ennek megfelelően eredményesen használhatók a bányászat vagy az építőipar egyes területein. Ugyancsak eredményesen alkalmaz robbantóeszközöket a katasztrófavédelem az árvízi védekezés során a torlaszok és mőtárgyak robbantására vagy jégrobbantásra. Továbbá ide sorolhatók a szórakoztató pirotechnikai termékek<sup>96</sup> vagy ismertebb nevén a tűzijátékok, illetve a technikai jellegű pirotechnikai termékek<sup>97</sup> is.

---

szárazföldi szóró berendezéssel vagy kézzel való telepítésre kialakított akna. In: AAP-6, NATO Glossary of Terms and Definitions, NATO Standardization Agency (NSO), 2006, p. 241.

<sup>94</sup> Például több NATO tagállamban is rendszeresített 155 mm-es űrméretű tüzérségi eszközökkel telepíthető M 73 típusú harcjármű elleni akna, 585 gramm RDX típusú robbanóanyagot tartalmaz.

<sup>95</sup> Az aknasűrűség, a műszaki zárás során alkalmazott szakkifejezés. „Az aknamező egyes (vagy alap-) aknasűrűségének nevezzük azt az aknamennyiséget, amely az alkalmazott akna és aknagyújtó működési elvéből fakadóan az arcvonalt (terepszakasz, víztükör) egy kilométeres szakaszán a megsemmisítendő objektum haladási irányára merőlegesen telepítve az átjárónyitást nélkül áthaladó harci technikai eszközökben minimálisan 65-70 %-os, az élőerőben pedig minimálisan 50 %-os elméleti megsemmisülési (harcképtelenné válási) valószínűséget biztosít.” In: SZABÓ Sándor (1997): A műszaki zárás néhány problémája, Műszaki Katonai Közlöny, VII. évfolyam, 3. szám, 18.

<sup>96</sup> A szórakoztató pirotechnikai termékek lehetnek tűzijáték bombák, bombetta telepek, római gyertyák, tűzmozsarok, rakéták, szikraszökőutak és vízesések, bengáli égők, forgók és egyéb recsegő-ropogó játékos termékek, továbbá színpadi effektek és paraffin fáklyák. In: Tanfolyami jegyzet a Pirotechnikus-I szakképesítéshez, a Pyro-technic kft. kiadványa, Budapest, 2001, p. 8.

<sup>97</sup> A technikai jellegű pirotechnikai termékek lehetnek, a gépjárművekben található légszakok patronjai, a pirotechnikai övfeszítők patronjai, jelzőfákják, izzógyújtók, vihargyufák, kábelvágó patronok és kötélkilövéők, de ebbe a kategóriába tartozik a szórakoztató pirotechnikában gyakran alkalmazott stopin szál is, amelyet gyakran a bengáli égők összekötésére és egyidejű indítására használnak abból a célból, hogy ezzel formákat, feliratokat

#### 1.2.4 Rögtönzött robbanószerkezetek

Az elmúlt évtizedekben „új” biztonsági kockázatként jelentek meg a rögtönzött robbanószerkezetekkel végrehajtott terrorcselekmények. A világ különböző részein végrehajtott terrortámadások nagyszámú civil áldozatot<sup>98</sup> követeltek és jelentős infrastrukturális károkat okoztak. A terrorizmus fogalmát nagyon nehéz meghatározni és nincs is rá egységesen elfogadott fogalom. Az Egyesült Nemzetek Szervezete (ENSZ) 1994-ben, a nemzetközi terrorizmus felszámolásának intézkedéseiről szóló 49/60. számú állásfoglalásában így határozza meg a terrorizmust: *„minden bűnözői és igazolhatatlan módszerek és eljárások, amelyek veszélyeztetik az államok területi és emberi integritását, valamint azok biztonságát. Bárhol és bármikor elkövetett, minden olyan cselekmény, módszer és eljárás, amely nemzetközi kockázatot jelenthet a békére, a biztonságra, az országok közötti jó kapcsolatokra, és amelyek megnehezítik a nemzetközi együttműködést. Amelyek célja az emberi jogok megsemmisítése, alapvető szabadságjogok és a társadalom demokratikus alapjainak lerombolása. Minden olyan bűncselekmény, amelynek célja a többség megfélemlítése, szervezett vagy az egyéni cselekedetek útján, melyeket politikai, filozófiai, ideológiai, faji, etnikai, vallási vagy bármilyen egyéb természeti meggyőződés alapján követnek el.”*<sup>99</sup>

A tapasztalatok alapján kijelenthető, hogy e célok elérése érdekében a tömeges félelemkeltés és pusztítás leghatékonyabb eszköze továbbra is a robbanószerkezetek alkalmazása maradt. A terrorista cselekmények során, gyakran alkalmaztak robbanószerkezeteket, melyeket általában a köznyelvben „pokolgépnek” neveznek.<sup>100</sup> Az IED nem ipari körülmények között előállított házilag, rögtönzött módon készített szerkezet, de előszeretettel alakítanak át katonai robbanószerkezeteket is. Az IED-k szerkezeti megoldásait tekintve rendkívül sokfélék lehetnek. Technikai kialakításuk és indítási módjuk megválasztásának gyakran csak a készítő kreativitása, felkészültsége illetve az elérhető anyagok és eszközök mennyisége és minősége szab határt. A Szövetségben elfogadott terminológia szerint: *„rögtönzött robbanószerkezetnek nevezük az olyan eszközt, amelyet rögtönzött módon készítenek és helyeznek el és rombolás, illetve halál okozására alkalmas.*

---

úgynevezett pirográfiát készítsenek. In: Tanfolyami jegyzet a Pirotechnikus-I szakképesítéshez, a Pyro-technic kft. kiadványa, Budapest, 2001, p. 8.

<sup>98</sup> 2011 és 2016 között az IED által okozott sérülések 91 %-a civil lakosság körében következett be. In: OVERTON, Iain et. al (2017): Improvised Explosive Device (IED) Monitor, Action on Armed Violence, London. 3.

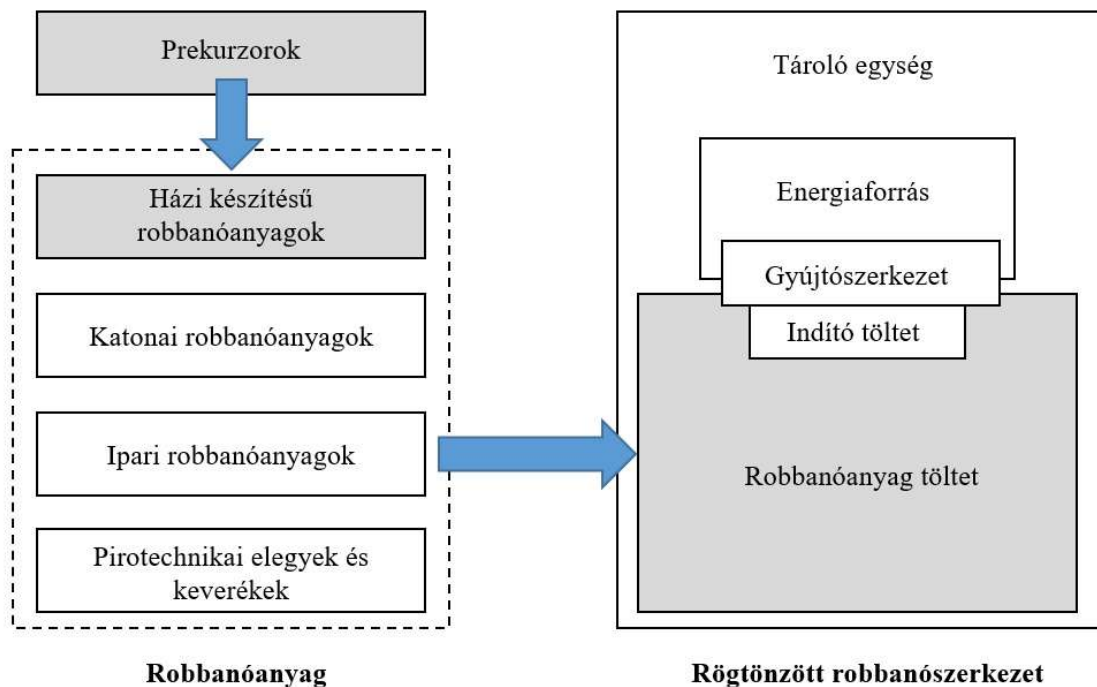
<sup>99</sup> Human Rights, Terrorism and Counter-terrorism Office of the United Nations High Commissioner for Human Rights, Fact Sheet No. 32, Geneva, 1994, p. 5.

<sup>100</sup> SZOKOLAI Gábor-NÉMETH László (1993a): Terrorizmus, álcázott eszközök. Budapest: Cedit kft, 11.



Robbanó-, pirotechnikai- vagy vegyi anyagot is tartalmazhat.”<sup>101</sup> Az IED pusztító hatását sok esetben repeszképzésre alkalmas anyagok, pirotechnikai- és gyújtóanyagok, illetve CBRN anyagok hozzáadásával is fokozhatják.

Az IED technikai megvalósítása rendkívül sokféle lehet, azonban minden rögtönzött robbanószerkezet közös jellemzője, hogy tartalmaz fő robbanóanyag töltetet, indító töltetet (gyutacs, detonátor), gyújtószerkezetet, energiaforrást és az összetevőket egy szerkezeti egységbe foglaló valamilyen tároló egységet. Robbanóanyag töltetként katonai-, ipari robbanóanyagokat és pirotechnikai elegyeket és keverékeket alkalmaznak, de egyre gyakrabban használnak HME-t is.



9. ábra: Az IED elvi felépítése és az alkalmazható robbanóanyagok

Forrás: A szerző szerkesztése

Az IED mérete az egészen kicsi levélbombától a teherautó méretű eszközökig változhat. Az alkalmazandó eszköz méretét alapvetően a kiválasztott célpont jellege, az elérendő hatás, és a rendelkezésre álló erőforrás határozza meg. Az alkalmazott HME típusa is meghatározhatja a szerkezet méretét, hiszen sok esetben annak robbanásereje alacsonyabb szintű, mint a

<sup>101</sup> A szerző fordítása. Az eredeti meghatározás „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”. In: Improvised Explosive Devices Technical Exploitation Lexicon (2017): 5. edition, JIEDDO, 5.

szabvány robbanóanyagoké. Például a robbanásereőség ekvivalencia értéke a TNT<sup>102</sup>-hez viszonyítva az HMTD esetében 0,74<sup>103</sup>, a TATP esetében pedig 0,8<sup>104</sup>. Harcászati alkalmazhatóságuk szerint ezen eszközöket alapvetően két fő csoportra oszthatjuk, lehetnek mobil (mozgatható) és telepített eszközök. A további csoportosítást mobil eszköz esetén a célba jutató eszköz, továbbá telepített alkalmazás esetén, a robbanószerkezet talajfelszínhez viszonyított helyzete határozza meg. Ennek megfelelően a mobil alkalmazású IED lehet, járműre-, személyre-, állatra elhelyezett, vagy vetett (ejtett, dobott).



10. ábra: Főzőedényből készített IED alapanyagai

Forrás: <https://www.breitbart.com/europe/2016/04/07/trainee-teacher-bought-components-boston-style-pressure-cooker-bomb-die-name-god/> (Letöltés ideje: 2021. 10.04.)

A telepített eszközök elhelyezkedésének vonatkozásában megkülönböztethetünk talajfelszín alá elhelyezett, talajfelszínre elhelyezett, és talajfelszín fölé elhelyezett eszközöket. Az alkalmazott eszközök működésbe hozhatók irányítottan, az áldozat által működtetve<sup>105</sup> és

<sup>102</sup> TNT (C<sub>7</sub>H<sub>5</sub>N<sub>3</sub>O<sub>6</sub>) trinitro-toluol, vagy más néven trotil sárgás színű közepes hatóerejű szekunder robbanóanyag. A katonai gyakorlatban gyakran alkalmazzák robbanószerkezetek tölteteként és különböző méretű préstestek formájában, öntött vagy préselt formában.

<sup>103</sup> BALACHANDAR, Kannan Gajendran – THANGAMANI, Arumugam (2019): Studies on some of the Improvised Energetic Materials (IEMs): Detonation, Blast Impulse and TNT Equivalence Parameters, Oriental Journal of Chemistry, Volume 35, No. 6, Tamil Nadu, 1819.

<sup>104</sup> PARAJULI, Suman (2011): Sensitive Detection of High Explosives Using Electrogenerated Chemiluminescence, Dissertation, The University of Southern Mississippi, 18.

<sup>105</sup> Az áldozat által működtetett IED, angolul *Victim Operated IED*, angol rövidítése *VOIED*, a továbbiakban *VOIED*. In: *Improvised Explosive Devices Technical Exploitation Lexicon 2017*: 88

öngyilkos módon is. Az irányított működésű IED-k lehetnek megfigyeltek vagy időzítettek. A megfigyelt eszközöket általában elektromos vezetéken keresztül vagy vezeték nélküli rádióvezérléssel indítják, az indítást végző által a legalkalmasabbnak tartott időpontban. Az irányított működésű IED-k másik csoportját az időzítő szerkezettel (óraművek, elektronikus-, biológiai-, kémiai időzítők) szerelt eszközök alkotják. Ezen eszközök működése a korábban beállított időtartam elteltével, vagyis az elkövető szándékával azonos időpontban önállóan történik így az eszköz működése független a célpont behatásától. Ilyen eszközöket általában nem mozgó célpontok ellen alkalmaznak olyan helyzetekben ahol az elkövetés pontos időpontja nem releváns. Például egy üzletközpontban, ahol a nyitvatartási időben nagyságrendileg azonos mennyiségű ember tartózkodik. De időzített működésű eszközöket alkalmaznak olyan esetekben is ahol az esemény pontosan kiszámítható, ilyen lehet egy ünnepség, választási nagygyűlés vagy egy konferencia. Az ilyen eszközök alkalmazása napjainkban már nem gyakori.

Ezzel ellentétben, az áldozat által működtetett szerkezetek talán a leggyakrabban alkalmazott IED-k. Általánosságban elmondható, hogy ezek közül is leginkább a különböző mechanikus „szerkezetek” alkalmazásával - amelyek működhetnek húzásra, teherelvételre, nyomásra, elmozdításra vagy a célpont bármely más közvetlen behatására - működtetik a robbanóeszközt.



11. ábra: Egyszerű házi készítésű nyomólap

Forrás: HUNTER 2014: 6

Ezen eszközök egyaránt alkalmazhatók gépjárművek és személyek ellen is. Összeállításuk nem igény különleges szaktudást, a működésük lényege, hogy a nyitott

állapotban lévő áramkör vezetékeit egymástól távol tartják és a nyomólapra gyakorolt hatás eredményeképpen záródik az áramkör és működésbe hozza az eszközt. Vagyis pontosan akkor működik amikor a célszemély rálép vagy a jármű kereke áthalad rajta. Ezt a működési elvet alkalmazzák a húzásra vagy a teherelvételre működő szerkezeteknél is, de előfordulhatnak nem elektromos elven működő áldozat által működtetett szerkezetek is.

Az IED-k aktiválásának harmadik lehetséges speciális módja, amikor az elkövető öngyilkos módon hozza működésbe az eszközt, vagyis a kívánt hatás elérése érdekében önmagát is feláldozva robbantja fel a robbanószerkezetet. Ez történhet gyalogosan vagy járműben utazva. Az IED alkalmazások alapelvei időszakosan változnak, hiszen technikai fejlődést követve, folyamatosan jelennek meg új eszközök és technológiai megoldások, illetve alkalmazási elvek, amelyek újabb kihívások elé állítják az IED elleni harc résztvevőit.

A fejezet végéhez közeledve, úgy gondolom, hogy a robbanóanyagok és robbanószerkezetek bemutatásának fontos része a robbanást kísérő jelenségek és azok káros hatásainak ismertetése is. A robbanás káros hatásai alapvető fizikai folyamatokon alapulnak. Működési jellegükből adódóan, a robbanási termékek térfogatszükséglete lényegesen nagyobb a robbanást követően, mint azt megelőzően volt. Ezért *„a detonáció pillanatában keletkezett termékek arra törekszenek, hogy a nagy térfogat szükségletüket minél rövidebb idő alatt biztosítsák. A detonáció bekövetkezésekor felszabadult kémiai energia legnagyobb része hőenergiává alakul, míg kisebb része jelentős mechanikai hatást fejt ki, amely egyrészt robbanási centrumban fellépő igen nagy légnyomásban, másrészt a levegőben elindított lökőhullámban és az alattalajban gerjesztett szeizmikus hullámban nyilvánul meg. A robbanást erős dörej és fényjelenség, illetve füstképződés kíséri még. A föld felszínén felrobbanó összpontosított töltet esetén kráter és robbanási zónák keletkeznek, illetve a detonáció által gerjesztett hullámok alakulnak ki. A nagy légnyomást előidéző lökőhullámok rohamosan veszítenek erejükből, fokozatosan csökkenek. A lökőhullámok és az akusztikus hanghullámok között lényeges különbség van. A lökőhullámnál ugrásszerű emelkedés lép fel, amelyet hirtelen nyomáscsökkenés után hosszabb idejű szívóhatás követ. A lökőhullám mögött a közeg mozgásba jön és nagy sebességgel követi azt, ha eközben valamilyen közegbe ütközik, akkor súlyos pusztítást okozhat.”*<sup>106</sup> Mindezek alapján a robbanás hatásait alapvetően három csoportra oszthatjuk:

---

<sup>106</sup> FEROV Miklós (é. n.): Bombakutatói alapismeretek. Budapest: a Készenléti Rendőrség kiadványa, 29.

- a) Az elsődleges hatásnak nevezzük a robbanás, illetve a robbanóanyag által okozott közvetlen hatásokat. Ilyenek lehetnek például a nyílt sebek, égési sérülések és a robbanóanyag okozta közvetlen szennyeződés, illetve az ebből származó mérgezés.
- b) Másodlagos hatások közé, a robbanás okozta sérülések, lökeshullám, rezgések általi sérülések illetve a robbanószerkezet repeszeinek és anyagmaradványai által okozott sérülések tartoznak. Ezek a hatások okozzák az emberi szervezetben létrejövő legtöbb sérülést. A robbanás során fellépő hirtelen nyomásemelkedés, lökőhullám és nyomás csökkenés jelentős károkat okozhat a hallószervekben<sup>107</sup>, a szájban és a garatban, továbbá súlyosan károsíthatja légzőszerveket. Az emberi szervezetbe nagy sebességgel becsapódó repeszek és robbanószerkezet anyagmaradványok súlyos sérüléseket okozhatnak a teljes testfelületen.<sup>108</sup> Ezen sérülések vagy roncsolódások következménye lehet végzetes károsodás és elvérzés is.<sup>109</sup> A harctéri egészségügyi ellátások során megállapították, hogy a sérülések 80-85 %-a robbanás okozta repeszszérülés.<sup>110</sup>
- c) Harmadlagos hatás, a robbanás által keletkezett nyomó illetve szívóhatás által mozgásba hozott tárgyak<sup>111</sup> okozta sérülések. Ezek emberi szervezetre gyakorolt hatása megegyezik a repeszhatás okozta sérülésekkel.

A robbanószerkezetek emberi szervezetre gyakorolt hatásai és az abból következő mechanikai sérülések, nagymértékben csökkenthetőek megfelelő védőfelszerelések használatával<sup>112</sup>, továbbá olyan eljárásrendek alkalmazásával, amelyek célja a robbanószerkezetek felderítése és ez által azok működésének megakadályozása.

### 1.3 RÉSZKÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A fejezetben rendszereztem és bemutattam a robbanóanyagokat és robbanószerkezeteket, a kutatási témámhoz leginkább kapcsolódó szempontrendszer alapján. Az értekezésben használt kifejezések egységes értelmezése érdekében pontosan meghatároztam a kapcsolódó

<sup>107</sup> A dobhártya átszakadás vagy a középfül egyéb sérülései viszonylag jól gyógyíthatók, de ennek ellenére előfordulhat hallásgyengülés, illetve időleges vagy végleges sükettség is.

<sup>108</sup> HERNÁD Mária (2013): A robbanás és a robbanóanyagok emberi szervezetre gyakorolt hatásai és megelőzésének lehetőségei. PhD értekezés. Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola, 100.

<sup>109</sup> SZOKOLAI Gábor-NÉMETH László (1993b): Robbanóanyagok az iparban, hadseregben, pirotechnikai keverékek. Budapest: Cedít Kft, 15.

<sup>110</sup> LIPTAY László (2003): Robbantásos sérülések és az ellátás belgyógyászati problémái, Honvédervosi tanfolyam előadás anyaga, 2003. január.

<sup>111</sup> Például a robbanás kiszakít egy ajtót és az sérülést okoz.

<sup>112</sup> HERNÁD 2013: 129.

fogalmakat, ismertettem és értelmeztem a szakterület terminológiai szakkifejezéseit, továbbá megmagyaráztam és feloldottam a vonatkozó rövidítéseket.

Röviden kitértem a robbanószerkezetekben megtalálható robbanóanyagok jellemzőire és általánosságban ismertettem azok tulajdonságait és alkalmazásuk, illetve robbanószerkezetekben történő felhasználásuk alapelveit. Az aknák és IED-k részletesebb bemutatásával szemléltettem a katonai kötelékekre és a műveletek sikerére leginkább veszélyes robbanószerkezeteket.

Az eszközök veszélyességének szemléltetése céljából, ismertettem a robbanások és a robbanószerkezetek emberi szervezetre gyakorolt hatásait. E rész megírásához szükséges anyagok összegyűjtése és elemzése közben szerzett ismeretek, tovább erősítették bennem a robbanószerkezetek felderítésének kiemelt fontosságát.

Tekintettel a szakterülethez kapcsolódó sajátos kifejezésekre, a fejezet megírása közben a szakmaiság megtartása mellett, mindvégig törekedtem a könnyebb olvashatóságra. Ennek érdekében igyekeztem a kifejezéseket olyan módon elmagyarázni, hogy az érthető legyen a szakterületen kevésbé jártas olvasó számára is.

A kutatási téma kidolgozása közben megállapítottam, hogy az alkalmazott magyar terminológia nem teljesen vagy egyáltalán nem fedi le a szakterületre vonatkozó kifejezéseket. Az egységes értelmezés érdekében úgy vélem, hogy egyes kifejezések át- és kidolgozása szükséges. ezért a teljesség igénye nélkül javaslatot teszek egyes kifejezések tartalmi meghatározásának bevezetésére.

- *Robbanószerkezetek felderítése:* Olyan szakfelderítési tevékenység, amely a hagyományos- és rögtönzött, továbbá feltételezett robbanóanyagot tartalmazó eszközök vagy azok részegységeinek észlelését, felkutatását, pontos helyzetük megállapítását, megjelölésüket, gyors azonosításukat és az eredmények jelentését foglalja magában.
- *Biológiai alapon történő felderítés:* Olyan tevékenység, amely egy biológia besorolás szerinti élőlény (állat, növény, mikroba) természetes tulajdonságait és viselkedését használja fel a felderítési cél elérése érdekében és a feladatra történő felkészítés közben az alkalmazott élőlények nem károsodnak.
- *Állatokkal támogatott felderítés:* Olyan biológiai alapon történő felderítés, amelynek során a robbanószerkezetek felkutatását az adott feladatra célirányosan felkészített állatok hajtják végre a vezetőjük közvetlen felügyelet mellett, illetve annak irányításával.

- *Robbanószerkezetek elleni védelem:* Olyan tevékenységek összessége, amely magába foglalja a hagyományos és rögtönzött robbanószerkezetek felderítését, megjelölését, azonosítását, hatástalanítását, megsemmisítését. Továbbá e feladatokra történő felkészítést, illetve a robbanószerkezetek alkalmazását nehezítő vagy gátló ellentevékenységeket is. A tevékenységek kiterjednek a szárazföldi-, vízi- és légi úton célba juttatott robbanószerkezetekre, illetve a katonai cselekmények befejezését követően a területen maradt eszközök és azok maradványaival kapcsolatos tevékenységekre is, továbbá a helyi lakosság biztonságát növelő képzésekre és oktatásra is.
- *Robbanóanyag-kereső kutya:* Olyan kutya, amely kiképzettségi szintjének megfelelően képes hagyományos és házi készítésű robbanóanyagok felkutatására, minden év- és napszakban, illetve időjárási körülmények között. Feladatait képes végrehajtani a lehetséges katonai alkalmazás teljes vertikumában, a körülményekhez képest legnagyobb ismétlésszámmal.
- *Robbanóanyag ellátási lánc biztonsága:* Azon preventív- és korrekciós biztonsági feladatok összessége, amely magába foglalja a fizikai biztonság, a humán biztonság, a reagálás és válságkezelés, illetve a helyreállítás és fejlesztés feladatait, abból a célból, hogy csökkentse vagy meggátolja a robbanóanyagok és prekursorok nem rendeltetésszerű használatának valószínűségét. Ide tartoznak az előállításra, tárolásra, szállításra és felhasználásra vonatkozó rendszabályok, továbbá a későbbi nyomon követhetőség feladatai is.

Azonban tekintettel arra, hogy az értekezés terjedelme korlátozott, a szakterületet érintő teljes fogalmi kör meghatározása túlmutat ezen értekezés biztosította kereteken. Ezért javasolt azt a későbbiekben egy átfogó megközelítés viszonyrendszerében történő elemzés keretében kidolgozni.

## 2 FEJEZET

### A ROBBANÓSZERKEZETEK FELDERÍTÉSÉNEK TÖRTÉNETE

„Minél messzebbre tekintesz vissza, annál távolabb látsz előre”<sup>113</sup>

Sir Winston Churchill

Az emberiség évszázadok óta alkalmazza a robbanóanyagokat katonai és ipari célokra egyaránt. A robbanóanyagok katonai célú felhasználása eredményezte a robbanószerkezetek létrejöttét.<sup>114</sup> Az ember által legkorábban készített robbanóanyag a fekete vagy füstös lópor volt, amit a köznyelvben általában puskapornak hívnak, hiszen nagyon sokáig főként fegyverek lövedékeinek kilövésére használták. A feketelópor története i. sz. 700 körül kezdődik, amikor Kínában felfedezték, hogy salétrom, kén és faszén megfelelő arányú keverésével olyan anyag hozható létre, amellyel látványos tűzijáték készíthető.<sup>115</sup> Azonban katonai alkalmazására közel 300 évig nem került sor. Dokumentumok utalnak arra, hogy Kínában 970-ben, a Song-dinasztia idején, Feng Y-Sheng és Yue Y-Feng gyújtónyilakat használt, amelyeknek hegyeit lóporba mártották<sup>116</sup>, továbbá más fegyvereket is alkalmaztak, melyek működtetéséhez feketelóport használtak.<sup>117</sup>

Ezt követően Kínában rendszeresen alkalmazták katonai célokra is. 1232-ben a Jong-dinasztia fővárosában, Kai-Fung-Fu városában, a mongolok ostromának megállítása érdekében, a város védelmezői 'Ho-Pao'<sup>118</sup> szerkezeteket alkalmaztak. Az eszköz hatásainak leírásaiból arra lehet következtetni, hogy ez lehetett a világ első robbanószerkezete.<sup>119</sup>

Felfedezése után elég lassan terjedt el a világban, amely annak tudható be, hogy a kínaiak felismerve a „fekete por” fontosságát, azt titkos fegyverként rejtegették. Európa számára Robert Bacon angol szerzetes hozta el a feketelóport és ismertette meg annak

---

<sup>113</sup> Az idézet angolul „*The farther backward you can look, the farther forward you can see.*”, Forrás: <https://winstonchurchill.org/resources/quotes/> (Letöltés: 2021. 04. 22.)

<sup>114</sup> SZATAI Zsolt József-HORVÁTH Tibor (2020): A robbanószerkezetek felderítésének története 1. (700-1950), Honvédségi Szemle, 148. évfolyam, 6. szám, 81-94.

<sup>115</sup> LUKÁCS László (2012): Épületek elleni robbantásos cselekmények és jellemzőik, Műszaki Katonai Közlöny, 22. évfolyam, különszám, 4.

<sup>116</sup> АНДРЕЕВ, Константин Константинович (1956): Взрыв и взрывчатые вещества, Военное Издательство Министерства Обороны Союза ССР, Москва, 19.

<sup>117</sup> LAPAT Attila (2001): A robbanóanyagok világa, Természettudományi Közlöny, 132. évfolyam, 6. szám, 279.

<sup>118</sup> A 'Ho-Pao' szerkezet egy olyan vasból készült, jól zárható edény volt, melyet feketelóporral és egyéb éghető anyaggal töltöttek meg, amely a tűzön történő hevítés után felrobbant.

<sup>119</sup> КОЛГАНОВ, Евгений Васильевич – СОСНИН, Вячеслав Александрович (2010): Промышленные взрывчатые вещества-1-я книга, Дзержинск Нижегородской обл, издательство Госнии Кристалл, 7.



működésével és stratégiai fontosságával a Pápát<sup>120</sup> 1240-ben.<sup>121</sup> Az ezt követő évben Bacon, *Liber de Nullitate Magiae* című könyvében pontos „füstpor” recepttel szolgál a tűzijátékokhoz. E szerint a feketelőpor 40% salétrom, 30% szén és 30% kén összekeverésével állítható elő.<sup>122</sup>

Az európai megjelenésével közel azonos időben jelent meg a feketelőpor a Közel-Keleten is. Nem ismeretes, hogy Kínából „kölcsonőzték” azt, vagy önállóan fejlesztették ki, de egyes feljegyzések szerint a muzulmánok már a XIII. században használták a keveréket. Az általuk korábban alkalmazott gyúlékony anyagokkal bevont gyújtó nyilak nem voltak elég hatékonyak, ugyanis repülés közben könnyen kialudtak. Rájöttek arra, hogy a sótartalmú vegyületekkel kevert feketelőpor lényegesen stabilabb és nem alszik ki repülés közben, így a korábbi hiányosságok könnyen kiküszöbölhetők. Megállapították azt is, hogy ha az ilyen összetételű keveréket egy csőbe töltik, amelynek egyik végét nyitva hagyják, akkor a gyújtáskor keletkező gázok a nyitott részen távoznak és a szerkezetet nem kell eldobni, mert az önmagát hozza működésbe és repül. Repülés közben pedig a visszaáramló gázok vezetik azt. E folyamat eredményeként feltalálták a rakétát. Ilyen kezdetleges rakétákat alkalmaztak a mongolok és a keresztetek elleni háborúban.<sup>123</sup>

Annak ellenére, hogy a feketelőpor robbanószerkezetben történő alkalmazásával bizonyítottan előnyre tettek szert az azt használó csapatok, ilyen irányú alkalmazása mégsem terjedt el széles körben. Vélhetően ez a lőpor tárolásához szükséges körülményekkel hozható összefüggésbe. Ugyanis ha a feketelőport nem megfelelően száraz körülmények között tartották, az átnedvesedett és használhatatlanná vált. A tároláshoz szükséges száraz körülményeket, pedig nem minden esetben tudták a harcoló felek megteremteni a harctéren, tekintettel arra, hogy táborukat gyakran költöztették. Így e feltételek megteremtését kizárólag a lőfegyverek alkalmazásához szükséges lőpor biztosítására korlátozták.

A XV. században a tűzfegyverekben történő alkalmazáson túl, a feketelőport föld alá ásott alagutak, aknajáratok bontási munkáiban kezdték használni, melynek célja az ellenséges erődítmények rongálása volt. A cél érdekében alagutakat ástak minél közelebb az erődítmény falaihoz. Azokat megtöltötték feketelőporral, illetve egyéb gyújtóanyag keverékekkel és azokat felrobbantva rombolták az erődök falait, annak érdekében, hogy azon a támadó gyalogság

---

<sup>120</sup> IX. Gergely, a római katolikus egyház 178. Pápája.

<sup>121</sup> LAPAT 2001: 280

<sup>122</sup> КОЛІГАНОВ-СОЧІНІЙ 2010: 8.

<sup>123</sup> GHAZAL, Belal Ahmed – ISMAIL, Ahmed Faris (2020): The contribution of Hassan Al-Rammah to gunpowder and rocket technology, International Islamic University, Malaysia, 2011, pp. 36-40. <http://irep.iium.edu.my/21131/> (Letöltés időpontja: 2020. 03.02.)

bejutását elősegítő rés keletkezzen. Ilyen módszert alkalmazott IV. „Rettegett” Iván Vasziljevics orosz cár serege is 1552-ben Kazany ostroma során.<sup>124</sup>

A robbanóanyagok ilyen irányú felhasználásával párhuzamosan megfogalmazódott a védők részéről az azok felderítésére való igény. Számos történet szól arról, hogy az aknamentesítés valójában hogyan is kezdődött. A középkorban, tekintettel az akkori eljárásrendre - miszerint az aknák alagutakban elrejtett robbanóanyagok voltak - az ellenük való védekezés lehetséges módjaként is alagutakat ástak. A felderítő alagutak ásása közben azt remélték, hogy megtalálják az ellenség által készített alagutat és az abban elrejtett robbanóanyagot, még annak elműködtetése előtt.<sup>125</sup> Ez rendkívül fárasztó feladat volt és sok esetben nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket. A módszer továbbfejlesztett változata az volt, hogy „ellen alagutakat” ástak, melyben szintén robbanóanyagot és gyújtóanyagot helyeztek el, amely megfelelő időben elindítva, a támadó ellenség által ásott alagutat beomlasztotta, így megakadályozták az abban történő aknatelepítést. Ezt az aknamentesítési eljárást az erők védelme érdekében egészen az első világháborúig alkalmazták.<sup>126</sup> Későbbiekben, az aknák fejlődésével párhuzamosan új és új felderítési és mentesítési eljárások jelentek meg. Megpróbálták az aknajáratokat vízzel elárasztani, ezáltal semlegesítve az abban elhelyezett főként lőport tartalmazó robbanószerkezetet, de az alkalmazott módszerek között megjelent a mellé helyezett töltettel történő megsemmisítés is.

A XVI. század közepén egyes feljegyzések megemlítik a feketelőpor bűncselekményekre történő alkalmazását is. Az egyik ilyen eset a Kirk O. Fieldnél 1567-ben végrehajtott merénylet, amely Lord Darnley<sup>127</sup> halálával végződött.<sup>128</sup> Mivel ezen esetek egyediak voltak és a cselekmény kifejezetten egy személy ellen irányult, robbanószerkezetek ilyen irányú alkalmazását nem tekinthetjük széles körben elterjedtnek. A korabeli hatóságok sem általánosan elterjedt veszélyforrásként azonosították, így azok felderítésére nem törekedtek. A világon elsőként a feketelőpor ipari robbanóanyagként történő alkalmazására

---

<sup>124</sup> Н. Р. Шевцов et al.: Разрушение горных пород взрывом, <https://nashaucheba.ru/v3171/?cc=1&page=2> (Letöltés: 2020. 03.21.)

<sup>125</sup> HIENEMAN, Sidney Toy (1966): A history of fortification from 3000 BC to AD 1700, London: Pen and Sworld, 23.

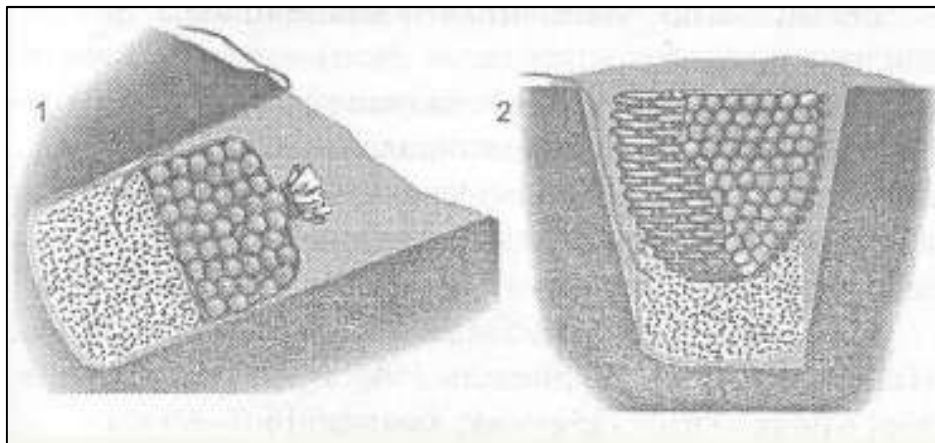
<sup>126</sup> KING, Philip J. – STAGER, Lawrence E (2001):. Life in Biblical Israel, Louisville, Westminster John Knox Puplicing. 233.

<sup>127</sup> Lord Darnley, vagy más néven Stuart Henrik (1545-1567), Stuart Mária skót királynő második férje, az angol korona várományosa.

<sup>128</sup> LAPAT 2001: 280.

1627-ben került sor Selmecebányán, ahol Weindl Gáspár bányamester a bányafal repesztésére használta.<sup>129</sup>

A XVI. században a katonai alkalmazásban a harctéren újabb lőfegyverek jelentek meg, de a feketelőpor robbanószerkezetben történő alkalmazása, jellemzően csak a talajszint alá rejtett aknáknak jelent meg. Az első irányított hatású repeszaknát a harctéren George Washington<sup>130</sup> egyik mérnöke Francois de Fleury alkalmazta New Jersey-ben a Delaware-folyó partján 1777 októberében.<sup>131</sup> Az akna földbe ásott robbanóanyagból és a repeszképzés érdekében rá- vagy mellé helyezett kövekből állt.



12. ábra: Irányított hatású repeszaknák a XVIII. század végén

Forrás: <https://litresp.ru/chitat/ru/%D0%92/veremeev-yurij-georgievich/mini-vchera-segodnya-zavtra/2> (Letöltés: 2020. 04. 08.)

Később a módszert továbbfejlesztették és a támadó ellenség megállítására, továbbá állandó erődítmények védelmére alkalmazták. Működése egy földbe ásott ágyúhoz hasonlított. A csövet a domboldalban vízszintesen a földbe ásták, jellemzően az erődítési létesítmények bejáratának vagy sebezhetőbb pontjainak a közelében. A csövet lőporral és repeszképző anyaggal (kő, vas és cserépdarabok) töltötték meg. Megfigyelt aknaként alkalmazták és gyújtózsínórral indították. Ezáltal a mai irányított repeszaknához hasonló hatást értek el. Ezen eszközöket később áldozat által működtetett aknaként alkalmazták. Működtetésükhöz általában dörzsgyújtókat használtak, amely nyomásra vagy húzásra lépett működésbe. Az ilyen módon szükséganyagokból készített repeszaknákat később előszeretettel alkalmazták olyan félkatonai

<sup>129</sup> Magyar Életrajzi Lexikon (1982): 2. kötet L-Z, Budapest: Akadémiai Kiadó, 1030.

<sup>130</sup> Az Amerikai Egyesült Államok első elnöke, a függetlenségi háború főparancsnoka és győztes hadvezére.

<sup>131</sup> WALKER, Paul Kevin (2002): Engineers of Independence, A Documentary History of the Army Engineers in the American Revolution 1775-1783, University Press of Pacific, Honolulu, 158-159.

erők, melyek nem rendelkeztek nagyobb erőforrásokkal, mint például a VietKong, a közép-amerikai gerillák és a bosnyák felkelők a Délszláv háborúban.<sup>132</sup>

A feketelőpor robbanószerkezetek tölteteként, illetve ipari robbanóanyagként történő alkalmazásának korlátai az újkor vége felé nyilvánvalóvá váltak. Egy magasabb hatóerejű robbanóanyagra volt szükség. 1847-ben az olasz Ascanio Sobrero kísérleteket végzett glicerinnel, melyet hozzáadott koncentrált salétromsav és kénsav keverékéhez. Ennek eredményeként fedezte fel a nitroglicerint, amely tulajdonságaiban jelentősen meghaladta a piroxint<sup>133</sup>, melyet főleg lövedékek kivető tölteteként alkalmaztak. A nitroglicerint kezdetben a bányászatban használták, azonban később a felhasználását túlzott robbanásérzékenysége miatt felfüggesztették. Katonai alkalmazására ugyanezen okok miatt nem került sor. A nitroglicerint tulajdonságainak és annak biztonságos előállításának tanulmányozását Alfred Nobel folytatta. Kísérletekkel igazolta, hogy a kovafölddel kevert nitroglicerint tulajdonságai egyáltalán nem változtak, míg annak érzékenysége jelentősen csökkent. A vizsgálatok eredményeként új kezelésbiztos anyagot hozott létre, és 1866-ban megalkotta a dinamitot.<sup>134</sup> A XIX. század második fele jelentős változást hozott a katonai felhasználású robbanóanyagok fejlődésében is. 1885-ben megalkották a pikrinsavat és robbantási kísérleteket folytattak trinitro-toluollal, melynek eredményeképpen a századfordulón szabadalmaztatták a TNT-t.<sup>135</sup> Az új anyagok robbanószerkezetek tölteteként történő alkalmazása forradalmasította lőszergyártást, főként nagy űrméretű tüzérségi gránátokba töltötték. Azonban a robbanószerkezetek felderítésének módszere továbbra is a talajszint alá elhelyezett aknák felderítésére irányult.

A XIX. – XX. század fordulóján az egyre fejlettebb lőfegyverek és tüzérségi eszközök mellett egyre nagyobb számban alkalmaztak aknákat. A Brit hadsereg nagy számban használt nyomásra működő gyalogság elleni aknákat a második búr háborúban 1899-1902 között, hogy megállítsák a Zulu harcosokat Szudánban. Az orosz hadsereg szintén eredményesen alkalmazott aknákat a szárnyak védelme érdekében a támadó japán gyalogsággal szemben az orosz-japán háborúban 1902-1904 között.<sup>136</sup> A pozitív tapasztalatok hatására az aknák és azok alkalmazásának ugrásszerű fejlődése az I. Világháború idején következett be.

---

<sup>132</sup> CROLL 1998: 8-9.

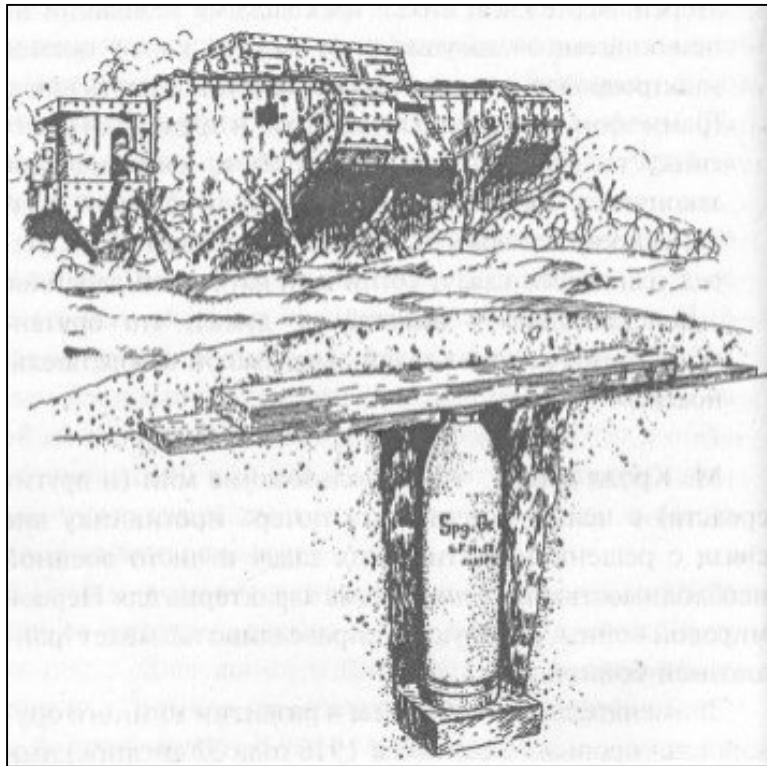
<sup>133</sup> АНДПЕЕВ 1956: 22.

<sup>134</sup> Révai Nagy Lexikona (1916): XIV. kötet Mons-Ottó, Budapest: Révai Testvérek Irodalmi Intézet Részvénytársaság, 497.

<sup>135</sup> LAPAT 2001: 280.

<sup>136</sup> CROLL 1998: 21.

Kezdetben olyan aknákat alkalmaztak, melyek hagyományos tüzérségi gránátokból készültek. Azokat a talajszint alá süllyesztették úgy, hogy a gyújtószerkezetük a talajból kissé kilátszott.



13. ábra: Német tüzérségi lövedékből készített rögtönzött akna

Forrás: VEREMEJEV 2008: 36

Sok esetben alkalmaztak ilyen módszerrel hosszú késleltetésű, akár 48 órás, vegyi gyújtóval szerelt gránátokat is, melyeket hatékonyan alkalmaztak a gyalogság ellen. Mivel ezen eszközök vizuálisan viszonylag könnyen felderíthetők voltak, fontos volt, hogy azokat a védők folyamatosan megfigyeljék és tűzzel fedezzék, ellenkező esetben az erre felkészített csapatok melléhelyezett töltetekkel megsemmisítették azokat.<sup>137</sup> Ezzel párhuzamosan megjelentek a nyomásra működő aknák, de kezdetben azokat csak egyénileg telepítették, ritkán csoportban<sup>138</sup>, az aknamezőben történő alkalmazásuk csak későbbiekben terjedt el. Másik lehetséges módszerként előszeretettel alkalmazták a rálövessel történő „távoli aknamezítését” is. Ezt úgy végezték, hogy az elaknásított területet tüzérségi eszközökkel lőtték és a robbanás átadást kihasználva próbálták az aknákat megsemmisíteni. Azonban ez az eljárás nem minden esetben volt megbízható. Sok esetben a robbanás ereje nem működtette el a talajba rejtett

<sup>137</sup> SLOAN, C. E. E. (1986): Mine Warfare and land, Pergamon Press, London, 17.

<sup>138</sup> KOVÁCS Zoltán (2014): Műszaki Zárak a „Nagy Háborúban”, Műszaki Katonai Közlöny, 24. évfolyam, 2. szám, 99.

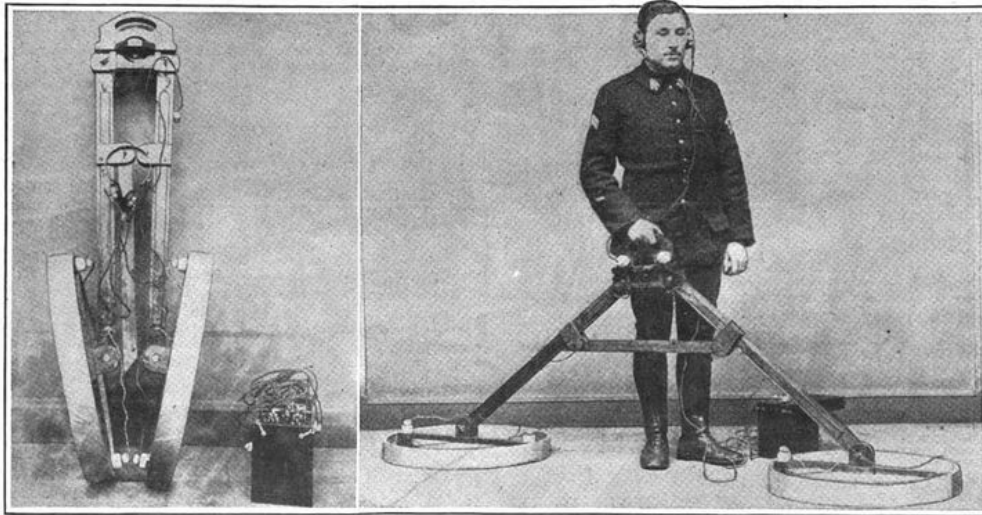
robbanószerkezeteket, hanem szétszórta azokat, vagy részleges robbanást idézett elő, így továbbra is jelentős mennyiségű kezelésre veszélyes eszköz maradt a területen. Különösen igaz ez nagy űrméretű eszközök alkalmazása esetén. A módszer alkalmazásának másik hátránya az volt, hogy a sorozatos robbanások hatására megváltozott a talajfelszín, mely jelentősen befolyásolta annak későbbi járhatóságát.

Az I. Világháborúban a harckocsik megjelenésével jelentősen megváltozott az aknamentesítés rendszere is. Megjelentek a harckocsikra szerelhető aknataposó és aknakifordító eszközök. Első alkalommal az I. Világháború vége felé szereltek aknakifordító ekét a francia Renault FT-17 harckocsira,<sup>139</sup> mellyel jelentősen megnövelték a támadó csapatok sebességét. A háború lezárását követően az aknafelderítési és mentesítési eljárásokat a robbanószerkezetek és robbanószerkezet maradványok kezelésében és megsemmisítésében szerzett tapasztalatok alapján fejlesztették. Tekintettel azonban arra, hogy az I. Világháborúban milyen méreteket öltött az aknák elterjedése, a fent nevezett eszközök harcászati, hadművelleti alkalmazása nem volt ezzel egyenesen arányos. A háború befejezését követően a végrehajtott haditechnikai fejlesztések fő iránya már nem ezen eszközökre összpontosítódott és az aknák és azok felderítése kissé perifériára szorult.

1929-ben a Hollywoodban élő Gerhard Fischer mérnök kifejlesztette a 'metaloszkópnak' nevezett eszközt. Ez egy meglehetősen nehéz, megközelítőleg 10 kg tömegű szerkezet volt. Ennek ellenére kezelése meglehetősen egyszerű volt, nem igényelt semmiféle különösebb előképzettséget. Nagyon népszerű eszköz volt a városi önkormányzatok építésügyi szolgálatainál, ahol a földben eltemetett csővezetékek, sínek, kábelkötegek és egyéb fémtárgyak helyének pontos meghatározására használták. Népszerűsége ellenére, a metaloszkóp katonai alkalmazására nem került, így továbbra is a kézzel történő aknafelderítés és mentesítés maradt az alapvető módszer.

---

<sup>139</sup> SCHNECK, William C.(1998): The Origins of Military mines, part II, The Engeneer Bulletin, <https://fas.org/man/dod-101/sys/land/docs/981100-schneck.htm> (Letöltés: 2020.02.11.)



14. ábra: Metaloszkóp összecukott és működésre kész helyzetben

Forrás: <https://www.mdregion.ru/o-kladoiskatelstve/27-nowosti-poiska/3466-istoria-sozdania-metalloiskatelei-chast-2.html> (Letöltés: 2020. 04. 12.)

A II. Világháború hadviselését már az aknák tömeges alkalmazása határozta meg, olyannyira, hogy a szemben álló felek a műveletek során közel 300 millió aknát telepítettek. Folyamatosan fejlesztették harceszközeiket és azok alkalmazási módját. Az aknatelepítés módszereit a minél nagyobb hatékonyság érdekében matematikai alapokra helyezték. Egyes számítások szerint a II. Világháborúban a harckocsi veszteségek 20%-át az aknák okozták.<sup>140</sup> De a harckocsi elleni aknák mellett egyre nagyobb számban alkalmaztak gyalogság elleni repesz és romboló hatású aknákat is. Annak ellenére, hogy ebben az időszakban a németek voltak az aknatechnika legfontosabb újítói, a brit katonák alkalmaztak először nyomásra működő gyalogsági aknákból kialakított összefüggő aknamezőket Észak- Afrikában az egyiptomi-líbiai határon az olasz erőkkel szemben, hogy lassítsák azok előrenyomulását.<sup>141</sup> A csapatok mozgásszabadságának biztosítása érdekében az aknamezők felszámolása kiemelt fontosságúvá vált. „Az aknák keresése és eltávolítása, kiváltképpen az aknamentesítés rendkívül nehéz, de különösen fontos munka.”<sup>142</sup> Ennek megfelelően a II. Világháborúban minden állam kiemelt jelentőséget fordított a területhez kapcsolódó kutatásfejlesztésre. Különböző programokat hajtottak végre az aknafelderítés és aknamentesítés területén, melyek elsődleges célja a folyamatok felgyorsítása és a feladatban érintett műszaki csapatok túlélőképességének javítása volt. Ebben a folyamatban mérföldkönek számított az indukciós aknakutató eszközök

<sup>140</sup> SLOAN 1986: 23.

<sup>141</sup> CROLL 1998: 55.

<sup>142</sup> GUDERIAN, Heinz (1999): *Riadó! Páncélosok!* Budapest: Kossuth Kiadó, 229.

megjelenése.<sup>143</sup> Az első gépjárműre szerelt indukciós aknakereső eszközt a franciák fejlesztették ki a két világháború közötti időszakban és azt R-35 típusú harckocsira szerelve tesztelték. Ezzel párhuzamosan a brit, az amerikai, a német, az olasz és a szovjet csapatok is jelentős kutatásokat folytattak, melynek célja a hordozható indukciós aknakutató műszer kifejlesztése volt. Szovjet források szerint a Vörös Hadsereg már a II. Világháború kitörése előtt rendelkezett ilyen eszközzel melyet „IZ”<sup>144</sup> -nek hívták. Ezen eszköz továbbfejlesztett változatát rendszeresítették később 1940-ben a Vörös Hadsereg műszaki-utász alegységeinél VIM-210 néven.<sup>145</sup>



15. ábra: Szovjet katonák a Nagy Honvédő Háború alatt VIM-210 műszerrel

Forrás: <https://yandex.com/collections/card/5d287655af206497847a031e/> (Letöltés: 2020.

04. 10.)

A modell különlegessége annak multifunkciós alkalmazási lehetőségeiben rejlett, ugyanis a készlet szétszedhető volt, így annak részegységeit a gyári rudazaton kívül egyéb más eszközre is felszerelhettkék. Erre a célra, a kézi aknamentesítéshez alkalmazott szűrőbot, egy puskacső, de akár egy faág is megfelelt.<sup>146</sup>

<sup>143</sup> STOLFI, Russel H. (1972): Mine and countermine warfare in recent history 1914-1970, report no, 1582, Aberdeen, Ballistic Research Laboratory, 21.

<sup>144</sup> „ИЗ”, Индукционный Зонд, „IZ”, Indukciós Szonda.

<sup>145</sup> „ВИМ-210”, Винтовочный Индукционный Миноискатель, puska indukciós aknakutató.

<sup>146</sup> ВЕРЕМЕЕВ, Юрий Георгиевич. (2008): Мины вчера, сегодня, завтра, Современная школа, Минск, 59.



1942 elejére már az európai hadszínterén harcoló valamennyi nemzet rendelkezett indukciós aknakutató eszközzel.<sup>147</sup>



16. ábra: Amerikai katona PRS-1 indukciós aknakutató műszerrel 1944-ben.

Forrás: <https://www.worldwarphotos.info/gallery/japan/japanese-tanks/type-95-ha-go-tanks-and-california-national-guardsmen-sweeps-for-mines-leyte-1944/> (Letöltés: 2020.04.11.)

A nagyszámú gyakorlati alkalmazásból adódó tapasztalatok alapján egyre fejlettebb műszerekkel látták el a hadművelési területen szolgáló katonákat, ezáltal egyre hatékonyabbá vált az aknafelderítés. 1942 végére már megjelent az eszközök érzékelőinek frekvenciamodulációs változata, amely már rendelkezett a talajhoz való hangolás képességével, így lehetővé tette az adott terület jellegéhez, szennyezettségéhez viszonyított mérések végrehajtását. Az alkalmazott technikai megoldások magas fejlettségét bizonyítja például, hogy az amerikaiak által 1943-ban rendszeresített PRS-1 indukciós aknakutató műszer, kisebb módosításokat és technikai fejlesztéseket leszámítva egészen az 1980-as évek elejéig rendszerben volt az amerikai hadseregben.

Az indukciós aknakutató eszközök alkalmazása nagyban meggyorsította a terület átkutatását. Használatukkal a műszaki csapatok viszonylag rövid idő alatt képesek voltak az aknákkal lezárt területek megtisztítására, vagy azokon biztonságos átkelést biztosító átjáró létesítésére. Tekintettel az ilyen eszközök működési elvére, azok eredményes alkalmazása

---

<sup>147</sup> COLL, Blanche D. et al (2015): U.S. Army in WWII, The corps of engineers, Troops and equipment, Wahington, D.C., CreateSpace Independent Publishing Platform, <https://www.amazon.com/Corps-Engineers-Troops-Equipment-Technical/dp/1514724480> (Letöltés: 2020. 02.13.)

kizárólag fémtartalmú aknák esetében volt lehetséges. Ezt felismerve a szembenálló felek aknafejlesztéseinek célja már a robbanószerkezet működésének hatékony megtartása mellett a minél kisebb fémtartalom elérése volt. Így 1943-ra a hadszíntéren megjelentek a nem fémtestű aknák.

Németországban az aknagyarak tömegével gyártották a nagyon jó minőségű nem fémtestű aknákat. Ilyen volt például a 'Topfmine', melyet alakja miatt általában csak „kenyéraknának” hívtak. Az akna testét barnaszénpor és bitumen keverékéből készítették, de annak egészen különleges változatai is megjelentek, ilyen volt a fajanszból készült 'Topfmine 4531', de ide sorolható a szintén német 'Glassmine 43' is, amely üvegből készült.<sup>148</sup> A szovjet Vörös Hadsereg is nagy számban gyártott nem fémtestű aknákat, ezek jellemzően egyszerűbb anyagokból készültek, például ragasztott fából, a rétegelt lemezből, a kartonból és az egyszerű fahulladékból is. A nem fémtestű aknák elterjedésével az indukciós aknakutató eszközök alkalmazhatósága korlátozódott, melynek következtében ismét előtérbe került a hagyományos kézi aknafelderítés és mentesítés.

A kézzel történő mentesítés megnehezítése érdekében az aknagyártók az aknákat – azok alján vagy oldalán - kiegészítő gyújtófészekkel látták, amelybe húzásra működő gyújtószerkezetet helyeztek el, ezzel biztosították az aknát felszedés ellen. Ilyen feladatra a Vörös Hadsereg eredményesen alkalmazta az 1932-ben kifejlesztett MUV gyújtószerkezetet. 1942-től a szovjet gyújtóhoz nagyon hasonló szerkezetet gyártottak Németországban ZZ 42 és Csehszlovákiában RO-1 néven.<sup>149</sup>

A felszedés elleni biztosítás mellett további gondot jelentett a húzásra működő botlódrótos repeszaknák - a korabeli szóhasználat szerint érintőaknák - tömeges alkalmazása. Az ilyen típusú aknák felderítése, főleg a növényzettel már benőtt területeken kellően időigényes és veszélyes feladat volt.

Németország a világon elsőként légi távaknásító rendszert fejlesztettek ki. 1939-ben a Ju-87 bombázóhoz szórókonténereket fejlesztettek ki és ezekbe a szórókonténerekbe vagy más néven bomba-kazettákba SD-1 illetve SD-2 típusú robbanószerkezeteket helyeztek, volt olyan típus is, mely akkor robbantotta fel a talajon fekvő szerkezetet, ha azt elmozdították a helyéről.<sup>150</sup>

---

<sup>148</sup> BEPEMEEB 2008: 69.

<sup>149</sup> U.o. 47.

<sup>150</sup> LUKÁCS 2002: 31.



17. ábra: Német SD-2 szórt bomba törött szórókonténerben

Forrás: <https://ivagkin.livejournal.com/82869.html> (Letöltés: 2020. 04. 16.)

A robbanószerkezeteket egyrészt gyalogos oszlopok, illetve csoportosítások bombázására használták, másrészt ezzel kívánták megnehezíteni egy adott terepszakasz alkalmazását az ellenség részére. A bomba-kazettákba kerülő robbanószerkezetek nagyobbik hányada egyszerű csapódó gyújtós volt, néhányat szereltek csak késleltetett gyújtóval és mozdításra robbanó gyújtókészülékkel. Bár a németek voltak az elsők, akik a légi távaknásítási rendszert kifejlesztették, de később a többi nemzet is rendelkezett vele és eredményesen alkalmazták például Észak-Afrikában is. A II. Világháború alatt a légi távaknásító rendszert még nem használták aknamezők létesítésére, általában a szórt aknákat gépjármű oszlopok vagy települési körletek ellen alkalmazták. Mivel a szórt aknák a talaj felszínén helyezkedtek el így azok vizuálisan felderíthetőek voltak és azok semlegesítése, tekintettel arra, hogy nem tudták milyen gyújtószerkezetet tartalmaz, az esetek többségében melléhelyezett töltettel történt. De az is előfordult, hogy egy min. 50 m-es kötélre rögzített aknakifordító horoggal mozdították ki a helyzetéből és így idéztek elő robbanást.

A kézi aknamentesítés veszélye és időigényessége miatt a kutatás-fejlesztésben résztvevők egyre nagyobb figyelmet fordítottak a technikai felderítés és mentesítés fejlesztésére. A hatékonyan alkalmazott aknataposó hengerek és aknakifordító ekék mellett egyre szélesebb körben alkalmazták az első világháborúban még prototípusként megjelent, ütőhatású aknamentesítő rendszert, a 'flail'-t. A rendszer lényege, hogy egy páncélvédett alapgépre egy keretre rögzített forgótengelyt vagy dobot szereltek, amelynek felszíne mentén megfelelő távolságban rögzített hosszú láncon lévő különböző formájú ütőfejek helyezkednek el. A szerkezetet nagy sebességgel forgatva heves ütést gyakorol a talajra, melynek

következtében az abban lévő aknák elműködnek, miközben az alapgépben utazó kezelőszemélyzet és maga az eszköz nem szenved károsodást. Ezt hatékonyan, főleg gyalogság elleni aknákkal szennyezett területek mentesítésére alkalmazták 1939-1945 között.<sup>151</sup>

Az előzőekben említett felderítési módszereken kívül a II. világháború előtt és alatt kísérletek folytak az állatokkal támogatott aknafelderítés területén is, ez alapvetően a kutyák alkalmazási lehetőségeinek vizsgálatára koncentrált. Természetesen nem ez volt az első eset, amikor a harcoló felek kutyákat alkalmaztak a harcoló csapatok megsegítésére és a katonai műveletek támogatására. Ha alaposan megvizsgáljuk a történelem folyamán az állatok háborúban betöltött szerepét tekintve rendkívül változatos képet láthatunk.

Már Homérosz műveiben találhatunk utalásokat a kutyák harcok közbeni használatára, bár ebben az időszakban a kutyák főként még csak az üzenetek célba juttatását végezték. Ugyancsak az ókori író, Hérodotosz is megemlíti, a kutyák alkalmazását.<sup>152</sup> Amennyiben a kutyák történelemben betöltött szerepét szeretnénk kicsit jobban megismerni, érdemes a domesztikáció<sup>153</sup> folyamatát kicsit jobban megismerni. Az állatok domesztikációja egy olyan hosszú folyamat, amely minden bizonnyal megváltoztatta az emberek életét, hiszen az ember már a korai időszakban is felismerte a háziasított állatokban rejlő lehetőségeket. Bizonyos állatfajok a fegyveres összeütközések megelőzése, vagy azok megvívása során különféle feladatokra jó hatékonysággal voltak alkalmazhatók.

Konrad Lorenz<sup>154</sup> egy 1950-ben írt könyvében<sup>155</sup> a mai kor tudósaihoz hasonlóan már arra a kérdésre keresett választ: hogyan alakulhatott ki a farkasból (*Canis lupus*)<sup>156</sup> a kutya (*Canis lupus familiaris*)?<sup>157</sup> Számos elképzelés létezik arra vonatkozóan, hogy ez hogyan mehetett végbe és az egyik legérdekesebb kérdés, hogy mindehhez mennyi időre volt szükség. Abban minden e témával foglalkozó kutató egyet ért, hogy egy ilyen jellegű különleges kapcsolat csak is a kölcsönös haszonszerzés elvén alakulhatott ki. Azaz mindkét félnek éreznie

---

<sup>151</sup> A Study of Mechanical Application in Demining (2004): Geneva International Centre for Humanitarian Demining, Geneva, 18.

<sup>152</sup> HÉRODOTOSZ a perentiek és a paeonlak közötti csata beszámolójában írja ezt: „*Ember ember ellen, ló ló ellen, kutya kutya ellen harcolt.*”

<sup>153</sup> Domesztikáció magyarul háziasítás, a vadon élő állatok megszelídítése. Forrás: <https://idegen-szavak.hu/domesztik%C3%A1ci%C3%B3> (Letöltés: 2021. 04. 23.)

<sup>154</sup> Konrad LORENZ (1903-1989) osztrák zoológus, etológus, orvosi-élettani Nobel-díjjal kitüntetett kutató (1973), a modern etológia megeremtője.

<sup>155</sup> A mű eredeti címe: *So kam der Mensch auf den Hund*. Dtv Verlagsgesellschaft mbH&Co.KG, München, 1983.

<sup>156</sup> Egészen pontosan Lorenz a kutya ősenek nem minden esetben a farkast tekintette. Kezdetben úgy gondolta, hogy a lehetséges közös ősz az aranysakál (*Canis aureus*) lehetett, később azonban az aranysakál viselkedésének alaposabb megismerését követően, ezt a gondolatot elvetette. In: SERPELL, James (1995): *The Domestic Dog: Its Evolution, Behaviour and Interactions with People*. Cambridge University Press, Beccles and London, 8.

<sup>157</sup> SZINÁK János–VERESS István (1977): *A kutya ezer arca*. Budapest: Gondolat Kiadó, 9.

kellett az együttéléssel járó pozitív eredményeket, vagyis a közös érdek elengedhetetlenül szükségesek voltak ahhoz, hogy az ősember és a kutya őse térben és időben egy helyen, együtt közös tevékenységet tudjon folytatni.<sup>158</sup>

Egyes nézetek szerint mindebben kulcsszerepet játszhatott a letelepedett ember környezetében megjelent ételmaradék illetve szemét. Az őskutya számára vonzó lehetett a könnyű táplálékszerzés lehetősége és a környezet egyfajta biztonsága is. Az emberrel történő interakció során, az ember és a kutya egyaránt, mindkét fél számára előnyös változásokon ment keresztül, vagyis egymással koevolúcióban<sup>159</sup> fejlődtek.<sup>160</sup> Vagyis a háziasítás folyamata egyaránt hatott az emberre és kutyára, illetve ezen túlmenően a társadalomra, a szokásaikra és a közösségben betöltött szerepeikre illetve az őket körülvevő környezetre is. A kutyák nagyban hozzájárultak az emberi csoport túléléséhez és megfigyelésük segítette az embert saját fejlődésében.<sup>161</sup> A háziasítás folyamata közbeni tudatos mesterséges szelekció a kutyák tulajdonságainak minőségi változását idézte elő. A folyamat során az ember a számára előnyös tulajdonságokkal rendelkező egyedeket kiválasztotta és azokat tovább örököltette és ez tette lehetővé a kutyák katonai feladatokra történő alkalmazását is.

Azonban a kiképzett kutyák modern katonai célokra történő alkalmazása elsőként a 19. század közepén valósult meg Franciaországban. 1872-ben 10 airedale terriert és 10 skót juhászt vásároltak próbaképen, majd a kedvező tapasztalatok hatására a későbbiekben már nagyszámú szolgálati kutyát alkalmaztak, alapvetően őrző-védő feladatokra. A szolgálati kutyák alkalmazása a 19. század végén és 20. század elején került újra előtérbe, amikor a Német Császárság, az Osztrák-Magyar Monarchia, valamint Oroszország is szolgálatba állította őket. Ekkor már nem csak üzenetek továbbítására és őrző-védő feladatok ellátására alkalmazták őket, hanem a katonai képességek szélesebb körű támogatására is. A különleges feladatokra meghatározott fajtájú kutyákat válogattak ki.

Az I. Világháború idején híradások számoltak be arról, hogy 1915-ben a nyugati és a keleti harctéren szolgáló német csapatoknál már több mint 300-300 úgynevezett egészségügyi kutya szolgált.<sup>162</sup> A német hadvezetőség felismerve a kutyákban rejlő lehetőségeket, e képességek további fejlesztését határozta meg. Ennek megfelelően 1916-ban már 3000

---

<sup>158</sup>SZINÁK János–VERESS István (2006): *Kutyatár*. Budapest: Arcanum Adatbázis Kft.,

<https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/kutyatar-kutyatar/ch03.html#id634337> (Letöltés: 2018. 11. 08.)

<sup>159</sup> A koevolúció jelentése a biológiában két faj egymással kölcsönhatásban történő fejlődése. <https://idegen-szavak.hu/koevol%C3%BAci%C3%B3> (Letöltés: 2021. 04. 23.)

<sup>160</sup> MIKLÓSI Ádám (2010): *A kutya viselkedése, evolúciója és kogníciója*. Budapest: Typotex, 161.

<sup>161</sup> U.o. 163-164.

<sup>162</sup> *Állatvédelem* (1915): az Országos Állatvédő Egyesület Kiadványa, XII. évfolyam, 5-6. szám, 24.

vöröskeresztes kutya és kutyavezető teljesített szolgálatot a német hadseregben. Fő feladatuk tárgyak, felszerelések hordására és a sebesültek (hangtalan) felkutatása volt.

A II. világháború már differenciáltabb feladatok elvégzését tette szükségessé a négylábúak számára. Egyes források szerint a Szovjetunióban kísérleti jelleggel már 1938-ban képezték robbanóanyagok felkutatására alkalmas kutyákat. A szovjet- finn „téli háborúban” 1940 tavaszán már éles körülmények között alkalmaztak kutyákat aknák keresésére és a pozitív tapasztalatokat felhasználva a képességet továbbfejlesztették és nagy létszámban alkalmaztak kutyákat a Nagy Honvédő Háború idején is az aknafelderítési feladatokban. Sajnálatos tény, hogy a Vörös Hadsereg nem csak keresési feladatok során alkalmazott kutyákat, hanem sok esetben támadó fegyverként is bevetették őket a német harcjárművekkel szemben úgy hogy, a kutyák testére robbanótöltetet erősítettek, amelyhez általában döntőpálcás működési elvű gyújtószerkezetet erősítettek. Amikor a kutya a harcjármű alá ért a gyújtószerkezet működésbe hozta a robbanószerkezetet, ezáltal rombolva a harcjárművet.



*18. ábra: Szovjet aknakereső kutya a Nagy Honvédő Háborúban.*

*Forrás:*

<https://smolbattle.ru/threads/%D0%A1%D0%BE%D0%B1%D0%B0%D0%BA%D0%B8-%D0%BD%D0%B0-%D1%81%D0%BB%D1%83%D0%B6%D0%B1%D0%B5-%D0%B2-%D0%B0%D1%80%D0%BC%D0%B8%D0%B8.590/page-8> (Letöltés: 2021.11.12.)



19. ábra: „Tankelhárító” kutyák kiképzése

Forrás: <https://odnarodyna.org/content/priblizhaya-pobedu-groznye-i-geroicheskie-psy-voyny?page=10> (Letöltés: 2021.11.12.)

A keresési feladatokra kiképzett kutyák fontosságát bizonyítja, hogy a II. Világháború alatt már komoly egészségügyi kutatások zajlottak az állatok harctéri védelme érdekében, illetve a szükséges kezelésüket érintően. A harctereken a különböző feladatokat különböző méretű és fajtájú kutyák látták el. A feladatra történő kiválasztásuk már egy előre meghatározott kiválasztási szempontrendszer alapján történt. A világháborúk után a katonai kötelékeknél szolgáló kutyák szerepe továbbra is fontos maradt. A későbbi katonai konfliktusokban<sup>163</sup> is eredményesen alkalmazták őket.

A II. Világháború alatt az emberiség történelmében soha nem látott mennyiségű robbanószerkezetet alkalmaztak. A robbanószerkezetek felderítése és mentesítése a harcokkal egyidejűleg folyamatosan haladt. Különösen igaz volt ez a városi harcokra, hiszen a műveletek sikerességének alapja volt a közterületek és épületek átvizsgálása és aknacsapdától való mentesítése.<sup>164</sup> Azonban ez a tevékenység kizárólag a műveletek eredményes befejezéséhez szükséges szintre korlátozódott, így a területek teljes megtisztítása nem történt meg. Ebből következően a világháború befejezését követően a katonai kötelékek fő feladata az országok területeinek lőszer- és aknamentesítése volt.

A harctevékenységek körzeteiben több millió fel nem robbant aknavető gránát és tüzérségi lövedék, gyalogsági lőszer és kézigránát maradt vissza. Ezek többsége kilőtt, de fel nem robbant szerkezet volt, melyek nagyszámban előfordultak elhagyott tüzelőállások, egykori lőszerellátó pontok és ideiglenes tábori raktárak területén vagy utak mentén.<sup>165</sup> A nagyvárosok

<sup>163</sup> Például Koreában, Vietnámban, Irakban és Afganisztánban is a kutyák hasznos segítői voltak a katonai kötelékeknek.

<sup>164</sup> BUCSÁK Mihály et al.(2015): 70 év az életveszély árnyékában, a magyar tüzserész- és aknakutató alakulatok története 1945-2015, Budapest: Zrínyi Kiadó, 29.

<sup>165</sup> HORVÁTH 2018: 73.

romeltakarítását és az infrastruktúra újjáépítését sok esetben akadályozták az épület romjai alá több méter mélységben befúródott légibombák és nagy űrméretű romboló tüzérségi gránátok.

Az egyes országok politikai és katonai vezetése a kezdetekben kellőképpen fel sem tudta mérni a robbanóeszközök által okozott veszélyeztettség fokát, méretét, valamint felszámolásának bonyolultságát, erő és eszközigényét valamint gyakorlati lehetőségeit. Mivel ezt megelőzően ehhez hasonló, az egész ország területére kiterjedő ilyen mennyiségű, robbanó veszélyforrás nem fordult elő, az azok felderítésére és hatástalanítására szolgáló tapasztalatokkal az újonnan megalakult hadseregek vezetése nem rendelkezett. Az akna- és lőszermentesítés jelentős veszteséget okozott, hiszen a jelentések összesítése alapján, a területen maradt robbanószerkezetek 49 %-a fokozottan veszélyesnek minősült.<sup>166</sup>

Az egyre nagyobb számban előforduló emberi áldozatok megerősítették a területek akna- és lőszermentesítésének szükségességét. Az óriási mennyiségű hátrahagyott veszélyes hadianyag felderítése és megsemmisítése óriási feladat elé állította a katonai kötelékeket.<sup>167</sup> A háború magyarországi befejezésétől 1946 novemberéig például a tűzszerész és aknakutató alegységek Magyarországon több mint 2500 tonna veszélyes robbanószerkezetet távolítottak el.<sup>168</sup> A II. világháború utáni években a mentesítés és hatástalanítás feladatainak biztosításához szükséges technikai felszerelések gyártásán túl, tekintettel a két győztes nagyhatalom egyre erősebb szembenállására, a szembenálló tömbök és befolyásolási övezetek kialakulására, a katonai fejlesztések a minél hatékonyabb robbanószerkezetek kifejlesztésére irányultak.

1946-ban kirobbant az Indokínai-háború a Francia Gyarmati hadsereg és Viet Minh<sup>169</sup> között. A nyolc éven át tartó háború első éveiben gyenge intenzitású gerillaháború volt. A Viet Minh csapatai főleg aknákat és meglepőaknákat alkalmaztak, de nem túl nagy számban. A harcoló felek felszereléseinek fejlesztése eredményeként 1949-re a korábbi gerillaháborút felváltotta két szembenálló modern fegyverekkel felszerelt hadsereg háborúja, ahol tömegével alkalmaztak aknákat a katonai műveletek során. A konfliktus kiterjedt a szomszédos Laosz és Kambodzsa területére is, ahol szintén óriási területek váltak aknaszennyezetté. Mindezek ismeretében kijelenthető, hogy a II. világháború után közvetlenül létrejött háborúkban és fegyveres konfliktusokban a robbanószerkezetek felderítése még mindig főleg az aknákra és

---

<sup>166</sup> HALASSY Géza (1978): Az ország akna- és lőszermentesítése (1945-1980 között), Honvédelem, 39. évfolyam, 11. szám, 104.

<sup>167</sup> A magyarországi tűzszerész mentesítés helyzetéről számos beszámolót tartalmaz HAJDU-RÁFIS János (2006): Aknászok, tűzszerészek. Hős magyar honvédek a II. világháborúban és a következő években. Mezőkövesd: Legatum kiadó, című könyve.

<sup>168</sup> GELLÉRT Tibor (1981): Tűzszerészek és aknakutatók. Budapest: Zrínyi Katonai Könyv- és Lapkiadó, 14.

<sup>169</sup> A Viet Minh, a Ho Si Minh vezetése alatt álló Liga Vietnám Függetlenségéért szervezet.



aknamezőkre irányult, és kizárólag a talajszint alá rejtett vagy a talaj felszínén lévő különféle típusú aknák felkutatására és megsemmisítésére korlátozódott. Ezen feladatokat továbbra is katonai kötelékek hajtották végre a műszaki támogatás részeként vagy a fegyveres konfliktus lezárását követően a terület biztonságossá tétele érdekében.

Az aknák és más robbanásveszélyes eszközök - ideértve a lőszereket, robbanószerkezeteket, katonai felszerelést, a háború egyéb robbanóanyag-maradványait, valamint a rögtönzött robbanószerkezeteket - a katonai műveletek alatt és azok befejezését követően is veszélyt jelentenek egész világon.

A XX. század történelmére során, az alkalmazott robbanószerkezetek mennyisége és azok változatossága soha nem látott méreteket öltött. A hadi anyagok mennyiségének egyre nagyobb arányú felhasználását mutatja, hogy a Vietnámi-háború idején a legyártott TNT hadipari felhasználása 1972-ben 500 000 font volt, ez a mennyiség 1985-re 1 millió fontra nőtt. Az Öböl-háborúban pedig 10 millió fontra emelkedett, és ezen a szinten is maradt az Iraki Szabadság hadművelet<sup>170</sup> 2011-es befejezéséig.<sup>171</sup> A XX. század második felétől napjainkig a robbanószerkezetek alkalmazásában óriási fejlődés tapasztalható, mind az alkalmazásuk mind pedig az ellenük való védekezés eszköztárában megtalálhatóak a legmodernebb technikai eszközök. Az utóbbi évtizedek fontos változása, hogy a robbanószerkezetek jelentette veszély már nem csak a katonai konfliktusokban jelenik meg, hanem a terrorizmus révén, a mindennapi életünk részévé vált. Ebben a megváltozott biztonsági környezetben, a robbanószerkezetek felderítése más megközelítésbe került. Az esetek többségében a felderítés már nem kizárólag a katonai gyakorlat szerinti mozgástámogatás részeként, vagy a területek megtisztításakor játszik szerepet, hanem preventív céllal, egy valószínűsíthető cselekmény bekövetkezését hivatott meggátolni, mint például létesítmények védelmében, illetve rendezvények vagy kiemelten fontos személyek biztosításával kapcsolatban.<sup>172</sup>

A hidegháború időszakát a szembenálló felek állandó versengése jellemezte, amelynek részét képezte a fegyverkezési verseny is. A versengés technikai és taktikai téren egyaránt folyt.<sup>173</sup> Ez sok új tudományos felfedezést eredményezett, amelyeket felhasználva mindkét

---

<sup>170</sup> Angolul *Operation Iraqi Freedom*, vagy ahogyan gyakran nevezik az „iraki háború”, egy nyolc évig elhúzódó fegyveres konfliktus volt, amely 2003-ban kezdődött az Egyesült Államok által irányított katonai koalíció által Irakba indított invázióval, amely megdöntötte Szaddám Huszein kormányát.

<sup>171</sup> MALLON, Tim et al. (2019): *Explosives and Propellants, Occupational Health for the Service Member*, Chapter 28, Borden Institute, San Antonio, 564.

<sup>172</sup> SZATAI 2019: 122.

<sup>173</sup> SZATAI Zsolt József-HORVÁTH Tibor (2021): *A robbanószerkezetek felderítésének története 2. (1951-től napjainkig)*, Honvédségi Szemle, 149. évfolyam, 1. szám, 101-115.

oldalon egyre fejlettebb harceszközök jelentek meg, de ezzel párhuzamosan megjelentek a másik oldalon az ellene történő védekezés eszközei is. Példaként lehet megemlíteni az interkontinentális ballisztikus rakétákat és az azokat elhárító rendszereket, vagy az egyre fejlettebb aknákat és aknakutató eszközöket is.

A hosszú kutatások és kísérletek eredményeként a Szovjetunióban megalkották az IMP<sup>174</sup> aknakutató műszert, amelyet 1969-ben a Tomski Kutatóintézet sorozatgyártásban kezdett gyártani.



20. ábra. IMP típusú indukciós aknakutató műszer

Forrás: <https://guns.allzip.org/topic/216/1404984.html> (Letöltés: 2018. 11. 27.)

A készülék tökéletesen megfelelt a katonai alkalmazás követelményeinek, rendkívül egyszerű és megbízható volt, valamint különféle áramforrásokról lehetett működtetni. Az IMP műszer nagyon hamar közkedvelt lett, különösen azért, mert automatikus hangolással rendelkezett, azaz nem igényelt állandó hangolást, így akár az új műszer kezdeti hangolása elegendő volt a teljes „életciklusa” alatt is.<sup>175</sup> Az eszközt a Varsói Szerződés minden tagállamában rendszeresítették, a Magyar Néphadsereg is nagy számban rendelkezett vele.

<sup>174</sup> IMP, oroszul ИМП, Индукционный Миноискатель Переносной, hordozható indukciós aknadetektor.

<sup>175</sup> История создания металлоискателей: отечественное развитие, <https://www.mdregion.ru/o-kladoiskatelstve/28-rasskazi-kladoiskatelstvo/3475-istoria-sozdania-metalloiskatelei-chast-3.html> (Letöltés: 2020. 04. 16.)

Érdekes tény, hogy a korszerűsített IMP-2 aknakutató műszer még mindig sok államban rendszerben van. A későbbiekben az IMP alternatívájaként egy újabb aknakutató műszer került kifejlesztésre PBM néven, amelynek működési elve teljesen eltért a korábbiaktól.

Az új eszköz egy hordozható rádióhullám alapú érzékelő volt, melynek segítségével a gyalogsági- és harckocsi elleni aknák felderítése lehetségessé vált, bármilyen felületen vagy talajösszetételnél. Az aknakutató műszerek fejlesztésével kapcsolatos kísérletek gyakran szokatlan megoldásokat is eredményeztek. Ilyen például a Szovjetunióban 1969-ben rendszeresített DIM<sup>176</sup> közúti indukciós aknakutató egység, amelyet általában egy hagyományos terepjáró képességű gépkocsira szereltek, de alkalmazták gyalogsági harcjárműre szerelt változatban is.



21. ábra: Indukciós aknakutató egység BRDM-2 harcjárműre szerelve

Forrás: [https://www.mycity-](https://www.mycity-military.com/slika.php?slika=192952_162477311_DIM%20na%20BRDM2.jpg)

[military.com/slika.php?slika=192952\\_162477311\\_DIM%20na%20BRDM2.jpg](https://www.mycity-military.com/slika.php?slika=192952_162477311_DIM%20na%20BRDM2.jpg) (Letöltés: 2020.04.12.)

Az 1960-as években nem csak az aknafelderítés gépesítése kezdődött el, hanem a gépi aknatelepítő eszközök kifejlesztése is. A szovjet fejlesztők voltak azok, akik a korábbi egyszerű aknacsúszdák helyett kifejlesztették a PMR-2 és a PMR-3 vontatható aknatelepítőt. Ez utóbbi eszköz már képes volt élesíteni is az aknákat, és az előre beállított 4.0, vagy 5.5 m távolságban

---

<sup>176</sup> DIM, oroszul ДИМ, Дорожный Индукционный Миноискатель, közúti indukciós aknakutató.

azt a föld felszínére vagy a föld alá telepíteni.<sup>177</sup> Hasonló eszközöket fejlesztettek ki a világ más országaiban is. Ezen időszak alatt a két nagyhatalom gyakran adott el fegyvereket egy harmadik országnak vagy támogattak egy-egy országban egymással szembenálló csoportokat, hogy kipróbálják fegyverrendszereik hatékonyságát, és a tapasztalatokat felhasználva tovább fejlesszék azokat. Minderre jó példa az 1955-1975 között lezajlott Vietnámi-háború.

A Vietnámi-háború alapjaiban új környezetet teremtett a robbanószerkezetek alkalmazása és azok felderítése terén. Új eljárásrendek jelentek meg, és ez által megváltozott a hadviselés jellege. A harcok egy arcvonal nélküli hadszíntéren folytak, és azokat az aszimmetria jellemezte. A korábban az indokínai háborúban (1946-1954) a francia gyarmati hadsereggel szemben eredményesen alkalmazott eljárásokat a VietKong<sup>178</sup> elkezdte ismét alkalmazni, illetve tovább is fejlesztette azokat. Nem telepítettek összefüggő aknamezőket a területek lezárása érdekében, hanem helyette kisebb aknacsoportokat vagy meglepő aknákat, „Booby Traps”-eket<sup>179</sup> alkalmaztak, melyek illeszkedtek az amerikai csapatok fő mozgási útvonalaihoz. A háború első hónapjaiban az amerikai tengerészgyalogság veszteségeinek 65-75 %-át az aknák és a Booby Traps-ek okozták.<sup>180</sup>

A Booby Traps egy rögtönzött módon előállított sajátos robbanó rendszer. Telepítésének fő célja a bizonytalanság és a félelem kiváltása az ellenségben, illetve a társadalom egyes csoportjaiban. Az ilyen robbanó csapdák alkalmazása, ellentétben a terrorszervezetek által készített robbanószerkezetektől, nem egy meghatározott személy ellen, hanem inkább csoportok tagjai ellen irányul.<sup>181</sup> Általában húzásra vagy teherelvételre működő gyújtószerkezettel szerelik, szabvány katonai eszközök vagy házilag előállított szükséganyagok felhasználásával. *„A meglepő akna úgy van megkonstruálva, vagy úgy van összeszerelve, hogy váratlanul működésbe lépve halált, sebesülést vagy kárt okozzon, amikor egy személy egy nyilvánvalóan veszélytelennek tűnő dologgal végez tevékenységet.”*<sup>182</sup>

---

<sup>177</sup> LUKÁCS 2002: 34.

<sup>178</sup> A Vietkong, a Dél-vietnámi Nemzeti Felszabadítási Front közismert megnevezése.

<sup>179</sup> Booby Traps vagy meglepő akna, olyan rögtönzött robbanószerkezet, amelyet általában az áldozat hoz működésbe.

<sup>180</sup> FMFRP 13-43 (1989): Professional Knowledge Gained from Operational Experience in Vietnam, 1969, Special Issue, Mines and Boobytraps, Department of the Navy, Headquarters United States Marine Corps, Washington DC, 1.

<sup>181</sup> MUELLER 1995: 47.

<sup>182</sup> 1997. évi CXXXIII. törvény a „Mértéktelen sérülést okozó vagy megkülönböztetés nélkül hatónak tekinthető egyes hagyományos fegyverek alkalmazásának betiltásáról, illetőleg korlátozásáról” szóló egyezmény és a hozzá csatolt jegyzőkönyvek kihirdetéséről rendelkező 1984. évi 2. törvényerejű rendelet módosításáról és kiegészítéséről, 2. cikk, 4., kihirdetve: 1997. XII. 10.

A robbanószerkezetek alkalmazásának ilyen irányú változása az azok felderítésére irányuló módszerek és az ellenük való védekezés eljárásrendjének megváltozását is eredményezte. A klasszikus robbanószerkezet-felderítést ellentévékenységek komplex rendszere egészítette ki, melyek célja az volt, hogy csökkentsék a VietKong lehetőségeit a robbanószerkezetek telepítésére, illetve a már telepített eszközök könnyebben felderíthetők legyenek, ezáltal csökkentsék a veszteségeket. Alapvetően fogalmazták meg, hogy a legjobb védelem a robbanószerkezetek ellen a felkészített és éber katona.<sup>183</sup>

Ez a megközelítés teljesen új alapokra helyezte a robbanószerkezetek felderítését, az már nem kizárólag a műszaki csapatok egyik feladatáé, hanem minden tengerészgyalogos feladatává vált, természetesen bizonyos mélységig. Az egyéni felkészítés azon ismereteket foglalta magába, melyek segítségével a katonák felismerték a terepen az aknák és a Booby Traps-ek telepítésére utaló jeleket, melyek következtében új magatartásformák összességét vezették be, azok alkalmazásával pedig a veszteségek csökkenthetőek voltak. Ilyen volt a kötelező sisak és mellény használat, a nagyobb tér- vagy távköz tartása a gyalogos járőr tagjai között, vagy a gépjárművek homokzsákkal történő megerősítése. Alapvető szabályként bevezették az emléktárgyak gyűjtésének tilalmát. Hiszen a Booby traps-ek telepítésének fő szempontjai a kíváncsiság felkeltése, a vizuális ingerkeltés és a „csalétek elv” voltak, azaz bármelyik emléktárgy vagy látszólag hátrahagyott eszköz lehet meglepő akna is.<sup>184</sup>

A robbanószerkezetek elleni küzdelem másik fő iránya a lehetséges telepítő erők felderítése, és ezáltal a robbanószerkezetek elhelyezésének megakadályozása volt. Ez a feladat kellőképpen nehéz volt, hiszen a felkelők otthonosan mozogtak a dzsungelben. A felderítés érdekében az amerikai csapatok sűrítették a járőrözést és a helyi falvak ellenőrzését, továbbá hordozható mozgásérzékelő szárazföldi radarokat alkalmaztak, de sok esetben helyi informátorokra is támaszkodtak.

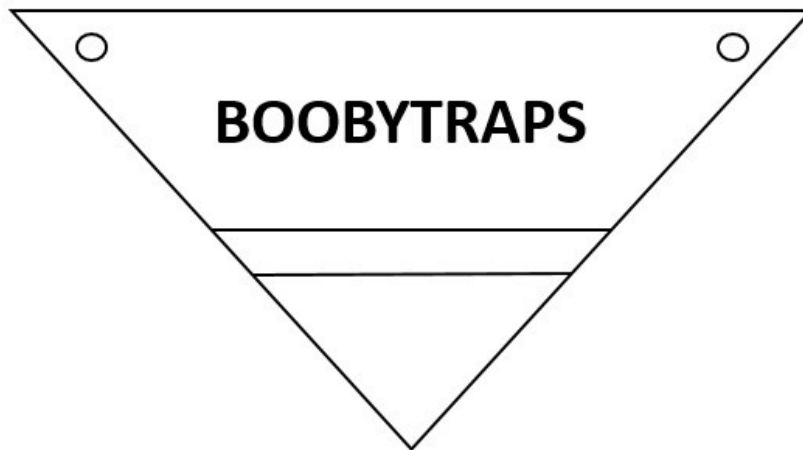
Az egyébként is nehéz terepen folytatott műveleteket megnehezítette, hogy az ellenállók előszeretettel alkalmaztak botlórótos indítású robbanószerkezeteket, melyek felderítése meglehetősen nehéz volt a magas aljnövényzetben. Ennek a megkönnyítésére kutyákat használtak. A kereső-kutyák derítették fel a robbanószerkezeteket, de sok esetben jelzést tettek, amikor érzékelték a telepítő szagmaradványait vagy a botlórótót. Az alkalmazásuk

---

<sup>183</sup> FMFRP 13-43 1989: 2.

<sup>184</sup> U. o. 15.

hatékonyságát mutatja, hogy a hadszíntéren elvesztett kutyák mindössze 6 %-a pusztult el akna vagy meglepő akna robbanásának következtében.<sup>185</sup>



22. ábra: Meglepőaknákkal szennyezett terület jelzése

Forrás: a szerző szerkesztése az FM 5-31 (1965): *Booby Traps*, Headquarters Department of the Army, Washington D. C., 1965 alapján

Az ilyen módon előtalált robbanószerkezetek hatástalanítása továbbra is a műszaki vagy tűzszerész alegységek feladata volt. Ezen egységek feleltek a csapatok előtti területek biztonságossá tételéért, az ott elhelyezett robbanószerkezetek felderítéséért, azok hatástalanításáért vagy a területen biztonságos átjáró létesítéséért. A szakfeladathoz általában a kézi aknamentesítéshez alkalmazott utásztör és dobókörte, illetve aknakifordító horog mellett indukciós aknakutató eszközöket is alkalmaztak. Az AN/PRS-3 indukciós aknakutató műszer mellett alkalmazták az AN/PRS-4 műszert is. Azonban mindkét modellnek azonos hiányosságai voltak. Sok esetben jelzést adtak kis fémszennyezettségre is, ami lehetett egy repeszdarab vagy akár egy jelzőrakéta burkolata, de jelezték a műszerek a talajban lévő vastagabb gyökereket vagy nagyobb talajegyenetlenségeket is.<sup>186</sup> A mentesítést végző szakcsapatoknak sok esetben nem volt elég képességük a robbanószerkezetek semlegesítéséhez, így gyakran a szennyezett területeket szalaggal kerítették körbe, és azt egyértelmű táblákkal jelölték meg, így jelezve a járőrök számára a veszélyes területeket.

---

<sup>185</sup> FMFRP 13-43 1989: 14.

<sup>186</sup> FM 5-31 1965: 120.

Ezt a megoldást a későbbiekben is alkalmazták más műveleti területeken is és amennyiben a művelet jellege és dinamikája megengedte a mentesítés csak a katonai műveletek befejezése után kezdődött meg. De előfordult olyan is, mint az aknaprobléma egyik sajátosan érdekes megközelítése, egyben különleges megoldási lehetősége, hogy a sérülések megakadályozása érdekében bekerítették és megjelölték a veszélyes területeket, de azokat a későbbiekben sem mentesítették. Ezt a megoldást az Egyesült Királyság alkalmazta a Falkland-szigeteken, mivel az aknák mentesítése túl nagy erő és eszközráfordítással járt volna, szemben annak gazdasági hasznával. Amikor 1982-ben az argentin erők megtámadták a Falkland-szigeteket, az Egyesült Királyság tengerentúli területét, nagyságrendileg 30 000 aknát telepítettek védelmi céllal 146 különböző aknamezőben.<sup>187</sup>

A brit és argentin műszaki csapatok a brit győzelmet követő hetekben megkezdték a területek kézi aknamentesítését, de a mentesítés közbeni halálesetek és súlyos sérülések miatt azt néhány hét múlva leállították. Később a kézi felderítés és mentesítés kiváltására aknakereső kutyákat és speciális technikai eszközöket vetettek be, de a szélsőséges időjárás miatt azok használata nem bizonyult sikeresnek. Összességében az aknák közel 70 %-át eltávolították, de tekintettel arra, hogy a még mentesítetlen területek szociális és gazdasági hatása elhanyagolható, a további műveletek folytatása bizonytalanná vált.<sup>188</sup>

A XX. század második felének egyik legnagyobb mennyiségű hadianyag felhasználása, kétségtelenül az 1979-1989 között lezajló szovjet-afgán háborúhoz köthető. A háború tíz éve alatt a szovjetek szinte a teljes fegyvertárukat felvonultatták a siker elérése érdekében, míg az afgán ellenállók mögött álló amerikaiak szintén minden lehetséges eszközzel támogatták azokat. A műveletek közben milliós nagyságrendben telepítettek aknákat a talajszint alá, és a távaknásító rendszerek lehetőségeit kihasználva a talajfelszínre is. Az aknák mellett a szovjet erők megszámlálhatatlan mennyiségű kazettás bombát szórtak az ellenállók feltételezett állásaira és körleteire, míg azok a vietnámihoz hasonló módszerekkel meglepő aknákat telepítettek a szovjetek ellen. A veszélyes hadianyagok felderítése és mentesítése a műveletek biztosítása érdekében folyamatosan zajlott, alkalmazva a kézi, a műszeres és a gépi lehetőségeket. Azonban a bevetett hadianyagok számához képest jelentéktelen mennyiségű eszköz és szennyezett terület került mentesítésre.

---

<sup>187</sup> Landmine Monitor Report 2019: 697.

<sup>188</sup> Falkland's Demining Project fourth phase draws to a close, <https://en.mercopress.com/2016/02/24/falkland-s-demining-project-fourth-phase-draws-to-a-close>, (Letöltés: 2020.03.27.)

Az Afganisztán elleni szovjet intervencióhoz a humanitárius aknamentesítés létrejötte is szorosan kapcsolódik. A szovjet csapatok kivonulásának kezdetekor, 1988. októberében, az Amerikai Egyesült Államok kollektív fellépést kezdeményezett az Egyesült Nemzetek Szervezeténél a háborúból visszamaradt robbanószerkezetek, elsősorban az aknák felderítését és hatástalanítását illetően. Az afganisztáni háborúval közel azonos időben zajló iraki-iráni háború szintén megerősítette a kollektív fellépés szükségességét. Az iráni kormányzat hivatalos jelentései szerint a háború alatt az ország északi határszakaszán közel 16 millió aknát telepítettek.<sup>189</sup> Az irak-iráni határ másik oldalán sem volt jobb a helyzet, hiszen Irak nem csak felhasználó, de aknagyártó országnak is számított, így óriási készlet hadianyag állt rendelkezésére. A háború befejezése után az Iraki Kurdisztán területén, illetve a Kuvaiti határszakasz közelében a hátrahagyott aknák hatására számos baleset történt, amely szintén a figyelem középpontjába helyezte a kollektív aknamentesítés szükségességét.<sup>190</sup>

Az együttes fellépés egy teljesen új korszakot nyitott az aknaprobléma kezelésében, hiszen ezt megelőzően az aknamentesítést kizárólag nemzeti szinten hajtották végre. Az új megközelítés már nem kizárólag katonai feladatként határozta meg az akna- és lőszermentesítést, hanem civil szervezetek részvételét is tartalmazta. Az erre a feladatra létrejött első szervezet, a „HALO<sup>191</sup> Trust” volt 1988 végén, de nem sokkal később megalakult a MAG<sup>192</sup> is. Az új megközelítés nem kizárólag csak abban jelentkezett, hogy az aknaprobléma kezelése nem kormányzati szervek részvételével kollektív fellépésen alapult, hanem, hogy az aknafelderítésen és mentesítésen túlmenően tartalmazta a sérülések megakadályozására irányuló információs és oktatási feladatokat is.<sup>193</sup>

A humanitárius aknamentesítés megjelenése, új lendületet adott a területhez kapcsolódó technológia fejlődésének, hiszen a kézi aknamentesítés módszerének megtartása mellett egyre nagyobb figyelmet fordítottak a technikai felderítés és hatástalanítás fejlesztésére. Ennek keretében megkezdődött a korábban már katonai konfliktusokban eredményesen alkalmazott buzogányos aknamentesítő „flail” rendszerek fejlesztése. A humanitárius aknamentesítő eszközökkel szemben már nem volt követelmény a szigorú katonai megfelelés, mint például a páncélvédettség, így méretében lényegesen kisebb és egyszerűbb eszközöket tudtak kifejleszteni. A fejlesztőknek azonban figyelembe kellett venni azt, hogy a szerkezet működési

---

<sup>189</sup> Landmine Monitor Report 2019: 885.

<sup>190</sup> U.o. 887.

<sup>191</sup> A szervezet megnevezése angolul *Hazardous Area Life-support Organisation*, angol rövidítése *HALO*.

<sup>192</sup> A szervezet megnevezése angolul *Mine Advisory Group*, angol rövidítése *MAG*.

<sup>193</sup> *A Guide to Mine Action* (2004): 2. edition, Geneva International Centre for Humanitarian Demining, Geneva, 22.



elvéből adódóan a talaj felső 5-25 cm-es rétegét - ami lényegében a termő réteg - egyszerűen lenyesi. Ez hagyományos katonai alkalmazásban nem probléma, azonban a humanitárius aknamentesítésnél fontos szempont, hiszen a mentesítés után a területet mezőgazdasági termelésbe szeretnék bevonni.<sup>194</sup> Későbbiekben a kezelőszemélyzet biztonságának fokozása érdekében fontos szempontként jelent meg az eszközök távolról történő irányíthatósága is. Az ilyen eszközöket eredményesen alkalmazták Európában, Ázsiában és az Afrikában egyaránt.

Az afrikai kontinens országai közötti kapcsolatokat 1957-től napjainkig a gyarmati függetlenség elnyerése, az önállósodási törekvések valamint az állandó területviták és polgárháborúk jellemzik. Egyes források szerint a világon jelenleg közel 600 féle különböző akna létezik és ezek szinte mindegyike megtalálható az afrikai kontinensen<sup>195</sup>, melyek mentesítése a korábban ismertetett módszerekkel zajlik.

Az 1980-as évek végén bekövetkezett enyhülést követően, a Szovjetunió 1991-ben bekövetkezett felbomlását követően az egyetlen szuperhatalom az Amerikai Egyesült Államok maradt. Megszűnt a hidegháború időszaka, de az első jelentős fegyveres konfliktusra mégsem kellett sokat várni. 1991. január. 17-én kezdetét vette a „Sivatagi Vihar” hadművelet és elkezdődött az öbölháború. A légitámadásokat követően Irak területére behatoló szövetséges csapatok manővereit nem csak az iraki hadsereg által telepített robbanó műszaki záruk nehezítették, hanem a korábbi iraki-iráni háborúból visszamaradt aknák is, ugyanis a kuvaiti határ közelében számos aknásított terület maradt mentesítetlenül. Az Amerikai Egyesült Államok hivatalos adatai szerint 34 katona vesztette életét és további 143 sérült meg az Öbölháború katonai műveletei alatt aknák, fel nem robbant tüzérségi lövedékek és kazettás bombák robbanásának következtében. Ez az összes veszteség 13% -át teszi ki.<sup>196</sup> A robbanásból adódó sérülések 46 %-át akna, 36%-át kazettás bomba és 18 %-át egyéb katonai eszköz robbanása okozta.<sup>197</sup> A 42 napig tartó műveletekben a fő hangsúlyt a talajfelszín alá telepített aknamezők és a felszínen szórt aknák, illetve fel nem robbant kazettás bombák és egyéb robbanószerkezetek felderítésére és mentesítésére fordították. A szakfeladatokat a korábban már alkalmazott módszerekkel végezték, új eljárást nem vezettek be. A műveletek befejezését követően a mentesítési munkálatokat az ENSZ-el együttműködésben lévő nem kormányzati

---

<sup>194</sup> LUKÁCS 1998: 6.

<sup>195</sup> Landmines, explosive remnants of war and IED safety handbook (2015): 3rd edition, United Nations Mine Action Service (UNMAS), New York, 12.

<sup>196</sup> GAO-02-1003 U.S. (2002): Use of Land Mines in the Persian Gulf War, United States General Accounting Office, Washington, DC, 15.

<sup>197</sup> U.o. 17.

szervezetek vették át, melyek a korábban már eredményesen alkalmazott kézi- és gépi módszereket alkalmazták.

Az iraki műveletekkel egyidőben egy másik konfliktus zóna is kialakult a Balkánon mellyel megkezdődött a Délszláv háborúk időszaka. A korábbi Jugoszlávia hat tagköztársasága eltérő ideig és eltérő mennyiségű hadianyag készlettel kapcsolódott be a háborúba. Ennek az aránytalanságnak az eredményeképpen a hagyományos fegyverek és fegyverrendszerek alkalmazása mellett ismét előtérbe került a meglepő aknák használata. A volt Jugoszlávia területén hatalmas mennyiségben telepítettek az áldozat által működtetett meglepő aknákat, vagy aknacsapdákat<sup>198</sup> a szembenálló felek, nem csak a harc megvívása, hanem sok esetben a településekről etnikai alapon elűdözött lakosok visszatelepülésének megakadályozására érdekében is. Az aknák és a fel nem robbant egyéb robbanószerkezetek felderítése és mentesítése a balkáni hadműveletek során komoly kihívást okozott. *„A volt Jugoszlávia Európa — ha nem a Föld — egyik legnagyobb aknagyártó és exportáló országa volt. Az elkészült aknák zöme a hagyományos, húzásra, nyomásra működő kategóriába tartozott. Ugyanakkor nagyon megbízhatóak voltak és ez által a működőképességüket az idő múlásával sem veszítették el, mivel legtöbbjük légmentesen záródott”*<sup>199</sup>

Becslések szerint közel egymillió akna (ennek 83%-a gyalogság elleni, 17%-a harckocsi elleni akna) és 500 ezer egyéb robbanószerkezet vagy robbanószerkezet maradvány volt a műveleti területen.<sup>200</sup> A terület újjáépítését, a háború alatt elűdözött családok visszatelepülését, illetve a mezőgazdasági területek művelésének megindítását a robbanószerkezetek jelenléte akadályozta, így azok felderítése és mentesítése elsődleges fontosságúvá vált. Ez a feladat óriási leterheltséget jelentett a szövetséges erőknek, a helyi fegyveres- és rendvédelmi szervezeteknek, és a nem kormányzati szervezeteknek egyaránt. A feladatokba bekapcsolódó Magyar Honvédség a II. Világháború óta először találkozott ilyen volumenű feladatrendszerrel. A horvátországi Okučaniban települt, Magyar Műszaki Kontingens hat év alatt 380 műszaki szakfeladatot hajtott végre, melynek részét képezte közel 200 000 km<sup>2</sup> terület tűzszerész átvizsgálása, valamint akna- és lőszermentesítése.<sup>201</sup> A nyílt területek mentesítése gépi

---

<sup>198</sup> „Aknacsapdák alatt általában azokat az álcázott robbanószerkezeteket értjük, amelyeket meghatározott személyek megsemmisítése, valamely csoportos tevékenység megzavarása és pánikkeltés céljából telepítenek.” In: KENDER Antal (1978): Aknacsapdák létesítése és hatástalanítása, Honvédségi szemle, 32. évfolyam, 7. szám, 41.

<sup>199</sup> LUKÁCS László (1999): Aknahelyzet Horvátországban és Bosznia-Hercegovinában, Honvédségi szemle, 127. évfolyam, 1. szám, 39.

<sup>200</sup> PADÁNYI József (2000): A menekültek és hontalanok visszatelepítése Bosznia-Hercegovinába, Hadtudomány, X. évf., 2. szám 121.

<sup>201</sup> GÖRÖG István-PADÁNYI József (2005): Az IFOR-SFOR Magyar Műszaki Kontingens 1996-2002. Budapest: Zrínyi Kiadó, 31.

eszközökkel történt, azonban a lakóházak és műtárgyak környékét vagy a bozotos területeket csak kézi erővel lehetett mentesíteni. A munkálatokat megnehezítette, hogy a Délszláv háború alatt számos olyan hagyományos és szórt aknát alkalmaztak, amelyek nem tartalmaztak fémeket, így azok felderítése indukciós aknakutató műszerekkel nem volt lehetséges. Továbbá szükség volt a szűrőbottal történő felderítés gyakorlati módszereinek a megváltoztatására is. Ugyanis a korábban alkalmazott eljárásrend szerint, a felderítést végző személy úgy alkalmazta a szűrőbotot, hogy az a talajjal megközelítőleg 45°-os szöget zárt be. Azonban bizonyos gyalogság elleni akna típusok<sup>202</sup> kialakításuk révén ilyen behatásra elműködtek azzal súlyos sérüléseket vagy halált okozva. A kidolgozott új eljárásrend alapján a felderítést úgy kellett végrehajtani, hogy a szűrőbot és a talaj felszíne nem zárható be 30°-nál nagyobb szöget. A változtatás biztonságosnak bizonyult, így ezt a szabályt a továbbiakban is alkalmazták későbbi műveletekben. A nemzetközi katonai kötelékek nagyarányú létszámkivonását követően a területek akna- és lőszermentesítésének feladatát az adott országok fegyveres erői, illetve nem kormányzati szervek vették át. A felderítés során egyre nagyobb hangsúlyt fektettek az állatokkal támogatott felderítésre. Nagy számban alkalmaztak robbanóanyag-kereső és aknakereső kutyákat, illetve 2017 óta olyan projekteket indítottak, melyek célja innovatív módszerek és technológiák kifejlesztése a talajszint alatt elhelyezett aknák felderítésére. Ennek keretében mézelő méheket is alkalmaznak robbanóanyagok felderítéséhez. A Biological Method (Bees) for Explosive Detection program három éves kísérleti jelleggel indult el és a NATO Science for Peace and Security Program keretében valósul meg jelenleg is Horvátországban.

A kétpólusú világrend felbomlása után egy új veszélyforrás is kibontakozott, a terrorizmus, amely céljai elérése érdekében leggyakrabban robbanószerkezeteket alkalmazott. A New Yorkban 2001. szeptember 11-én végrehajtott terrortámadásokat követően az Amerikai Egyesült Államok és szövetségesei 2011. október 07-én megtámadták Afganisztánt és ezzel megkezdődött a világ első terrorizmusellenes háborúja. A beavatkozás célja az országban lévő terrorszervezetek felszámolása és az őket támogató tálib rendszer megdöntése volt. A harcoló felek közötti eltérő erőegyensúly csak a műveletek kezdetén hozott sikert a szövetséges erőknek. Az ellenállók a szovjet intervencióval szemben korábban már eredményesen alkalmazott gerilla módszereket kezdték újra alkalmazni, melynek hatására a műveletek jellege teljesen megváltozott. A szembenálló felek eltérő létszámadatai és a technikai eszközök

---

<sup>202</sup> Ilyen volt például a jugoszláv gyártmányú PMN-3 romboló hatású gyalogság elleni akna. In: Technical Note 08.20 (2013): 01 Version 1.0 Amendment 1, PMN 3 anti-personnel mine - Technical Description, Technical notes for mine action, UN kiadvány, 1.

mennyiségei ellenére, a szövetséges erők egyre nagyobb veszteségeket szenvedtek el. E veszteségek fő kiváltó oka az afganisztáni műveleti területen „új eszközként”<sup>203</sup> megjelent, de már 2003-tól Irakban az ellenálló csoportok által a szövetségesekkel szemben előszeretettel alkalmazott IED volt. Az új robbanóeszköz megjelenése új felderítési eljárást követelt. A vietnámi és iraki tapasztalatokból kiindulva a szövetséges erők megállapították, hogy a rögtönzött robbanószerkezetek felderítésére és mentésére nem műszaki vagy tűzszerész feladatként kell tekinteni, hanem azt egy rendszer részeként kell értelmezni. Ennek eredményeképpen létrejött a C-IED feladatrendszer, melynek keretében a robbanószerkezetek felderítését új megközelítésbe helyezték. A C-IED kiemelt fontosságú célkitűzése lett, hogy a terrorista szervezeteket és csoportokat a tevékenységük folytatásához szükséges robbanóeszközökhöz jutásban meggátolja. A robbanószerkezetek felderítésének napjainkban alkalmazott módszereit és eszközeit részletesebben a 3. fejezetben ismertetem.

---

<sup>203</sup> Az IED valójában nem új eszköz, hiszen a rögtönzött robbanószerkezetek régóta a terrorizmus elkövetésének eszközei. Példaként lehet megemlíteni a Felice Orsini által készített bombákat. Ezen robbanószerkezetek kézigránatként dobható kisméretű eszközök voltak, amelyeket átlagosan 4 font robbanóanyaggal töltöttek meg. Gyújtószerkezeteik ütésre rendkívül érzékeny durranóhiganyt tartalmaztak. Az eszközöket 1858. január 14-én alkalmazták III. Napóleon ellen. A merénylet ugyan sikertelen volt, de 10 ember meghalt és 157 fő sérülést szenvedett. In: LAW, Randall D.(2009): Terrorism a history, Polity Press, Cambridge, 71.

### 3 FEJEZET

## A ROBBANÓSZERKEZETEK FELDERÍTÉSÉNEK ALAPELVEI, A FELDERÍTÉSHEZ ALKALMAZHATÓ ESZKÖZÖK ÉS MÓDSZEREK

„A felderítéssel töltött idő csak ritkán pazarolható el.”<sup>204</sup>

John Marsden

A robbanószerkezetek felderítéséhez alkalmazott módszerek tanulmányozása közben a témához kapcsolódóan sokféle véleménnyel találkoztam. Voltak eltérőek, ellentétes értékűek, de gyakran találkoztam az adott eszközt vagy eljárást lebecsülő vagy éppen túlbecsülő véleményekkel is. Mindezek ismeretében fontosnak tartom, hogy értekezésemben a kutatásom közben összegyűjtött és rendszerezett ismereteket, illetve kutatási eredményeket tárgyilagosan, tényszerű leírás formájában tegyem közzé. A robbanószerkezetek felderítésére alkalmazható eszközök és módszerek keresése és elemzése közben szándékosan nem a tényleges körülmények közötti alkalmazást helyeztem előtérbe - hiszen a körülmények rendszerint eltérőek – hanem azok általános katonai alkalmazási lehetőségeit vizsgáltam meg és rendszereztem a kutatásomhoz legjobban illeszkedő szempontok alapján.

A robbanószerkezetek felderítését a katonai gyakorlatban, sok esetben kizárólag az akna és lőszerfelderítésként azonosítják, amely *„olyan szakfelderítési tevékenység, amely a feltételezett fel nem robbant hadianyagok észlelését, felkutatását, helyzetük megállapítását, megjelölésüket, gyors azonosításukat és az eredmények jelentését foglalja magában.”*<sup>205</sup> Ez a megfogalmazás azonban nem teljesen pontos, mert a robbanószerkezetek felderítése nem csak a hadianyagok felderítésére korlátozódik, hanem magába foglalja a rögtönzött robbanószerkezetek felderítésére irányuló szaktevékenységeket is.

A katonai műveletekhez kapcsolódó robbanószerkezet felderítést alapvetően két fő csoportra oszthatjuk, melyet az alkalmazás körülményei határoznak meg. Az egyik amikor a felderítés harc helyzetben, azaz közvetlen harcérinkezésben vagy azzal összefüggésben történik. Ebben az esetben a fő cél a csapatok mozgásszabadságának biztosítása, ezért az ilyen irányú tevékenység jellemzően a talajszinten vagy az alá telepített akna felkutatására és azok

---

<sup>204</sup> A szerző fordítása, az idézet angolul *„Time spent in reconnaissance is seldom wasted”*, In: MARSDEN, John: Tomorrow (1995): When the war began, London: Macmillan Children's Books, 97.

<sup>205</sup> Hadtudományi Lexikon 2019: 22.

semlegesítésére irányul. Ez a műszaki csapatok által végzett átjárónyitás formájában valósul meg. Ebben az esetben fontos hangsúlyozni, hogy az átjárónyitás nem azonos az aknamentesítéssel, hiszen az aknamentesítés „*az a tevékenység, amely során egy terepszakasról vagy területről az ott található összes aknát eltávolítják.*”<sup>206</sup> Ezzel ellentétben az átjárónyitás célja a robbanó műszaki záradon történő gyors és biztonságos átjutás és a szaktevékenység nem terjed ki a területen található összes robbanószerkezet felkutatására, vagyis a terepszakas a biztonságos átjárók kivételével, továbbra is fokozottan veszélyes.

A másik esetben a robbanószerkezetek felderítése harcérintkezésen kívül történik. Ez nem csak a harctevékenység körzetének a hátrahagyott aknáktól és más ERW-től történő megtisztítását magába foglalja, hanem ebbe a kategóriába sorolható a katonai lő- és gyakorlóterek mentesítése is. Szintén ide sorolható a békeidőszakban és a válságreagáló vagy nem háborús műveletek<sup>207</sup> alkalmával végrehajtott IED felderítés is. Ez általában ellenőrző-áteresztő pontokon történő ellenőrzés alkalmával, objektumok átvizsgálásakor, áru- és csomagok ellenőrzésekor, továbbá felvonulási útvonalak és sebezhető pontok átvizsgálásakor valósul meg. Ezen feladatokat a kijelölt erők nem homogén katonai környezetben hajtják végre, hanem gyakran a polgári lakosság jelenlétében vagy azokkal együttműködésben. Az ilyen „emberek között” zajló műveletekben a katonai kötelékek gyakran olyan ellenfelekkel szembesülnek, akik számára az aszimmetrikus támadás a jellemző és ilyen környezetben a „*hűségek és a motivációk gyorsan és gyakran kiszámíthatatlanul változhatnak.*”<sup>208</sup> A biztonsági környezet ilyen irányú változása megnehezíti a robbanószerkezetek elleni harcot, ezért a robbanószerkezetek gyors és pontos felderítése kiemelt fontosságú. Ugyanis a felderítés által szerzett információk alapján tervezhető meg a későbbi tűzszerész szaktevékenység,<sup>209</sup> hiszen a várható feladat feladatok jellege meghatározza az alkalmazott módszert, továbbá a szükséges erőt és eszközöket.

A robbanószerkezetek felderítésének lehetséges módszerei rendkívül széles vertikumban határozhatók meg. Az alkalmazott módszer függ a feladat jellegétől, a földrajzi és éghajlati viszonyoktól, továbbá a rendelkezésre álló eszközöktől és a személyi állomány

---

<sup>206</sup> Hadtudományi Lexikon 2019: 23.

<sup>207</sup> A válságreagáló műveletek „*olyan műveleti tevékenységek, melyek során a katonai képességeket a háborús műveletektől eltérő céllal alkalmazzák a béke helyreállítása vagy a helyzet stabilizálása érdekében olyan módon, hogy az alkalmazott katonai erő a fegyveres beavatkozást a minimum szintre csökkentse, illetve, ha lehetséges, akkor azt teljes mértékben mellőze.*” In: SZENDY 2013: 35.

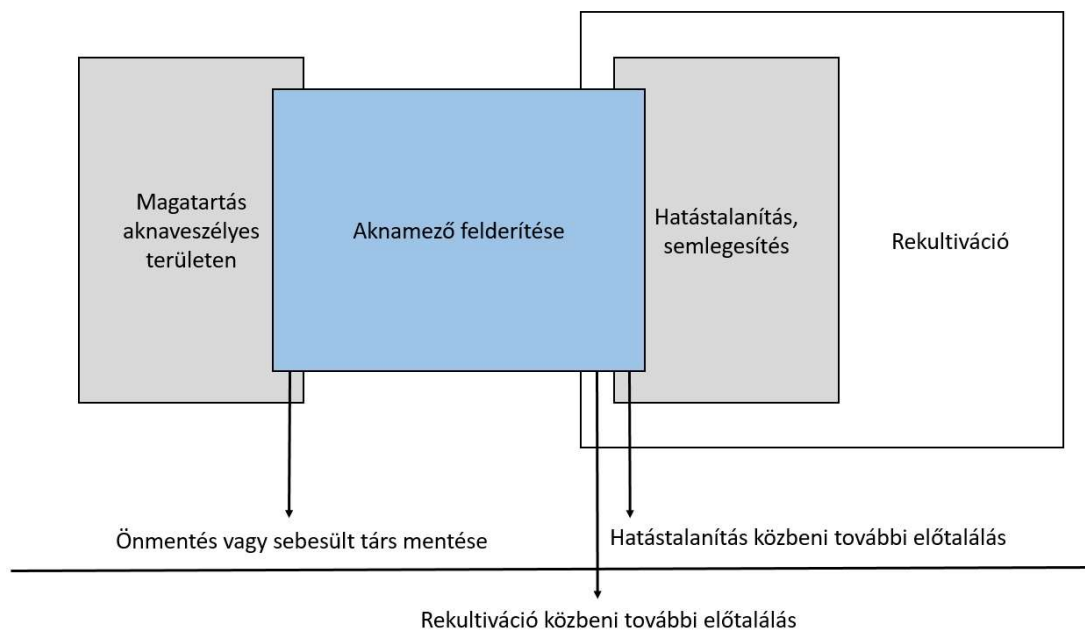
<sup>208</sup> Az eredeti szöveg: „*Allegiances and motivations can shift rapidly and often unpredictably*”, a szerző saját fordítása, In: NATO Standard AJP-3.4.4 (2016): Allied Joint Doctrine for Counter-Insurgency (COIN), edition A, version 1, NATO Standardization Office (NSO), 1-4.

<sup>209</sup> NATO Standard AEODP 05 (2014): Explosive Ordnance Disposal recovery operations on fixed installations, edition B, version 1, NATO Standardization Agency (NSA), 5-1.

felkészültségi szintjétől is. Mindezek figyelembevételével, az alkalmazott eszközöket és az azokhoz szorosan kapcsolódó felderítési módszereket, eljárásrendeket különféle szempontok alapján lehet csoportosítani.

A felderítési módszerek tanulmányozása közben megállapítottam, hogy a robbanószerkezetek felderítése minden esetben vagy a teljes robbanószerkezet vagy annak egy alkotóeleme, illetve az abból kipárolgó robbanóanyag érzékelésén alapul. Következésképpen a felderítéshez alkalmazott eszközt és eljárást alapvetően az határozza meg, hogy a kutatás az eszköz mely összetevőjére irányul. A jellemző robbanószerkezet felderítés, a célirányos felderítés, amelynek fő célja a feltételezett robbanószerkezet előtalálása és a további tűzszerész eljáráshoz szükséges paramétereinek meghatározása. Az ilyen típusú felderítés a katonai környezetben végzett szakfeladatokon túl, magában foglalja az esetleges IED felderítése érdekében polgári környezetben végzett preventív célú vizsgálatokat is. Ilyen lehet például a kereskedelmi repülőtereken végrehajtott csomag- és kézipoggyász ellenőrzés, illetve a különböző technikai eszközökkel végzett személy átvizsgálás is.

A másik gyakran előforduló felderítési típus, amikor a robbanószerkezet felderítésére egyéb szaktevékenység kiegészítéseként azzal szoros összefüggésben, gyakran biztonság tudatos magatartásformák és eljárásrendek alkalmazásának eredményeképpen kerül sor. Például, ilyen kapcsolódó tevékenységi rend szigorú betartásával megelőzhető vagy a minimálisra csökkenthető a katonai erők vesztesége egy olyan területen, amely erősen aknaszennyezett. A fokozott figyelem és szabálykövetés eredményeképpen, a katonai kötelékek tagjai vizuálisan észlelhetik az aknákat, vagy akaratukkal ellentétben olyan helyzetekbe kerülhetnek, amely előidézheti a személyi állomány ön- vagy sebesült társ mentését. Mindkét helyzet a területen lévő aknák felderítését teszi szükségessé, vagyis az aknamező vagy az abban elhelyezkedő egyes aknák felderítése nem volt tervezett tevékenység, az csak más tevékenységek hatására vált szükségessé.



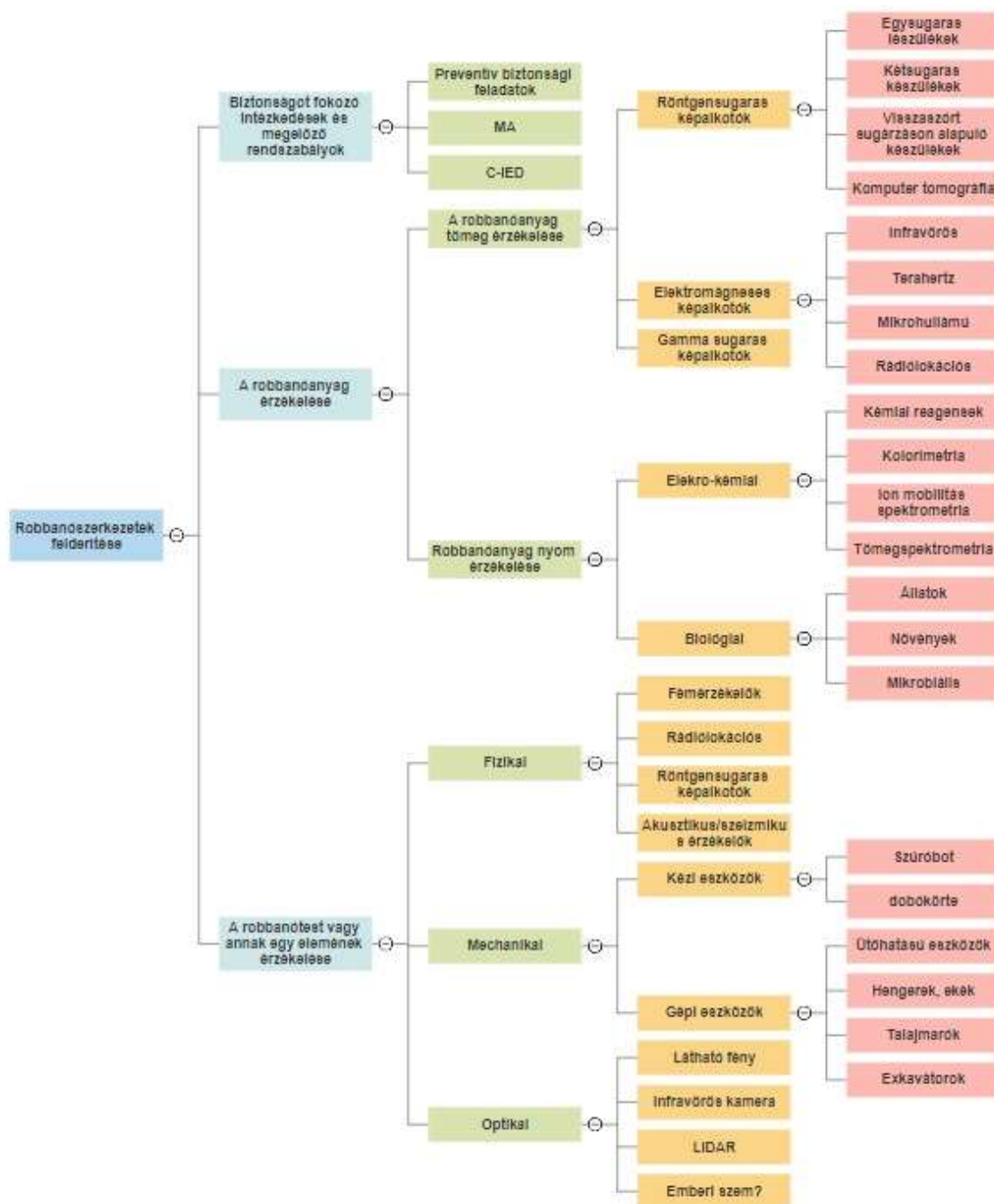
23. ábra: Az aknafelderítés lehetséges kapcsolódó területei

Forrás: a szerző szerkesztése

Az aknamezők felderítéséhez kapcsolódó egyéb tevékenységi terület, amikor az aknamező területén lévő aknák felderítését követő hatástalanítás és a terület újra ellenőrzése közben újabb robbanószerkezetek kerülnek elő. Ebben az esetben az új eszközök jelenléte ismételt felderítést vagy a felderítendő terület határainak kiszélesítését eredményezheti. Ugyan ez a helyzet alakulhat ki a terület utólagos rekultivációja közben észlelt robbanószerkezetek előtalálása esetén is, ahol az előtalált eszközök környezetében szükségessé válik az aknafelderítés ismételt végrehajtása.

Mindezek ismeretében értekezésemben igyekeztem a felderítési módszereket átfogó megközelítésben vizsgálni és a kutatásom közben összegyűjtött ismeretek elemzését követően, az eljárásrendeket olyan rendszer szerint csoportosítani, amely minden területre kiterjed és jól áttekinthető. Következésképpen értekezésemben az alábbi csoportosítást alkalmazom:





24. ábra: A robbanószervezetek felderítéséhez alkalmazott módszerek

Forrás: a szerző szerkesztése

### 3.1 A ROBBANÓANYAGOK ÉS ROBBANÓSZERKEZETEK FELDERÍTÉSÉNEK ALAPELVEI

#### 3.1.1 A robbanóanyagok érzékelésének alapelvei

A robbanóanyagok felderítése különféle technológiák és módszerek alkalmazásával valósítható meg, amelyek a között egyaránt megtalálhatóak a régi és már jól bevált eljárások és legújabb tudományos felfedezéseken alapuló módszerek is. Azonban a robbanóanyag-felderítő eszköz, bármelyik működési elvét vesszük is figyelembe, kijelenthető, hogy annak fő alkalmazási elve egyik esetben a robbanóanyag tömeg észlelésén<sup>210</sup>, míg másik esetben a robbanóanyag nyom észlelésén<sup>211</sup> alapul.

A robbanóanyag tömeg észlelése azon alapul, hogy a robbanószerkezetek megfelelő eszközök<sup>212</sup> alkalmazásával érzékelhetők a robbanóanyag töltet, a detonátor, a vezeték vagy egyéb alkotóelem jellegzetes formájának képződésével, továbbá impulzus alapú neutrontranszmissziós eszközök használatkor a robbanóanyag kémiai összetételének vagy tulajdonságainak kimutatásával. Ezen technológiák alkalmazásának alapfeltétele a látható mennyiségű robbanóanyag jelenléte, vagyis ezen eszközökkel robbanóanyag nyomok és molekuláris szintű anyagmaradványok nem mutathatók ki. A robbanóanyag tömeg felderítésekor pozitívan azonosítani egy anyagot robbanóanyagként rendkívül összetett feladat és sok esetben egy vizsgálat nem is elégséges. Ezért amennyiben elegendő információ áll rendelkezésre, amelyek robbanóanyag jelenlétére utalnak, akkor egyéb módszerrel is megvizsgálni a kérdéses anyagot, annak érdekében, hogy a robbanóanyag lehetséges típusa és összetétele pontosabban meghatározható legyen.<sup>213</sup> Az ilyen irányú felderítés alapelveit, tekintettel az eszközök működési elvének sokféleségére, a későbbiekben az adott eszközök bemutatásakor ismertetem részletesebben.

A robbanóanyagok felderíthetőségének másik lehetősége a robbanóanyag nyomok felderítése, amely a robbanóanyagból kibocsátott gőzökön és/vagy a közeli felületeken lerakódott robbanásveszélyes részecskék érzékelésén alapul. A robbanóanyag -felderítés nagyon nehéz feladat, és a különböző technikák kombinációi fokozott érzékenységet és

---

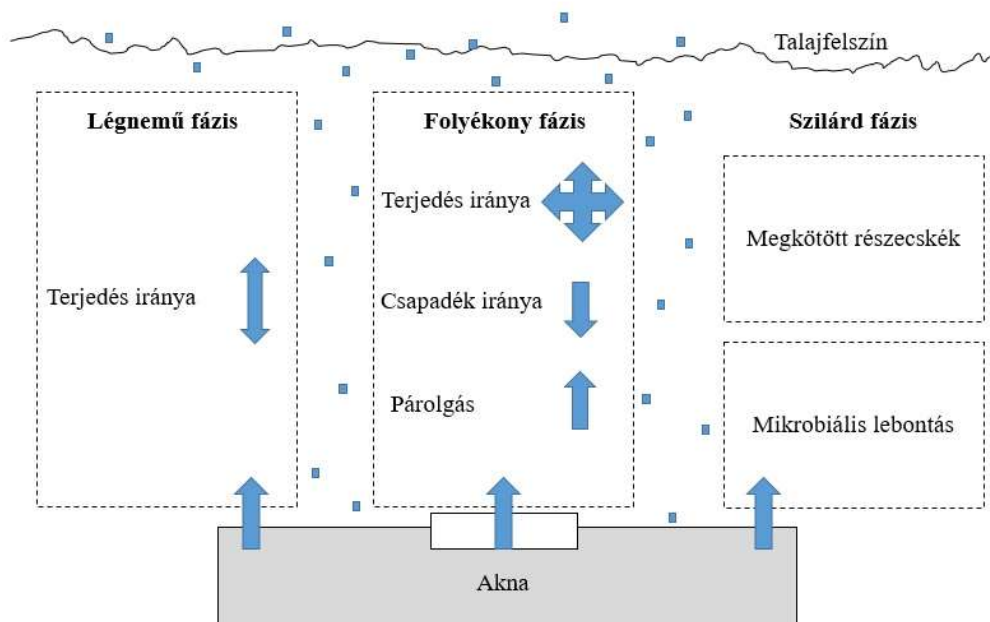
<sup>210</sup> Az angol terminológia szerinti *bulk explosives detection* kifejezés szerző általi magyar fordítása. A magyar katonai terminológia jelenleg nem tartalmaz erre vonatkozó külön kifejezést.

<sup>211</sup> Az angol terminológia szerinti *trace explosives detection* szerző általi magyar fordítása. A magyar katonai terminológia jelenleg nem tartalmaz erre vonatkozó külön kifejezést.

<sup>212</sup> A működési elvüket tekintve ezen eszközök alapvetően a röntgensugárzást vagy a gammasugárzást alkalmazó szerkezetek. Az eljárásokat részletesen a fejezet további részében ismertettem.

<sup>213</sup> THEISEN, Lisa et. al.(2004): Survey of Commercially Available Explosives Detection Technologies and Equipment 2004, Final Report No. 208861 for The National Law Enforcement and Correction Technology Center, a Program of the National Institute of Justice, U.S. Department of Justice. 46.

szelektivitást kínálnak.<sup>214</sup> A robbanóanyag részecskék érzékelésének egyik lehetséges módszere, a kipárolgó robbanóanyag molekulák érzékelése. A robbanóanyag részecskék levegőben történő érzékelésének, vagyis azok kipárolgás útján történő felderíthetősége azon alapul, hogy robbanóanyag a levegőben abszorbeálódik<sup>215</sup>, azaz a kipárolgás útján a levegőbe kerülő robbanóanyag molekulák a levegő részecskéivel viszonylag egyenletesen keverednek, ennek eredményeképpen a robbanóanyag jelenléte a levegőben megfelelő érzékenységgű műszerekkel kellő biztonsággal kimutatható. Az abszorpciós kémiai folyamat nem kizárólag a szabad levegőn elhelyezett robbanószerkezetek esetében jön létre, hanem a talajszint alatt elhelyezett eszközök esetében is, ahol a robbanóanyag molekulák nem csak a levegővel, hanem a talaj részecskéivel és a vízzel is keverednek. A következőkben a könnyebb érthetőség érdekében e folyamatokat, egy talajszint alá elhelyezett aknán keresztül szemléltetem:



25. ábra: A kipárolgott robbanóanyag eloszlását befolyásoló folyamatok a talajban

Forrás: a szerző szerkesztése a PHELAN – BARNETT 2001: 375-376 alapján

Az akna aknaágyba történő elhelyezését követően fokozatosan bocsát ki robbanóanyag származékokat a környező talajba. Általában a kibocsátott robbanóanyag 95% -a a környező talajban abszorbeálódik. A fennmaradó 5% főként a talaj pórusaiban lévő vízben történő feloldódás révén távozik az akna közvetlen környezetéből és ennek nagy része a későbbiekben, gőz formájában a földfelszínre jut. Az így kipárolgott robbanóanyag molekulák az akna feletti

<sup>214</sup> Existing and Potential Standoff Explosives Detection Techniques (2004): Committee on the Review of Existing and Potential Standoff Explosives Detection Techniques, The National Academies Press, Washington, 71.

<sup>215</sup> FENYERES Tamás (2012): A robbanóanyagok kolorimetrikus vizsgálata, Repüléstudományi Közlemények, 24. évfolyam, 2. szám, Repüléstudományi Konferencia 2012 különszám, 391.

levegőrétegben érzékelhetők. Azonban a robbanásveszélyes gőzök és egyéb anyagmaradványok felismerésének eredményessége az alkalmazott eszköz érzékenységén múlik. Ugyanis, a rendelkezésre álló robbanóanyag koncentráció a vizsgált rétegben rendkívül alacsony szintű, így az eredményesség érdekében az érzékelőnek képesnek kell lennie arra, hogy alacsony érzékelési küszöbön működjön. A TNT az egyik leggyakoribb robbanóanyag, amelyet a robbanószerkezetekben önállóan vagy más robbanóanyagok összetevőjeként alkalmaznak. Az világon gyártott összes akna robbanótöltetének körülbelül 80% -ában található meg TNT.<sup>216</sup>

6. táblázat: Néhány katonai gyakorlatban alkalmazott robbanóanyag fő összetevői

Katonai robbanóanyag	Fő összetevő
C-2	RDX <sup>217</sup> +TNT+DNT <sup>218</sup> +NC+MNT <sup>219</sup>
C-3	RDX+TNT+DNT+tetrit+NC
C-4	RDX+poliizobutilén+ásványolaj
ciklotol	RDX+TNT
DBX	TNT+RDX+ANAL <sup>220</sup>
PTX-1	RDX+TNT+tetrit
PTX-2	RDX+TNT+PETN <sup>221</sup>
teriol	TNT+tetrit

Forrás: a szerző szerkesztése a MACDONALD 2003: 203 alapján

A TNT alapú robbanóanyagok azonban a tiszta trotiltól eltérő melléktermékeket is tartalmaznak. Gyakorlati kutatások igazolják, hogy a talajközeli robbanóanyag koncentrációban leggyakrabban megtalálható egyik ilyen anyag, a 2,4-dinitrotoluol, amely a TNT gyártásának mellékterméke így szennyeződésként jelenik meg a katonai minőségű TNT-ben. Ennek oka az, hogy a TNT biológiailag könnyen lebontható, nagyon alacsony gőznyomású anyag, melynek a felezési ideje a talajban nagyon rövid, megközelítőleg egy nap 22 ° C-on.

<sup>216</sup> Mine Detection Dogs: Training (2003): Operations and Odour Detection, Geneva, Geneva International Centre for Humanitarian Demining (GICHD), 197.

<sup>217</sup> RDX (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>N<sub>6</sub>O<sub>6</sub>), hexogén vagy más néven ciklonit. Tiszta állapotban fehér, kristályos anyag. Stabil, könnyen tárolható brizáns robbanóanyag. Önmagában ritkán használják, többnyire robbanóanyag-keverékekben és gyutacsok tölteteként alkalmazzák.

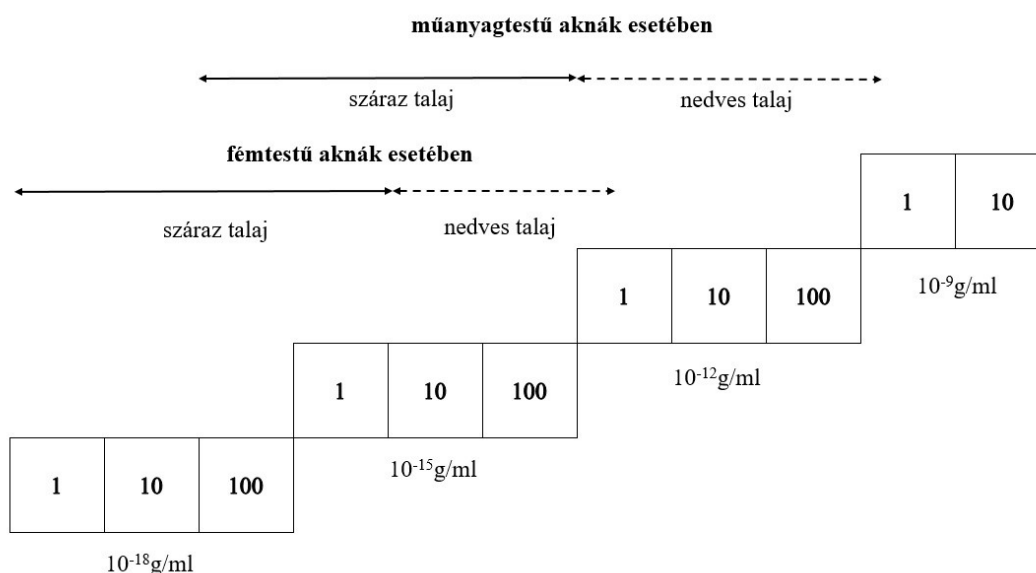
<sup>218</sup> 2,4-DNT (C<sub>7</sub>H<sub>6</sub>N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>), 2,4-dinitrotoluol. Halványsárga, kristályos, szilárd szerves vegyület, amelyet főleg a TNT prekursoraként alkalmaznak.

<sup>219</sup> MNT (C<sub>7</sub>H<sub>7</sub>NO<sub>2</sub>), mononitrotoluol. Szerves vegyület, amelyet robbanóanyagok, mezőgazdasági vegyszerek és fényképezési anyagok gyártásakor alkalmaznak.

<sup>220</sup> ANAL (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>), ammónium-nitrát és alumínium megfelelő arányú keverésével előállított brizáns robbanóanyag.

<sup>221</sup> PETN (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>N<sub>4</sub>O<sub>12</sub>), petraeritrit-tertranitrát vagy más néven pentrit vagy nitropenta. Tiszta állapotában fehér színű, kristályos, brizáns robbanóanyag, amelyet széles körben alkalmaznak az iparban és a katonai gyakorlatban egyaránt. Többnyire detonátorokban, plasztikus robbanóanyagok adalékaként és robbanó zsinórokban alkalmazzák.

Ezzel szemben a 2,4-DNT biológiailag sokkal kevésbé lebontható és magasabb gőznyomással is rendelkezik, ennek megfelelően a talajszint alá rejtett aknák környezetében a 2,4-DNT a leginkább fellelhető vegyi anyag. Ezen anyagok felderítése érdekében végzett kísérletekben az akna környezetében lévő talaj feletti levegőben lévő 2,4-DNT és TNT koncentrációk hatékony kimutatásának érdekében, a felderítő rendszereknek érzékelőinek képesnek kell lenni száraz talaj esetén  $10^{-18}$  g/ml, míg nedves talaj esetén  $10^{-15}$  g/ml koncentráció kimutatására is.<sup>222</sup> Tanulmányok<sup>223</sup> igazolják, hogy mind a biológiai, mind a kémiai érzékelők jobb teljesítményt mutatnak, ha a talaj nedvességtartalma magasabb. Ennek oka az, hogy víz a TNT-vel és a 2,4 DNT-vel „verseng” a talajrészecskék megkötése során, mialatt több TNT és 2,4 DNT molekula kerül a talaj egyes rétegeibe ahol azok diffundálnak<sup>224</sup> ennek eredményeképpen nagyobb koncentráció jelenik meg az akna felett lévő talaj fölötti levegőréttegben.



26. ábra: 2,4 DNT és TNT koncentrációja a talaj közelében, száraz és nedves talaj esetén  
 Forrás: a szerző szerkesztése a MACDONALD 2003: 68 alapján

A talaj nedvességtartalma mellett, a talajvíz mozgása és nyomása is hatással van az eltemetett robbanóanyagok a kipárolgására. Ugyanis, a talajvíz mozgása jelentősen befolyásolja a robbanóanyag molekulák felszín közeli rétegekbe történő szállítását. Ezért ilyen esetekben, az oldott robbanóanyag molekulák nagyobb területen és nagyobb számban érzékelhetőek, mint a normál beszívárgás esetén. A robbanóanyag terjedésére a vízmozgáson túlmenően, hatással van a robbanószerkezet eltemetési vagy befűrődési mélysége, illetve egyéb diffúziós és

<sup>222</sup> SZATAI Zsolt József (2020): Innovative solutions in mine detection, Hadtudomány, 2020 elektronikus lapszám, 200.

<sup>223</sup> Existing and Potential Standoff Explosives Detection Techniques 2004: 63.

<sup>224</sup> A diffúziós folyamat közben a részecskék a talaj rétegeibe hatolnak, és azzal egyenletesen elkeverednek.

mechanikai hatások.<sup>225</sup> Azonban az kijelenthető, hogy a TNT és 2,4 DNT molekulák a talajban víz hatására nem csak horizontálisan, hanem vertikálisan is terjednek.<sup>226</sup>

A robbanóanyag részecskék érzékelésének másik módszere, azon alapul, hogy a kipárolgott robbanóanyag molekulák az idő elteltével lecsapódnak a felületeken, így azok jelenléte mintavételt követően megfelelő eszközzel kimutatható. Azonban a felületen már lecsapódott részecskék pára koncentrációja alacsony, ezért a mintavételezést követően minden esetben a minta dúsítására van szükség.<sup>227</sup> Ezt követően a mintát alkotóelemeire bontják és az így a folyamat végén speciális eszközökkel kielemezhető, hogy tartalmaz-e a minta robbanóanyagot.

Ezen fizikai és kémiai folyamatok biztosítják a kipárolgás útján történő felderíthetőség alapját, vagyis hogy a kipárolgó robbanóanyag szagmolekulák adott érzékenységi szinten felderíthetők a különböző működési elven alapuló technikai eszközök segítségével. Röviden összefoglalva két robbanóanyag-felderítési módszer közötti különbségeket: a robbanóanyag tömeg észlelésekor a tényleges robbanóanyagot keressük, míg a robbanóanyag nyom felderítése az abból kipárolgó és a levegővel keveredett vagy egyes felületeken lecsapódott robbanóanyag molekulák érzékelésén alapul.

### 3.1.2 A robbanószerkezetek felderítésének alapelvei

A robbanószerkezetek felderítése alapvetően különféle fizikai, mechanikai és optikai elven működő érzékelési módszerek alkalmazásával lehetséges, továbbá a legtöbb esetben az ERW vagy annak egy alkatrészének felderítéséhez közvetlen vizuális vagy mechanikai kontaktus szükséges. Azonban ez a robbanószerkezet elhelyezkedéséből adódóan sok esetben mindez csak speciális technikai eszköz alkalmazásával lehetséges. Az egyik és talán legismertebb ilyen eszköz a fémkereső vagy más néven fémdetektor.

A klasszikus fémdetektor működése a mágneses indukció elvén alapul. Faraday indukciós törvénye<sup>228</sup> értelmében: „*egy vezetőben vagy egy tekercsben feszültség indukálódik*

---

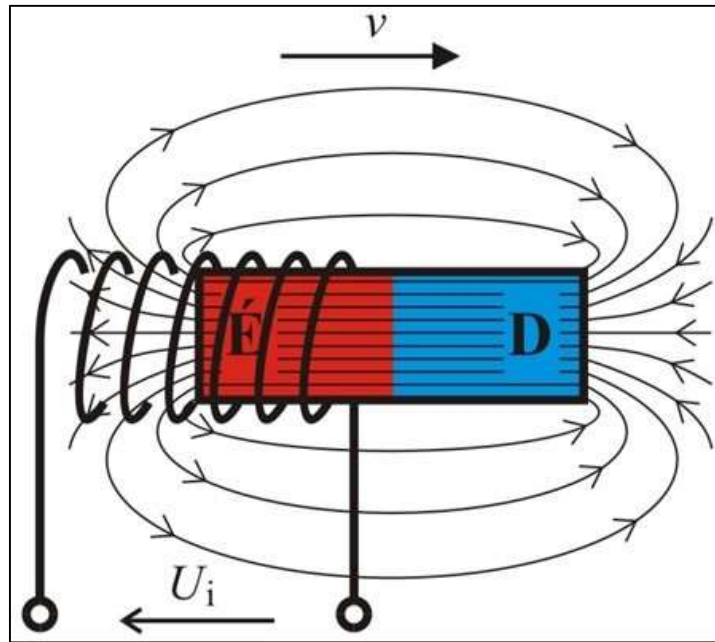
<sup>225</sup> Ilyen hatás lehet a talaj és a területen lévő növények vízmegkötő képessége, illetve a mikrobiális lebomlás.

<sup>226</sup> GUTIÉRREZ, Juan Pablo et. al. (2010): Transport of explosive chemicals from the landmine burial in granular soils, Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, No. 56, Medellín, 30.

<sup>227</sup> FENYERES 2012: 390.

<sup>228</sup> Az elektromágneses indukciót, mint jelenséget Michael Faraday angol fizikus, kémikus fedezte fel 1831-ben. Ez a felfedezés fontos állomása volt az elektrotechnika fejlődésének, hiszen ez tette lehetővé a villamos energia nagy mennyiségben való előállítását, ezáltal az ipar villamosítását.

(keletkezik), ha a vezetőt körülvevő mágneses tér, illetve a tekercset metsző fluxus megváltozik.”<sup>229</sup>



27. ábra: Az elektromágneses indukció

Forrás: [http://centroszet.hu/tananyag/elektro\\_new/56\\_elektromagneses\\_indukci.html](http://centroszet.hu/tananyag/elektro_new/56_elektromagneses_indukci.html) (Letöltés: 2021.12.14.)

A fémkereső műszerek érzékelői a legtöbb esetben két tekercssel rendelkeznek. Amikor áram halad át az első tekercsen, akkor mágneses mező jön létre. Amikor a kereső fej fémtárgyat érzékel, a mágneses mező megváltozik, és ez érzékeli a második tekercs.<sup>230</sup>

A talajradarok, röntgensugárzás alapján működő készülékek működési elvét az adott eszköz bemutatásakor ismertetem.

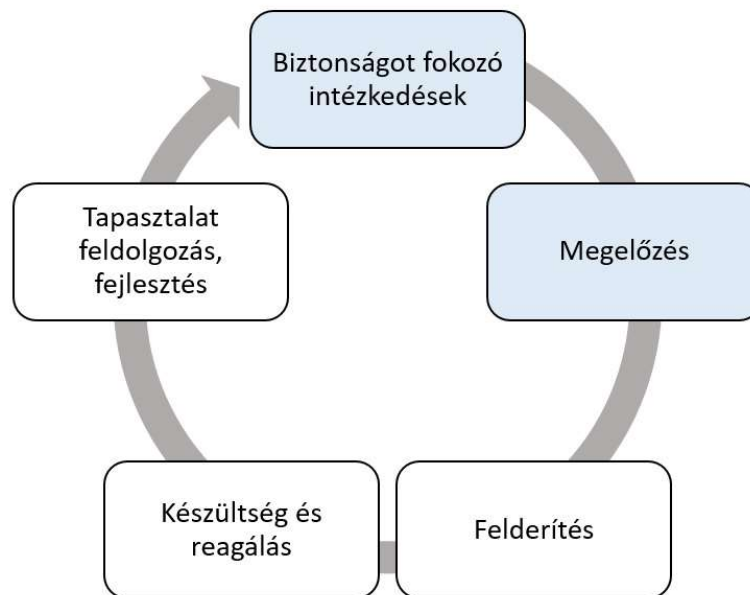
<sup>229</sup> BALÁZS Ádám (2020): Fizika 11. osztály, emelt szint, II. rész, az indukált elektromos mező, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, Budapest, 4.

<sup>230</sup> JAWAD, Aqeel Mahmood et. al (2014): Design of a Beat Frequency Oscillator Metal Detector, IOSR Journal of Electronics and Communication Engineering (IOSR-JECE), Volume 9, Issue 2, New York, 56-62

## 3.2 A ROBBANÓSZERKEZETEK FELDERÍTÉSÉHEZ ALKALMAZOTT ESZKÖZÖK ÉS MÓDSZEREK

### 3.2.1 A biztonságot fokozó intézkedések és megelőző rendszabályok

A robbanószerkezetek felderítését minden esetben célszerű nem önállóan, hanem komplex viszonyrendszerben vizsgálni. Hiszen a felderítés csak egy része a robbanószerkezetek elleni harc átfogó rendszerének, így fontos megvizsgálni az ahhoz kapcsolódó egyéb területeket is, kiemelten a felderítéshez szorosan kapcsolódó biztonságot fokozó intézkedések és megelőző rendszabályok összességét.



28. ábra: A robbanószerkezetek elleni fellépés átfogó rendszere

Forrás: a szerző szerkesztése

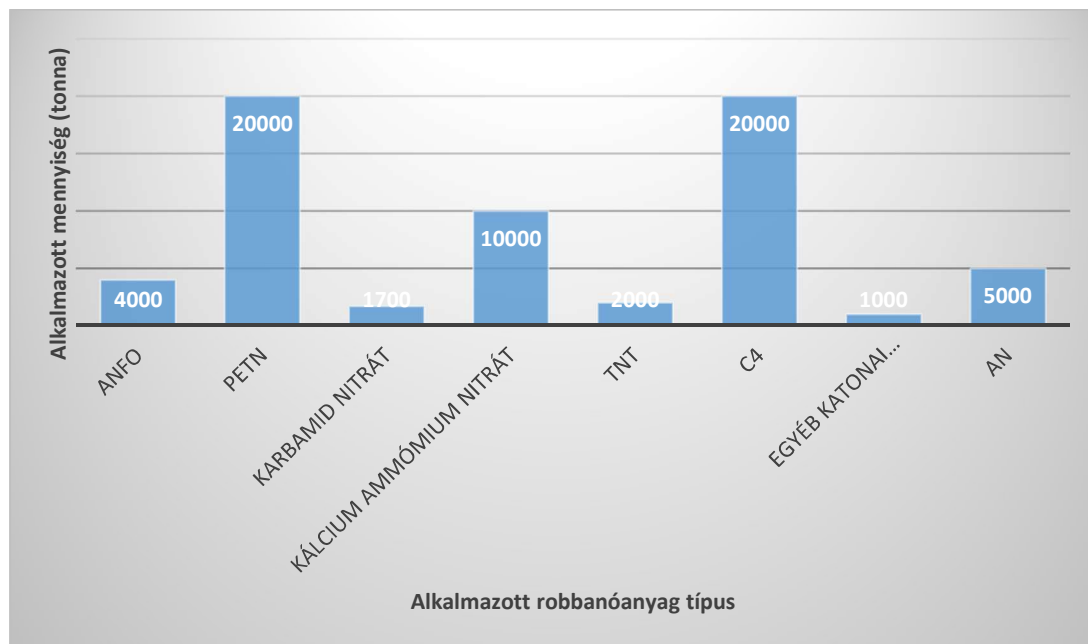
#### 3.2.1.1 A biztonságot fokozó intézkedések

Ahogy azt már korábban ismertettem, a terrortámadásoknál használatos fegyverek közül a különféle robbanóeszközök fordulnak elő a leggyakrabban<sup>231</sup>, amelyek elkészítéséhez napjainkban előszeretettel alkalmaznak ipari robbanóanyagok, illetve prekursorok felhasználásával készített HME-t. Az ezredfordulót megelőző időszakban, a

<sup>231</sup> Európai Közösségek Bizottságának 651. sz. közleménye a robbanóanyagok biztonságának fokozásáról, 2007, Brüsszel, p. 4. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:52007DC0651&from=EN> (Letöltés: 2020.02.03.)



terrorcselekmények elkövetéséhez alkalmazott IED-k fő tölteteként jellemzően katonai robbanóanyagokat, illetve ammónium-nitrát alapú robbanóanyag keverékeket<sup>232</sup> alkalmaztak.



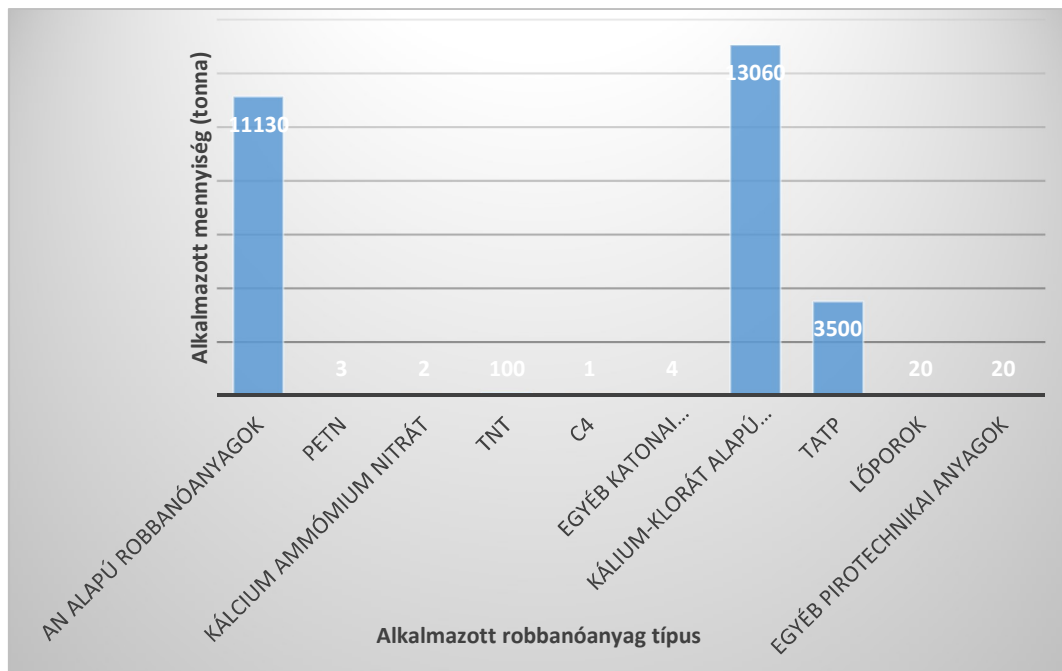
29. ábra: Az IED készítéséhez jellemzően alkalmazott robbanóanyagok 1970 és 2000 között  
 Forrás: a szerző szerkesztése a *Reducing the Threat of Improvised Explosive Device* 2018: 24-25 alapján

A 2000-es évek elejétől az ammónium-nitrát alapú robbanóanyagok IED fő tölteteként való alkalmazása továbbra is nagyon „közkedvelt” maradt, hiszen a katonai eredetű anyagokat egyre inkább más műtrágya alapú és egyéb nem robbanóanyag célú vegyi anyagok felhasználásával létrehozott keverékek váltották fel. A változtatás oka azzal magyarázható, hogy a katonai eredetű robbanóanyagokat és vagy esetenként robbanószerkezeteket a szigorú tárolási és felhasználási szabályok, illetve azok fokozott ellenőrzése miatt nehezebb volt beszerezni. Ezzel párhuzamosan viszont az újonnan alkalmazott keverékek előállításához szükséges anyagok beszerzése sokkal egyszerűbb volt, hiszen azok kereskedelmi forgalomban, akár nagy tételben is szabadon megvásárolhatók voltak. Az AN kereskedelem szabályozására sok országban szigorú változtatásokat vezettek be. Például az Amerikai Egyesült Államokban az 1995-ös Oklahoma City robbantás<sup>233</sup> után megváltoztatták a belbiztonsági törvényt és az AN

<sup>232</sup> Containing the threat from illegal bombings (1998): an integrated national strategy for marking, tagging, rendering inert, and licensing explosives and their precursors, National Academies Press, Washington DC, 14.

<sup>233</sup> 1995. április 19-én reggel 09:02-kor az Oklahoma City belvárosában található Alfred P. Murrah szövetségi irodaház előtt, a szövetségi kormány politikája ellen tiltakozó szélsőségesek egy több mint 2300 kg ANFO-val megrakott teherautót robbantottak fel. A robbantásban 169 ember vesztette életét, köztük 19 gyermek és 680 fő megsérült. A támadás az Amerikai Egyesült Államok addigi legvéresebb terrortámadása volt. In: QUARESMA, Joana Filipa Pires d'Oliveira (2013): *Homemade explosives based in ammonium and urea nitrates*, Coimbra, 21.

kereskedelemre szigorú szabályozást vezettek be. A szigorúbb szabályozások ellenére, az AN alapanyagú robbanóanyagok rögtönzött robbanószerkezetekben történő alkalmazása nem csökkent.



30. ábra: Az IED készítéséhez jellemzően alkalmazott robbanóanyagok 2001 és 2016 között  
 Forrás: a szerző szerkesztése a *Reducing the Threat of Improvised Explosive Device 2018*:  
 24-25 alapján

Tekintettel arra, hogy az AN különböző koncentrációját és fizikai megjelenési formáit alapvetően mezőgazdasági célokra alkalmazzák, - de gyakran alkalmazott összetevő az ipari robbanóanyagokban, illetve a különféle elsősegélynyújtási termékekben is - az ellenük történő hatékony védekezés érdekében az érintett biztonsági szektor résztvevőinek körét is bővíteni kellett. Így a rendvédelmi- és egyéb kormányzati szervezetek mellett, a robbanóanyag ipar és a vegyipar minden szegmense érintetté vált a robbanószerkezetek elleni küzdelemben, vagyis szélesebb értelmezésben a terrorizmus elleni küzdelemben. Mindezzel párhuzamosan határokon átívelő, nagy kiterjedésű gazdasági térségek jöttek létre, így a védekezés feladatai is kibővültek. A korábbi nemzeti feladatkör országhatárokon átívelő nemzetközi feladatrendszerre fejlődött. Példaként említhető az Európai Unió, ahol elsődleges fontosságú célkitűzésként fogalmazták meg a robbanóanyagokkal kapcsolatos biztonság fokozását, azok forgalmazásának, tárolásának és szállításának megfelelő szabályok közé szorítását, ezáltal megnehezítve a robbanóeszközök készítését a terroristák vagy más ellenérdekelte csoportok számára. Kiemelt fontosságú feladattá vált, hogy a különféle szélsőséges ideológiáktól vezérelt

szervezeteket és csoportokat az ilyen irányú tevékenységük folytatásához szükséges eszközöktől megfosztják, ezáltal az IED fenyegetési lánc<sup>234</sup> egyik alapelemének<sup>235</sup>, az erőforrásoknak az elérhetőségét korlátozzák.

Ezen célkitűzés az EU tagországi szerint a terrorcselekményekhez használt lőfegyverek, robbanóanyagok, gyújtószerkezetek és egyéb az IED készítésre használt felszerelések és technológiák egységes szabályozásával és korlátozásával érhető el. A korlátozások végrehajtásában az állami és a magánszektor képviselői egyaránt érintettek. Különösen fontos, a robbanóanyag iparág, a lehetséges prekursorokat előállító vállalatok és a szakterület tekintetében érintett hatóságok szoros együttműködése. Az ilyen irányú együttműködés alapvetően a robbanóanyagok és prekursorok ellátási rendszerével, továbbá a kutatás fokozásával és a felderítéssel kapcsolatos információcserét foglalja magába.<sup>236</sup>

A robbanóanyagok és prekursorok szabályozott ellenőrzésének egyértelmű célja a terroristák robbanóeszköz-használata elleni küzdelem, ezáltal megvédve a társadalmat a robbanószerkezetek okozta támadások veszélyétől. De, e célkitűzések megvalósítása korántsem egyszerű feladat. Hiszen miközben az érintett szervezetek elsődlegesen a biztonsági kérdésekre összpontosítanak, figyelembe kell venniük a gazdasági élet azon területeit is, ahol a robbanóeszközök és prekursoraik használata alapvető fontosságú. Példaként említhető, a szélsőséges csoportok által napjainkban előszeretettel alkalmazott házi készítésű robbanóanyagot a TATP, amelynek egyik összetevője a hidrogén-peroxid. A hidrogén-peroxid alapvető felhasználású anyag a kozmetika és az orvosi fertőtlenítés területén, vagyis annak teljes betiltása nem lehetséges, hiszen az negatívan befolyásolná a gazdasági- és a közélet egyes területeit.

Mindezek érdekében kiemelt fontosságú a megfelelő információcsere, a már bevált gyakorlatok átadása, és az egyes konkrét kérdésekben történő közös fellépés, vagyis a biztonság szabályait globális szinten és egységesen kell értelmezni. Ilyen értelmezésben a robbanóanyag-biztonság fokozására irányuló törekvéseknél kiemelt fontosságú a megelőző intézkedések szerepe. A prekursorok tekintetében kitűzött cél az egyes vegyszerek ellenőrzésének javítása és az azokkal foglalkozó személyzet biztonság-tudatosságának fokozása, továbbá ez által a

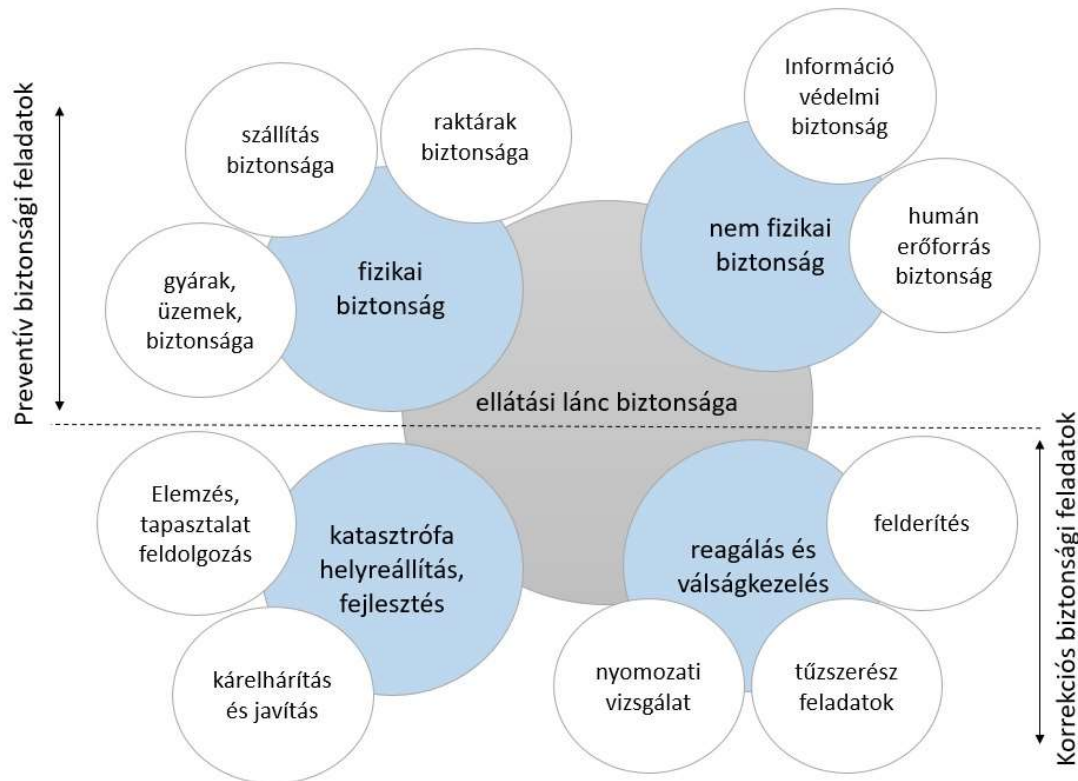
---

<sup>234</sup> Az IED fenyegetési lánc alapvető elemei a szervezet, az erőforrások és a műveletek. In: AJP-3.15 2018: 1-6.

<sup>235</sup> Countering the Threat of Improvised Explosive Devices (2007): The National Academies Press, Washington DC, 2.

<sup>236</sup> Európai Közösségek Bizottságának 651. sz. közleménye a robbanóanyagok biztonságának fokozásáról, 2007, Brüsszel, p. 4. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:52007DC0651&from=EN> (A letöltés: 2020. 02.03.)

gyanús ügyletek azonosítása. Ennek érdekében a teljes ellátási láncot átláthatóvá kell tenni és annak biztonsági sebezhetőségét a lehető legkisebb mértékre kell csökkenteni.



31. ábra: Az ellátási lánc biztonsági összetevői

Forrás: a szerző szerkesztése

Annak érdekében, hogy csökkenjen a robbanóanyagok és prekurzoraik nem rendeltetésszerű használatának és lopásának valószínűsége, kiemelten kell kezelni azok előállításának, tárolásának és szállításának, illetve későbbi nyomon követésének feladatait.

Ezek alapján a megelőzés az alábbi kulcsfontosságú feladatokat foglalja magában<sup>237</sup>:

- a) a személyzet tudatosságának fokozása a prekurzorok tekintetében;
- b) a piacon hozzáférhető robbanóanyag-prekurzorokra vonatkozó szabályozás javítása;
- c) a prekurzorokkal kapcsolatos ügyletek ellenőrzésének javítása;
- d) a piacon hozzáférhető robbanóanyagok és pirotechnikai termékek ellenőrzésének javítása;
- e) a robbanóanyagot kezelő létesítmények biztonságának növelése;
- f) a személyzet biztonsági átvilágításának fokozása;
- g) a robbanóanyag-szállítás biztonságának javítása;

<sup>237</sup> Regulation (EU) No 98/2013 of the European Parliament and of the Council, on the marketing and use of explosives precursors, Strasbourg, 15.01.2013, Article 9/3.

h) a robbanószerkezetek engedély nélküli előállítási módjait illetően hozzáférhető információk mennyiségi és minőségi csökkentése.

A biztonság átfogó értelmezésének egyik példája, hogy a 2006. augusztus 9-én az Egyesült Királyságban végrehajtott összehangolt műveletet<sup>238</sup> követően, a kereskedelmi repülőtereken bevezették a 100 milliliternél nagyobb folyadékkonténerek szállításának egységes tilalmát az utasszállító repülőgépeken.<sup>239</sup>

A nemzetközi közösség álláspontja továbbra is az, hogy a házi készítésű robbanóanyagok elleni hatékony védekezésnek alapvetően azt kell megakadályozni, hogy az arra nem hivatott személyek hozzájussanak az előállításához szükséges alapanyagokhoz és azokból robbanóanyagokat állítsanak elő. Továbbá kiemelten fontos a robbanóanyagok felderíthetőségével kapcsolatos kutatás-fejlesztés fokozása, hiszen ezen tudományos eredmények alapján előállított felderítő eszközök és kidolgozott módszerek kulcsfontosságú szereplői a biztonságot veszélyeztető fenyegetések elhárításának.

### 3.2.1.2 A magatartás aknaveszélyes területen<sup>240</sup>

A címben szereplő tevékenység tulajdonképpen eljárásrendek és magatartásformák összessége, amelyeknek a célja alapvetően a műveletekben résztvevő katonák biztonságának megteremtése, a sebesültek kimentése és a robbanószerkezetekkel szennyezett területek szükség szerinti biztonságossá tétele. Az aknásított és egyéb ERW-vel szennyezett területek gyakran első ránézésre nem különböznek azoktól a területektől, amelyek nem hordoznak veszélyt, hiszen elsősorban nehéz észrevenni azokat a figyelmeztető jeleket és jelzéseket, melyek veszélyre utalnak. Hiszen az aknákat általában a talajszint alá temetik el, de a talajszint fölé telepített aknákat és egyéb hátrahagyott robbanószerkezeteket vagy éppen rögtönzött aknákat az idő múlásával eltakarja az aljnövényzet, így azok „láthatatlanná” válnak. Ezért kiemelt fontosságú a helyi lakosság viselkedésének megfigyelése, a tőlük szerzett információ feldolgozása, illetve a különböző jelek és jelzések észlelése és értelmezése, amelyek segítenek elkerülni a veszélyes területeket. Az ilyen irányú felkészítés célja, hogy segítse a műveletben résztvevő katonákat a figyelmeztető jelek felismerésében és az állandó éberség fenntartásával segítsen azonosítani a

---

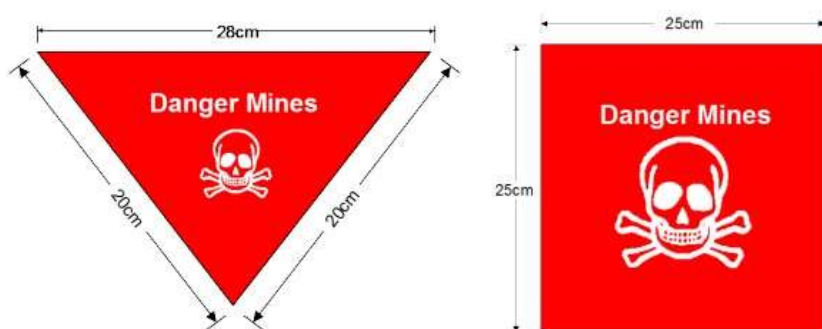
<sup>238</sup> A brit és nemzetközi bűnüldöző szervezetek több hónapos összehangolt tevékenységének eredményeképpen, 2006. augusztus 9-én 24 embert vettek őrizetbe Londonban, akik az Egyesült Királyságból Kanadába illetve az Egyesült Államokba induló járatokra akartak folyékony halmazállapotú robbanóanyagot, gyújtófolyadékot, illetve azok előállításához szükséges vegyi anyagokat a repülőgépekre felvinni.

<sup>239</sup> Three guilty of airline bomb plot, [http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk\\_news/8242238.stm](http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/8242238.stm) (A letöltés: 2020. 01.12.)

<sup>240</sup> A magatartás aknaveszélyes területen, vagy más néven aknatudatosság, angol megnevezése *Mine Awareness*, angol rövidítése *MA*, a továbbiakban *MA*.

potenciálisan veszélyes területeket. A veszélyes területek megjelölése alapvetően három különböző jelölési rendszer szerint történhet:<sup>241</sup>

- a) Állandó jelölési rendszert alkalmaznak olyan aknákkal vagy ERW-vel szennyezett területek megjelölésére, amelyeket a közeljövőben nem terveznek mentesíteni. Általában ebben az esetben, gyakran alkalmazzák a szabványos jelek és fizikai akadályok - kerítések, sorompók, állandó útzárak - kombinációját.
- b) Ideiglenes jelölési rendszert általában az aknamentesítés során alkalmazzák a még nem megtisztított területek határainak megjelölésére, ezáltal kijelölve a mentesítésben résztvevők számára biztonságos megközelítési útvonalakat és területeket.
- c) A rögtönzött jelölési rendszer általában szükséganyagokból készített, de mindenki számára egyértelmű veszélyre figyelmeztető jelzés, amelyeket a helyi lakosság állít fel vagy helyez el. Előfordulhat, hogy ilyen jelölési rendszert alkalmaznak az aknamentesítő szervezetek is ideiglenes vagy állandó jelölőrendszerek kiépítésére abban az esetben, ha a szabványosított anyagok nem állnak rendelkezésre.



32. ábra: A veszélyes területek jelzésére szolgáló szabványosított táblák

Forrás: IMAS 08.40 2013: Annex B

A katonai gyakorlatban az MA vizuális felderítés útján valósul meg vagy nem szándékos cselekmény bekövetkeztekor, például amikor egy jármű véletlenül aknamezőre fut. Az ilyen irányú vizuális felderítés a katonai műveletek része, amelynek végrehajtása közben a résztvevő katonák szemrevételezéssel ellenőrzik a terepet és a robbanószerkezetek jelenlétére utaló jeleket keresnek, amelyek elsődlegesen lehetnek:<sup>242</sup>

- a) Aknatelepítésre utaló jelek, ásásnyomok és földkupacok.
- b) A talajfelszín fölött elhelyezkedő botlódrotok.
- c) Nem logikus útjavításra utaló jelek.

<sup>241</sup> International Mine Action Standard (IMAS) 08.40. (2013): Second Edition, Marking mine and ERW hazards, United Nations Mine Action Service (UNMAS), New York, 4.2.

<sup>242</sup> FM 20-32 2001: 10-1

- d) Fákra, oszlopokra vagy cövekekre helyezett figyelmeztető táblák, egyéb jelölések.
- e) A területen lévő halottak és elhullott állatok.
- f) Robbanás által sérült járművek vagy nagy mennyiségű gumiabroncsok és gépjármű alkatrészek nyomai.
- g) Az út szélétől távolabb eső vezetékek, amelyek részben el vannak temetve.
- h) Olyan látható formák és mintázatok a talajban, amelyek nincsenek jelen a természetben. A növények eltérő színe és rendellenes növekedése.
- i) Faágak, rudak, egymásra rakott kövek az út mentén, amelyek jelző vonalként használhatóak és irányított repeszaknák vagy IED-k alkalmazása esetén a célzást segítik.
- j) A helyi lakosok által elkerült területek. Az általuk használt területek, szinte minden esetben biztonságosnak tekinthetők.

A MA feladat akkor eredményes, ha a műveletek közben senki nem sérül meg. Ezért abban az esetben amikor a vizuális megfigyelés pozitív, vagyis a felderítést végző katona robbanóeszközt vagy az által szennyezett terepszakaszt érzékel, szigorú eljárásrend betartása szükséges. Természetesen az aknák pontos azonosítása - tekintettel azok rendkívüli változatosságára - nem egyszerű feladat, ezért egységes szabványokat vezettek be. Ezen egységes szabályzókat és eljárásrendeket a katonai kötelek tagjai könnyen használható és zsebben hordható emlékeztető kártyákon megkapják. Ezek az emlékeztető kártyák nemzetenként eltérőek lehetnek, de minden esetben igazodniuk kell az adott műveleti területen elfogadott egységes szabályzókhöz.



33. ábra: A német hadsereg által a KFOR<sup>243</sup>-ban alkalmazott emlékeztető kártya

Forrás: a szerző saját felvétele

Természetesen az eljárásrend a terület és a feladat jellegéből adódóan, illetve a kialakult helyzettől függően változhat, de az emlékeztető kártyákon szereplő folyamatok betartása kulcsfontosságú a saját és a társak biztonságának megóvása érdekében. Az MA minimális ismereteket tartalmaz az aknafelderítést illetően, amely az aknazennyezett területre lépő gyalogos járőr, illetve az ilyen területre sodródott járműben utazó személyzet önmentéshez és a sebesült társak mentéséhez szükséges ismereteket foglalja magában. Ennek megfelelően ez a tevékenység kizárólag a mentéshez szükséges biztonsági sáv létrehozására terjed ki és nem

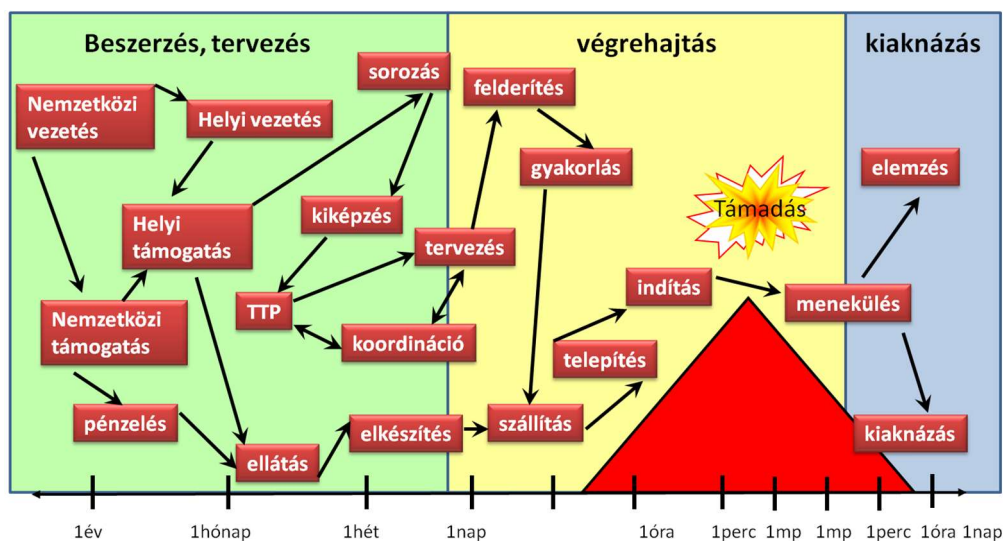
<sup>243</sup> Angolul *Kosovo Force*, angol rövidítése *KFOR*, a Koszovóban tevékenykedő nemzetközi békefenntartó haderő, amely 1999. június 12-én jött létre az ENSZ Biztonsági Tanácsának 1244. számú határozata alapján. Feladata a biztonság és a rend fenntartása Koszovóban.



foglalja magába az aknamező felderítését és esetleges mentesítését. Ezen feladatokat a későbbiekben az erre speciálisan felkészített szakcsapatok hajtják végre.

### 3.2.1.3 A C-IED feladatrendszer

A C-IED feladatrendszer megismeréséhez elsődlegesen meg kell ismerni azt, ami ellen létrejött, vagyis az IED rendszert. Ez egy olyan rendszer, amiben az IED, mint robbanószerkezet pusztán a fegyver, de ahhoz hogy a robbantásos cselekmény bekövetkezzen az alkalmazói csoportoknak számos egyéb tevékenységet is kell folytatniuk és ezeket nevezzük együttesen IED rendszernek.



34. ábra: Az IED alkalmazói rendszer felépítése

*Forrás: a szerző saját előadása a 2018. 01. 22-ei nemzeti AtN tanfolyamon*

Az IED rendszer, az esemény megtervezéséhez, az erőforrások előteremtéséhez, a cselekmény végrehajtásához, továbbá az eredmények hasznosításához szükséges személyekből, erőforrásokból, tevékenységekből és a közöttük lévő kapcsolatokról álló rendkívül összetett architektúra. A globalizáció következtében az egyértelműen lokalizálható IED hálózat elég valószínűtlen. Sokkal inkább valószínűsíthető az olyan szervezeti felépítés, amely kiterjedt nemzetközi kapcsolatokkal rendelkezik és tevékenységük terrorszervezetek vagy kormányok támogatását is élvezzi. Ezen globalizációs folyamatoknak kedvez az internet, hiszen a közösségi médiák széleskörű szerepe miatt, minden információ egyre könnyebben és egyre nagyobb számban hozzáférhető az IED vonatkozásában is.<sup>244</sup>

<sup>244</sup> Ezen rész elkészítésének időpontjában, 2021. október 06-án 10.19-kor a Google keresőbe beírt „How to make an IED?” azaz magyarul „Hogyan készítsünk rögtönzött robbanószerkezetet?” „kérdésre 0.53 másodperc alatt 43 600 000 találat érkezett.

Úgy gondolom, hogy alapfeltevésként kijelenthető, miszerint ezen ellenérdekelt szervezetek IED alkalmazásával akarnak veszteséget okozni és aláásni a biztonságot. Ez által bizonytalanság, illetve félelem érzetét kelteni a műveleti területen és a hátszágban egyaránt, így „*annak harcászati (elsődleges) hatása válik lassan kevésbé fontossá, viszont előtérbe kerül lélektani hatása (az, amit a műveletben résztvevő állományra, a katonai-politikai döntéshozókra, illetve a hazai polgári lakosságra kifejt) és ez okozza stratégiai jelentőségét.*”<sup>245</sup>

Történelmi példák igazolják, hogy akár egyetlen IED esemény végrehajtásával is stratégiai hatást<sup>246</sup> lehet elérni. Éppen ezért a C-IED célja az IED rendszer legyőzése, a szembenálló fél alkalmazási lehetőségeinek korlátozása, mindemellett a saját erők mozgás- és manőver szabadságának biztosítása az átfogó műveleti végcél érdekében.<sup>247</sup> Mindezek ismeretében az IED elleni harcban résztvevő szervezetek, katonai kötelékek minden szintjének kollektív erőfeszítésére van szükség a rendszer felszámolására. Ahogyan Thomas Fuller<sup>248</sup> fogalmazott „Rókákkal szemben nekünk is rókákká kell válnunk”<sup>249</sup>, azaz olyan egységes feladatrendszerre van szükség, amely minden komponens számára alkalmazható és a szükséges eljárások megismerésével biztosítja az erők felkészülését az IED ellenes műveletek végrehajtására. A C-IED kiképzések fontosságát hangsúlyozza a NATO 2010-ben kiadott akcióterve is, amelyben követelményként határozták meg az ilyen irányú kiképzések intézményesítését és beépítését a nemzeti kiképzési- és oktatási rendszerbe. Azonban ez a folyamat rendkívül összetett, hiszen a hadszínterén szerzett tapasztalatokat a felkészítés minden szintjén be kell építeni, az alapkiképzéstől a vezérkari tanfolyam szintjéig, illetve fontos hogy mi kerüljön a tanfolyami képzések tematikájába és mi kerüljön a missziós műveleti felkészítés tematikájába.<sup>250</sup>

---

<sup>245</sup> HORVÁTH Tibor (2016): Az IED hálózat, mint korunk egyik aszimmetrikus kihívása, In: CSENGERI János et. al.: Humánvédelem- békeműveleti és veszélyhelyzet-kezelési eljárások fejlesztése, tanulmánygyűjtemény I, e-book, Nemzeti Közszoigálati Egyetem, 308.

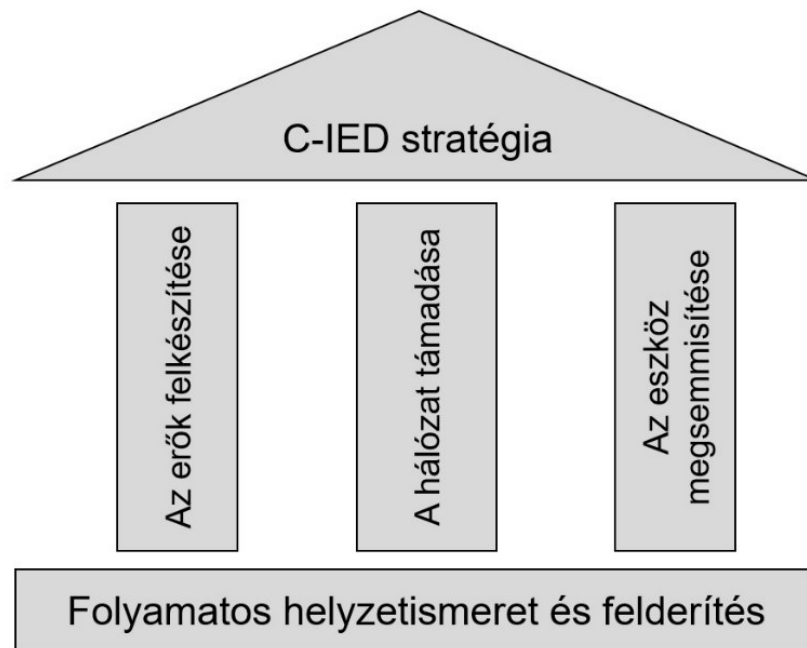
<sup>246</sup> 2004. március 11-én Spanyolországban, Madridban összehangolt IED támadás volt a helyi érdekeltségű vasútvonalon, ahol 10 robbanás történt négy különböző vonaton. A robbantásokban 191 fő meghalt és 2050 fő megsérült. A cselekmények hatására a spanyol kormány 2004. május 27-ig több ütemben kivonta katonai erőit Irakból.

<sup>247</sup> A feladatok tervezésekor nagyon fontos megemlíteni, hogy az IED pusztán a fegyver, amire úgy kell tekinteni, mint minden más ellenséges képességre, így az IED rendszer semlegesítése szükségszerű a küldetés végrehajtásának érdekében, de nem az a misszió célja.

<sup>248</sup> Thomas Fuller (1608-1661), angol egyházi ember, író és történész.

<sup>249</sup> A szerző fordítása. Eredeti idézet *“With foxes we must play the fox.”*, In: <https://www.goodreads.com/quotes/1207765-with-foxes-we-must-play-the-fox> (Letöltés: 2021. 10. 06.)

<sup>250</sup> LŐRINCZ Gábor (2014): Válasz az aszimmetrikus fenyegetésre, C-IED képességépítés a Magyar Honvédségben rövid- és középtávon, Honvédségi Szemle, 142. évfolyam, 3. szám, Budapest, 39-51.



35. ábra: A C-IED feladatrendszere

Forrás: a szerző szerkesztése a NATO AJP-3.15 2018: 1-6 alapján

A C-IED feladatrendszer három alappillére közül kezdetben, a NATO és a tagországok is az eszköz megsemmisítésére<sup>251</sup> koncentráltak. Ennek eredményeképpen a hadszíntéren új technikai eszközök és képességek jelentek meg. Ide sorolhatók az egyre fejlettebb távvezérelt vagy automatizált felderítő robotok, a mobil robbanóanyag- és robbanószerkezet maradványelemző és értékelő laboratóriumok, és egyre fejlettebb felderítő eszközök, hiszen ez a pillér foglalja magába a tényleges robbanószerkezet felderítésére vonatkozó műszaki szakfeladatokat is. Mindezek ismeretében megállapítható, hogy a katonai műveletek megváltozott környezete és a robbanószerkezetek alkalmazási eljárásainak változása megváltoztatta a robbanószerkezetek felderítésének rendszerét is. Azonban ez önmagában nem bizonyult elégségesnek.

A 2006- ban létrejött Egyesített IED-ellenes Tevékenységeket vezető szervezet<sup>252</sup> is inkább a technikai fejlesztésekre összpontosított, mintsem a humán faktorra<sup>253</sup> és csak később vált kiemelt fontosságúvá az erők felkészítése<sup>254</sup> és a hálózatellenes műveletek.<sup>255</sup> Hiszen, mint

<sup>251</sup> Angolul *Defeat the Device*, angol rövidítése DtD. In: AJP-3.15 2018: 4

<sup>252</sup> Angolul *Joint IED Defeat Organisation*, angol rövidítése JIEDDO.

<sup>253</sup> HORVÁTH 2016: 310.

<sup>254</sup> Angolul *Prepare the Force*, angol rövidítése PtF, In: NATO Standard AJP-3.15 Allied Joint Doctrine for Countering Improvised Explosive Devices, edition C, version 1, NATO Standardization Office (NSO), 2018.

<sup>255</sup> Angolul *Attack the Network*, angol rövidítése AtN, In: NATO Standard AJP-3.15 Allied Joint Doctrine for Countering Improvised Explosive Devices, edition C, version 1, NATO Standardization Office (NSO), 2018.

ahogyan arra már korábban is utaltam a C-IED fő célja nem a már telepített eszköz hatástalanítása, hanem az IED elkészítésének és telepítésének megakadályozása. Az afganisztáni hadszíntéren a C-IED feladatokat korábban koordináló Palladin Harccsoport illetékese úgy fogalmazott, hogy „*a magas szintű tudatosság fenntartásával, valamint taktikánk és kiképzéseink folyamatos frissítésével hatékonyabban tudunk szembenézni az IED fenyegetéssel*”.<sup>256</sup>

Ennek érdekében a katonai kötelek minden tagjának szükséges a műveleti környezet és a C-IED megközelítés megértése, illetve annak megfelelő szintű feldolgozása. Ez alapvetően egységes, biztonságot fokozó tudatossággal és eljárásrendek bevetésével<sup>257</sup> valósul meg. Az ilyen eljárásrendek pontos végrehajtásával, a biztonság alapvető megteremtésén túl, biztosítható az összes releváns információ, amely szükséges lehet a későbbi tüzszerész szaktevékenységhez. Ennek megfelelően az IED észlelését követő jelentésben kiemelt figyelmet kell fordítani annak pontos elhelyezkedésére, lehetséges típusának<sup>258</sup> meghatározására és feltételezett telepítési idejére, továbbá olyan esetlegesen szemtanúk által közölt értesülésekre, melyek az IED telepítésének körülményeire vagy annak céljára utalnak.<sup>259</sup> A lehetséges célpont az IED környezetre vonatkozó fenyegetési paraméterei közül talán a legfontosabb, hiszen a célpont képviseli a támadás motivációját<sup>260</sup>, így annak megértése segít a szükséges védelmi rendszabályok és a prioritás irányainak meghatározásában. Azonban a művelési környezet sajátosságaiból adódóan, a lakosságtól vagy helyi szervezetektől megszerzett információk hiteleségét célszerű vizsgálni, hiszen azok célja lehet dezinformáció és megtévesztés is.

---

<sup>256</sup> A szerző fordítása. Az idézet angolul: „*By maintaining a high level of awareness and continuously updating our tactics and training, we can more effectively counter the IED threat*” In: [https://www.nato.int/cps/en/natohq/news\\_85793.htm?selectedLocale=en](https://www.nato.int/cps/en/natohq/news_85793.htm?selectedLocale=en) (Letöltés: 2021. 10. 07.)




<sup>257</sup> Ilyen eljárásrend az 5/25, amit minden szintű C-IED gyakorlati kiképzési foglalkozás tartalmaz. Az 5/25 lényege, hogy amennyibe IED veszélyes környezetben meg kell állni, akkor először a gépjárművek körül 5 métert kell vizuálisan átvizsgálni IED telepítésére utaló jeleket keresve, majd hosszabb megálló esetén a keresési távolságot 25 méterre kell növelni. A távolról történő egyértelmű azonosításhoz célszerűen távcsövet vagy digitális fényképezőgépet is alkalmaznak.

<sup>258</sup> A típus meghatározásánál a lexikon szerinti meghatározásokat kell követni például VOIED, VBIED, RCIED.

<sup>259</sup> NATO Standard AEODP 03 (2014): Volume II, Inter-service Improvised Explosive Device Disposal (IEDD) operations on multinational deployments, a guide for operators, edition c, version 1, NATO Standardization Office (NSO), Annex B.

<sup>260</sup> A cél általában személyek vagy létesítmények. Az első kategóriában a cél lehet nagyszámú ember megölése és/vagy minél nagyobb veszteségokozás, illetve egyetlen kiemelt személy megölése, például egy politikai vezető. A második esetben a célpont lehet egy szimbolikus jelentőséggel bíró épület vagy épületek, ahogyan történt a 9/11 esetében is, vagy olyan létesítmény, amelynek megsemmisülése esetén nagy gazdasági vagy környezeti kár keletkezik. Ilyen megközelítésben az IED esemény időzítése kritikusabb abban az esetben ha a támadás személyek ellen irányul, hiszen egy zsúfolt színházban elkövetett esemény nagyobb hatást vált ki, mint az amikor a színház üres. Ugyanebben a megközelítésben egy erőmű felrobbantása viszont valószínűleg ugyanolyan hatást fog kiváltani, függetlenül attól, hogy az esemény mikor következett be.

Napjainkban a legnagyobb hangsúly a hálózatellenes műveletekre helyeződik, hiszen ez a képesség nélkül az IED által okozott veszteségek csökkentése aligha képzelhető el. A hálózat támadásának elengedhetetlen eleme a kiaknázás<sup>261</sup>. Az ezáltal nyert információk alapján megállapítható az ellenség képessége, az elkövetők kapcsolati hálója és az eszközök műszaki kialakítása. Ez lehetővé teszi, hogy előre prognosztizáljanak IED tevékenységeket, információt szolgáltatassanak a célképzést végző szervezeti elemeknek, hogy zavarokat okozzanak az IED rendszerben. A kiaknázás során az információk begyűjtése és elemzése különböző szintű hadszíntéri helyszínelő csoportok<sup>262</sup> és kiértékelő laboratóriumok tevékenysége útján valósul meg. A kiaknázás során nyert információk a C-IED feladatrendszer mindhárom pillérében hasznosulnak.

<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	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

36. ábra: Az ATF<sup>263</sup> által megállapított egységes biztonsági távolságok

Forrás: <https://taxguru.in/corporate-law/brief-about-improvised-explosive-devices-ieds.html>

(Letöltés időpontja: 2021. 10. 07.)

Az IED típusára és elhelyezkedésére vonatkozó felderítési adatok pontatlansága viszont megfelelő kiképzéssel nagymértékben csökkenthető. Természetesen az IED-k pontos

<sup>261</sup> Az angol *exploitation* kifejezés, magyar szakmai terminológiában alkalmazott fordítása.

<sup>262</sup> Hadszíntéri helyszínelő csoport, angolul *Weapons Intelligence Team*, angol rövidítése *WIT*, In: NATO Standard ACIEDP-02 (2018): NATO Weapons Intelligence Team (WIT) capabilities, edition B, version 1.

<sup>263</sup> Az ATF az Egyesült Államokban Működő szövetségi rendőri szervezet, amely fő feladata az alkoholok, dohánytermékek és fegyverek tilalmára vonatkozó szabályok betartása.

azonosítása, az aknákhöz hasonlóan - tekintettel azok rendkívüli változatosságára - nem egyszerű feladat, ezért ebben az esetben is egységes szabványokat vezettek be. Ezen egységes szabályzókat és eljárásrendeket az MA-hoz hasonlóan a katonák zsebben hordható emlékeztető kártyákon kapják meg. De ilyen formában egységesítették a biztonsági távolságok kezdeti meghatározását is.

### 3.2.2 A robbanóanyag érzékelése útján történő felderítés

#### 3.2.2.1 *Robbanóanyag tömeg érzékelése*

##### 3.2.2.1.1 Képkalkoló technológiák

A nemzetközi repülőtereken már több mint 30 éve használnak az utasok kézipoggyászainak, valamint a szállítmányok, postai küldemények biztonsági átvilágítására alkalmas képkalkoló berendezéseket. A biztonsági környezet változásának eredményeképpen, ezek az eszközök óriási fejlődésen mentek keresztül. Sugárdózisuk csökkent, képfelbontásuk viszont többszörösére növekedett, illetve számos olyan funkcióval gazdagodtak melyek könnyebben használhatóvá és többcélúvá tették azokat.<sup>264</sup> Napjainkban ezen képkalkoló berendezések alkalmasak a poggyászokról készült képek tárolására, robbanóanyagok automatikus detektálására és megjelölésére a monitoron.<sup>265</sup> Kezdetekben az utasok megkérdőjelezték a röntgentechnológia biztonságát, de napjainkban ezen eszközök használata teljesen elfogadottá vált.

A szabályozás szerint a kézipoggyászból a nagyobb elektronikus eszközöket (pl.: laptop, tablet, iPad, fényképezőgép, és minden más eszköz, amelynek sűrűsége gátolja az átvizsgáló személyt a táska tartalmának ellenőrzésében) egy külön tálcára kell helyezni, mielőtt a csomag áthalad a vizsgáló berendezésen. Amennyiben gyanús tárgyat észlelnek a kézi poggyászban, azt manuálisan is ellenőrzik. Több repülőtéren működik jelenleg test-scanner, amely segítségével a röntgensugarakat kihasználva a biztonsági szolgálatok képesek az utasok ruházatának és testének teljes ellenőrzésére. Azonban a kereskedelmi repülőtereken a pozitív jelzések előfordulása a csomagellenőrzés során nagyságrendileg 2 %. Ezen alacsony mérési szám annak köszönhető, hogy a repülőterek úgynevezett fenyegetési képvetítést alkalmaznak, vagyis a lehetséges célpontokat tartalmazó röntgenfelvételeket vetítenek a képfolyamra,

---

<sup>264</sup> SZATAI Zsolt József (2020): A robbanóanyag felderítés az utasbiztonság szolgálatában, A hadtudomány és a 21. század 2020, tanulmánykötet, 313-328.

<sup>265</sup> Csomag- és szállítmányvizsgáló röntgenberendezések, <https://zandz.hu/megoldasaink/repuloteri-megoldasok/> (Letöltés időpontja: 2020.02.22.)

amelyeket az átvizsgáló személyzet összehasonlít. Az ilyen típusú átvizsgálásoknál hibaként jelentkezhethet, hogy a ritkán előforduló célpontokat, vagy a vetített képre egyáltalán nem hasonlító célpontokat a kezelők nem érzékelik.<sup>266</sup>

A képkalkotó berendezések nem csak a nagy utasforgalmú közlekedési csomópontok biztosításának eszközei, hanem nélkülözhetetlen eszköze a tűzszerész műveleteknek is. Hiszen a szabályzók szerint a „*Szövetségesi műveletekben tűzszerész szakfeladatot ellátó katonákat a STANAG 2143 (AEODP-10 (B)) 4.1. pont e) bekezdésében foglaltaknak megfelelően, a szükség szerinti mértékben képkalkotó felszerelésekkel lehet ellátni. Az ilyen távirányítható kép- és hangrögzítő felszerelések alkalmazására az ismeretlen típusú robbanószerkezetek megvizsgálásának és hatástalanításának biztonságos végrehajthatósága, valamint a hatástalanítási eljárások kidolgozásának elősegítése érdekében lehet szükség.*”<sup>267</sup>

Röntgensugárzás alapú technológiák<sup>268</sup>

1895-ben Röntgen<sup>269</sup> felfedezte a később róla elnevezett röntgensugarakat, ezzel számos új lehetőséget nyitott az orvosi diagnosztika és egyéb felderítési területeken, ahol a megbízható képkalkotás meghatározó jelentőségű. A röntgensugárzást alkalmazó felderítő technológiák azon alapulnak, hogy alapvetően ha a röntgensugárzás egy anyagi rendszerrel lép kölcsönhatásba három dolog történhet: áthalad a vizsgált anyagon ezt nevezzük transzmisszióknak, elnyelődik az anyagban ez az abszorpció, vagy eltér eredeti irányától, vagyis szétszóródik. Ezért a különféle anyagok röntgensugárzásának mérését a robbanóanyag felderítő eszközök által, elsősorban a Compton-szórás<sup>270</sup> és a fotoelektromos abszorpció<sup>271</sup> teszi lehetővé. A Compton-szórás szétszórja a röntgensugarakat és ezáltal megváltoztatja a fotonok útját és energiáját, míg a fotoelektromos hatás röntgenabszorpciót eredményez. A fotoelektromos hatás azoknál az

---

<sup>266</sup> HÄTTENSCHWILER, Nicole et al.(2019): Detecting Bombs in X-Ray Images of Hold Baggage: 2D Versus 3D Imaging, Human Factors, Volume 61, No. 2, 305–321.

<sup>267</sup> Mű/53 2022: 28

<sup>268</sup> Az angol terminológia erre a kifejezésre az *x-rays* gyűjtőfogalmat használja.

<sup>269</sup> Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923) Nobel-díjas fizikus, gépészmérnök, a róla elnevezett röntgensugárzás felfedezője.

<sup>270</sup> A fizikában a Compton-szórásnak nevezzük a fény rugalmatlan szóródását anyagon. Ez akkor keletkezik, ha a nagy energiájú elektromágneses sugárzás és az anyagi közeg kölcsönhatásba kerül. A jelenség jellemzően egy röntgenfoton és egy atomi pályán tartózkodó, kötött elektron ütközésének leírásával magyarázható. In: NAGY Lajos György - LÁSZLÓ Krisztina (1997): Radiokémia és izotóptechnika, Egyetemi tankönyv, Budapest: Műegyetemi Kiadó, 154.

<sup>271</sup> „Fotoelektromos abszorpció akkor jön létre, amikor egy röntgenfoton egy belső héj elektronnal kerül kölcsönhatásba. Ez a fajta ütközés akkor keletkezik a legnagyobb valószínűséggel, amikor a beeső foton energiája csak kis mértékkel haladja meg az adott atom belső (K) héján található elektron kötési energiáját. Ilyen esetben a foton miközben kilöki az elektront a pályájáról, saját energiáját teljes mértékben elveszti és abszorbeálódik.” In: BELL Barbara et al.(2020): Komputertomográfia, Budapest: Akadémiai Kiadó (digitális kiadás), [https://mersz.hu/dokumentum/m681kt\\_11](https://mersz.hu/dokumentum/m681kt_11) (Letöltés: 2022.02.02).

anyagoknál erősebb, amelyek nagyobb protonszámmal<sup>272</sup> rendelkeznek, ilyenek lehetnek a fémek és más szerves anyagok, ezzel ellentétben a szerves anyagoknál a Compton-szórás a meghatározó röntgensugárzási folyamat. Ezért az anyagokat csillapítási keresztmetszetük alapján lehet megkülönböztetni, amely a fotoelektromos hatásra jobban változik, mint a Compton-szórás esetén. Például a szerves anyagok gyorsabb, míg a szerves anyagok lassabb változást mutatnak.<sup>273</sup>

Számos röntgentechnikán alapuló robbanóanyag felderítési technológia méri a vizsgált anyagok röntgen csillapítását, amely az anyag sűrűségének és az adott elem protonszámának függvénye.<sup>274</sup> Mivel a röntgensugarak elsősorban az elektronokkal lépnek kölcsönhatásba, a csillapítási együttható szorosan összefügg a vizsgált anyag elektronsűrűségével is. Ennek megfelelően a röntgensugárzás alkalmazásán alapuló eszközök lehetnek: egy- vagy kétsugaras (dual) készülékek, visszaszórt sugárzáson alapuló készülékek, komputertomográfok és fluoroszkópok.

#### *Egy- vagy kétsugaras (dual) készülékek*

Az egysugaras vagy más néven egyenergiás röntgentechnikáknál, ahogyan arra a megnevezése is utal, egy energiájú röntgensugarat használnak és a kijelzőn megjelenő kép a röntgensugarak abszorpciójának mértékét jelzi. Az ilyen technikák általában nem adnak elegendő információt a robbanóanyagokról, azaz a technológia nem teszi lehetővé az anyagok konkrét felismerését sem, de bizonyos alkalmazásoknál ez nem is biztos, hogy szükséges. Ilyen lehet például a tűzszerész biztosítás alkalmával végzett elhagyott csomag átvizsgálása, amely esetben a vizsgálat célja nem a robbanóanyag megállapítása, hanem hogy az eszköz egyáltalán tartalmaz-e a megszokottól eltérő gyanús elemeket.

---

<sup>272</sup> A kémiai elemek protonszáma, vagy más néven rendszáma, esetleg „Z” száma megmutatja az elem atomjaiban levő protonok számát és így annak helyét a periódusos rendszerben. Ezáltal egyértelműen meghatározható a kémiai elem minősége. Az elemek protonszáma a periódusos rendszerben a vegyjel bal alsó sarkában található.

<sup>273</sup> Configuration Management and Performance Verification of Explosives-Detection Systems, National Academy Press, Washington, D.C., 1998, Appendix A, Explosives-Detection Technologies, 55.

<sup>274</sup> Szerk: ÉLESZTŐS László - ROSTÁS Sándor (1994): Magyar Nagylexikon II. (And–Bag), Akadémiai Kiadó, Budapest, 581.





37. ábra: Vidisco Defender 12 hordozható röntgenkészülék.

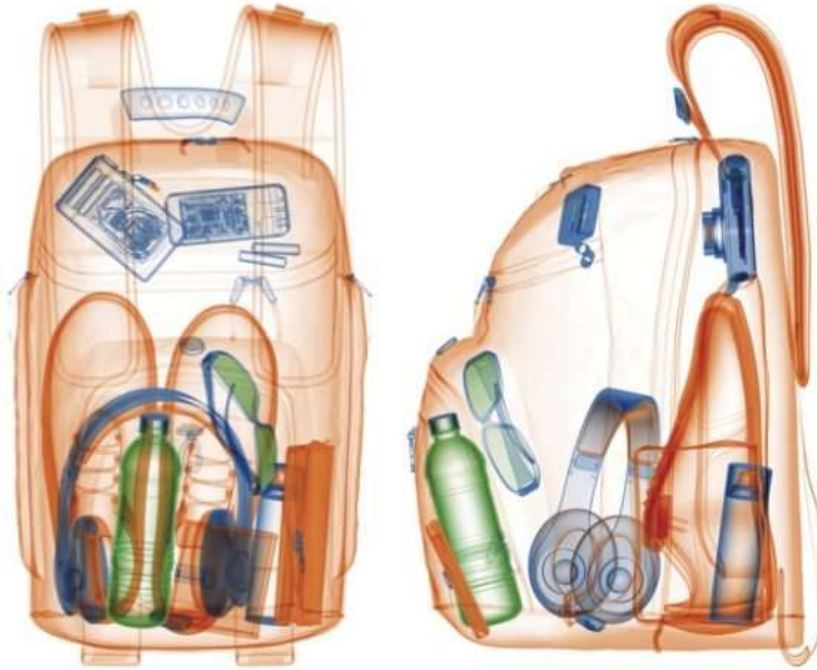
Forrás: <https://vidisco.com/products/defender-12-system/> (Letöltés Időpontja: 2022.02.16.)

Ezzel szemben a kétsugaras, vagy többenergiás röntgen alapú detektáló berendezéseket már úgy fejlesztettek ki, hogy azok alkalmasak a szerves anyagok és a szervetlen anyagok megkülönböztetésére és azok sűrűségének félkvantitatív mérésére is. Vagyis a kétsugaras röntgentechnika lehetővé teszi az anyag sűrűségére és az atomszámára vonatkozó információk megszerzését.<sup>275</sup> Az átviteli és a visszaszórás röntgensugarak mérésének ilyen irányú kombinálása javítja elemek detektálási minőségét, azonban továbbra sem határozza meg a robbanóanyagok konkrét típusát, ahhoz összetettebb eszközökre van szükség, mint például a későbbiekben ismertetésre kerülő komputertomográf.

A képernyőn megjelenített eredmények jellemzik és azonosítják a különféle anyagokat formájuk és az atomszámukhoz rendelt mesterséges színek alapján. A színek ilyen irányú hozzárendelése, megkönnyíti a kezelő számára a monitoron látható vizuális azonosítást.

---

<sup>275</sup> REBUFFEL, Veronique - DINTEN, Jean-Mare (2007): Dual-energy X-ray imaging: benefits and limits, Insight - Non-Destructive Testing and Condition Monitoring, Volume 49, Number 10, 589-594.



38. ábra: Repülőtéri kétsugaras röntgenberendezéssel készített kép

Forrás:

[https://www.electronicproducts.com/Sensors\\_and\\_Transducers/Image\\_Sensors\\_and\\_Optical\\_Detectors/Ever\\_wondered\\_how\\_an\\_airport\\_scanner\\_works\\_Here\\_s\\_what\\_you\\_need\\_to\\_know.aspx](https://www.electronicproducts.com/Sensors_and_Transducers/Image_Sensors_and_Optical_Detectors/Ever_wondered_how_an_airport_scanner_works_Here_s_what_you_need_to_know.aspx) (Letöltés időpontja: 2020.02.20.)

*Visszaszórt sugárzáson alapuló röntgenkészülékek*

Az első röntgensugarak visszaszóródásán alapuló fejlett képalkotó technológiájú eszközt 1991-ben építették.<sup>276</sup> Ez a technológia egyike annak a kétféle, teljes testet leképező technológiának, amelyeket a repülőtéri biztonsági szolgálatok az utasok teljes testének vizsgálatára használnak az elrejtett fegyverek, szerszámok, folyadékok, kábítószerek, valuta, robbanóanyag és egyéb csempészaru felderítésére. A visszaszórt sugárzáson alapuló röntgen egy fejlett képalkotó technológia. Míg a hagyományos röntgenkészülékek a kemény és lágy anyagokat a céltárgyon keresztül továbbított röntgensugárzás intenzitásának változása alapján észlelik, a visszaszórt sugárzáson alapuló röntgen érzékeli a célponttól visszaverődő sugárzást, ezáltal jobb mérést tesz lehetővé és alkalmazása lehetséges olyan helyzetekben is, ahol kevésbé roncsoló vizsgálat szükséges, illetve a céltárgynak csak az egyik oldala áll rendelkezésre a vizsgálatra. Egyes visszaszórásos röntgenszkennerek sokkal nagyobb tárgyakat, például teherautókat és konténereket is képesek beolvasni, alapesetben átlagos karosszéria vastagságig. Ez a vizsgálat

---

<sup>276</sup> Steven W. Smith, X-ray Backscatter Detection System néven nyújtotta be a 5181234 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalmát 1991. május 22-én, amelyre a kizárólagos jogot 1993. január 19-én meg is kapta.

sokkal gyorsabb kutatást tesz lehetővé, mint a fizikai keresés, így egységnyi idő alatt a szállítmányok nagyobb százalékának ellenőrzését biztosíthatja.

A visszaszórási technológia a röntgensugárzás Compton-szórás hatásán alapul úgy, hogy a vizsgálati anyagba behatoló röntgensugárzás kölcsönhatásba lép az anyaggal, ami a bemenő sugárzás szóródását eredményezi és ennek hatására visszaszórásos röntgensugarak jönnek létre. A visszaszórt sugarakat az érzékelők összegyűjtik és egy speciális egység segítségével a röntgensugarakból térbeli képet generálnak. A szórás mértéke jellemző az anyagra, így az anyagok megkülönböztethetők a sugárszórási jellemzőik alapján. Az ilyen elven működő eszközök lehetővé teszik a nagy sűrűségű anyagok visszaszórás azonosítását, ezek jellemzően a fémtárgyak, illetve a visszaszórásos röntgenkép kiemeli a szerves anyagokat, mint például a robbanóanyagokat.

A robbanóanyagok kimutatására is alkalmas visszaszórt sugárzáson alapuló készülékek gyártói többféle működési elv szerint alakították ki az eszközeiket. Az alap konfiguráció esetében egy röntgenforrás és egy nagy területű érzékelő van egy egységbe építve. Az ilyen rendszerek a vizsgált eszköz vagy személy egyetlen oldalától képesek információt gyűjteni, így külön kell mérni az első és a hátsó oldalt. Vagyis személyátvizsgálás esetén a vizsgált személyt kétszer kell mérni és a két mérés között meg kell fordulni. A fejlettebb változatú eszközök már két egymással szembenálló egységből állnak, amely lehetővé teszi a vizsgált személy mindkét oldalának egymás utáni szkennelését annak megmozdulása nélkül, ezért az ilyen rendszereket gyakran nevezik „egypózos” rendszereknek is. Mivel a szkennelés egymás után történik és oldalanként nagyságrendileg 3 másodpercet igényel, az ilyen vizsgálat 6 másodperc alatt végrehajtható. Ezzel szemben az előzőleg említett eszköz vizsgálati ideje lényegesen több, hiszen abban az esetben a személynek meg kell fordulni a második vizsgálatához. Az eszközök megbízhatósága mellett, egyes esetekben az átvizsgálásra fordított idő is kulcsfontosságú, például egy nagy forgalmú kereskedelmi repülőtéren, hiszen a biztonságra való minél nagyobb törekvés mellett a rendszer működtetésével nem lehet akadályozni az áteresztőképességet.



39. ábra: Teljes test-scanner alkalmazása egy kereskedelmi repülőtéren

Forrás: <https://www.pe.com/2013/01/21/x-ray-full-body-scanners-to-be-pulled-from-us-airports/> (Letöltés: 2022.02.15.)

Az átvizsgálási sebesség mellett a másik fontos szempont az eszközök által kibocsájtott röntgensugárzás mértéke. Ezért napjainkban a személyek átvilágítására alacsony dózisu eszközöket alkalmaznak. Alapkövetelmény, hogy a szkennelés során kapott sugárdózis nem lehet nagyobb, mint a természetben előforduló háttérsugárzás<sup>277</sup>. Ennek ellenére, hogy a rendszerek bizonyítottan képesek a rejtett robbanóanyagokat és egyéb csempészett veszélyes eszközöket és anyagokat érzékelni<sup>278</sup>, még mindig nagyon sokan kifogásolhatónak tartják a röntgensugárzás ilyen célú felhasználását. Ennek következtében a visszaszórásos röntgensugárzáson alapuló eszközöket egyre inkább felváltják a milliméteres hullámszkennerek. Ezek az új képalkotó berendezések nem ionizáló mágneses sugárzást használnak és képesek a vizsgált tárgy vagy személy háromdimenziós képének előállítására is, ezáltal jobb vizuális felderítési adatokat szolgáltatnak. Mindazonáltal egy ilyen biztonsági kapu

---

<sup>277</sup> Számos ember alkotta tevékenység párosul bizonyos szintű háttérsugárzással. Ezek közé tartoznak az önkéntes orvosi ellátások és vizsgálati eljárások, az egyes fogyasztási cikkekből származó expozíciók, de háttérsugárzással jár a kereskedelmi repülés és az atomenergia-termelés is. Továbbá napi szinten éri az emberi szervezetet háttérsugárzás a világűrben is. In: Airport Passenger Screening Using Backscatter X-Ray Machines: Compliance with Standards, The National Academies Press, Washington, DC, 2015. 33-40.

<sup>278</sup> A testszkennerek 2010 után váltak nagyon közkedvelté a nagy kereskedelmi repülőtéren, miután a detroiti repülőtéren egy ilyen eszköz segítségével akadályozták meg, hogy egy férfi az alsóneműjében robbanóanyagot vigyen a fedélzetre.

alkalmazásával, óránként körülbelül 600 utas átvizsgálása is lehetséges.<sup>279</sup> A telepített eszközök mellett egyre nagyobb igény fogalmazódott meg egy ergonomikus, kézi visszaszórásos röntgenkészülék kifejlesztésére, amely lehetővé teszi a biztonsági területen dolgozó felhasználók számára, hogy gyorsan és költséghatékonyan találják meg az elrejtett robbanóanyagokat.



40. ábra: A Viken Detection HBI-120 kézi képképző

Forrás: <https://www.officer.com/investigations/drug-alcohol-enforcement/product/21212931/viken-detection-hbi120-handheld-xray-imager> (Letöltés: 2022.02.01.)

Az egyik ilyen eszköz a Viken Detection HBI-120, amely a hordozható transzmissziós röntgenrendszerek korlátozás nélkül is képes felkutatni a robbanóanyagot és egyéb csempészárut 3 mm-es acélegyenértékű anyagon keresztül is, amely vastagság háromszorosa a szokványos gépjármű karosszéria panel vastagságának. További előnye, hogy az eszköz mindösszesen 3,7 kg<sup>280</sup> és a kétdimenziós röntgenképet valós időben jeleníti meg egy nagy felbontású LCD<sup>281</sup> érintőképernyőn, továbbá az adatok a műszer memóriájába menthetők. A régebbi hordozható transzmissziós röntgenrendszerek alkalmazásához a röntgenforrás modul és a detektormodult el kell helyezni és össze kell igazítani a vizsgált eszköz egyik és másik oldalán. Ebből kifolyólag alkalmazásuk sok esetben nehézségekbe ütközött, továbbá a hordozható transzmissziós röntgenrendszerek körülbelül 15 x 20 cm méretű területet pásztáznak le egyszerre, és percekbe telhet egy összetettebb tárgy beolvasása.

---

<sup>279</sup> BERTI, Adele: Timeline: the history of airport body scanners, [https://airport.nridigital.com/air\\_mar20/timeline\\_the\\_history\\_of\\_airport\\_body\\_scanners](https://airport.nridigital.com/air_mar20/timeline_the_history_of_airport_body_scanners) (Letöltés: 2022.02.15.)

<sup>280</sup> HBI-120 Handheld X-Ray Imager, <https://www.officer.com/investigations/drug-alcohol-enforcement/product/21212931/viken-detection-hbi120-handheld-xray-imager> (Letöltés: 2022.02.01.)

<sup>281</sup> LCD, angolul *Liquid-crystal display*, egy olyan folyadékkristályos kijelző, amely a képi megjelenítéshez a folyadékkristályok fénymoduláló tulajdonságait használja polarizátorokkal kombinálva.

A HBI-120 visszaszórásos röntgen képalkotó segítségével kisebb és nagyobb tárgyakat is viszonylag gyorsan be lehet olvasni, így lehetővé teszi az ellenőrzést végzők számára, hogy gyorsan megvizsgálják a tárgyakat a robbanóanyaggal és robbanószerkezettel való fenyegetés szempontjából, anélkül, hogy kinyitnák azokat.

### *Komputertomográfok<sup>282</sup>*

A komputertomográfia alapjait már 1917-ben kidolgozták azonban az első igazán működő modell megépítésére közel 60 évet kellett várni.<sup>283</sup> Kezdetekben a CT eszközök által készített felvételek minősége és a vizsgálathoz szükséges idő meg sem közelítette a ma elvárt szintet, ugyanis akkoriban egy 80x80 felbontású kép egyetlen képkockájának elkészítése öt percet vett igénybe.<sup>284</sup> Összehasonlításképpen, a ma alkalmazott CT eszközök egy 1024x1024 felbontású képszeletet 0,3 másodperc alatt készítenek el. A CT az előzőekben ismertetett egyéb röntgensugárzáson alapuló eszközhöz hasonlóan nem csak az orvosi diagnosztika területén vált hasznossá, hanem eredményesen alkalmazható egyéb felderítéssel foglalkozó szakterületeken is, például a robbanóanyagok felderítésére is. A CT működési elve azon alapul, hogy egy objektum belső szerkezete kiszámítható, ha arról különböző irányból méréseket végzünk, azaz egy ismeretlen tárgyról kép készíthető, ha azon keresztül elméletben végtelen számú vetületet hozunk létre.<sup>285</sup>

A CT egy olyan speciális röntgentechnika, amely kétdimenziós képet hoz létre a keresztmetszeti „szeletekből”, majd azokat egyesíti és az eredményt háromdimenziós kép formájában jeleníti meg. Vizsgálat közben a röntgensugár áthatol a tárgyon és azt az érzékelő az ellenkező oldalon érzékeli. Minden mérést számítógép dolgoz fel. A CT-vel készített felvételek a hagyományos röntgenkészülékkel készített képekhez képest jobb felbontásúak, továbbá a rendszer képes a geometriai információk mellett, a vizsgált anyag fizikai sűrűségére és tényleges atomszámára vonatkozó információk nyújtására. Ezen adatok ismeretében pontosan meghatározható a vizsgált anyag, így nagy megbízhatósággal kimutathatók a robbanóanyagok.

---

<sup>282</sup> Angol megnevezése *computer tomograf*, angol rövidítése *CT*, a továbbiakban *CT*.

<sup>283</sup> A CT matematikai modelljét Johann Radon osztrák matematikus dolgozta ki 1917-ben. Az első működő modell 1970-ben készült el, amelynek megalkotásáért Allan Cormack és Godfrey Hounsfield 1979-ben Nobel-díjat kapott.

<sup>284</sup> A CT története a röntgensugártól a többszeletes CT-ig, <https://medicoverdiagnosztika.hu/blog/a-ct-tortenete-a-rontgensugartol-a-tobbseletes-ct-ig/> (Letöltés: 2022.02.16.)

<sup>285</sup> BOGNER Péter (2014): Az orvosi képalkotás fizikája. Budapest: Medicina Könyvkiadó Zrt., 372.



41. ábra: A CTX-9800 DSi csomagellenőrző rendszer

Forrás: <https://www.smithsdetection.com/products/ctx-9800-dsi/> (Letöltés: 2022.02.09.)

Az átvizsgálást végző kezelőszemélyzet részére, ezen információkat az egyszerűség és a könnyebb érthetőség kedvéért színekkel jelzik. Ennek megfelelően a gyártói beállítások alapján, a robbanóanyagok felderítésére alkalmazott CT eszközök kijelzőjén a robbanóanyagok általában piros színnel, illetve az azok közvetlen közelében található fémes anyagok zöld színnel jelennek meg. Mindez lehetővé teszi a robbanószerkezetek pontos azonosítását. A CT által készített jó minőségű háromdimenziós kép a robbanóanyagok felderítésén túl lehetővé teszi a robbanószerkezetekhez kapcsolódó speciális alakzatok, például vezetékek, gyutacsok, detonátorok és energiaforrások, beazonosítását is.

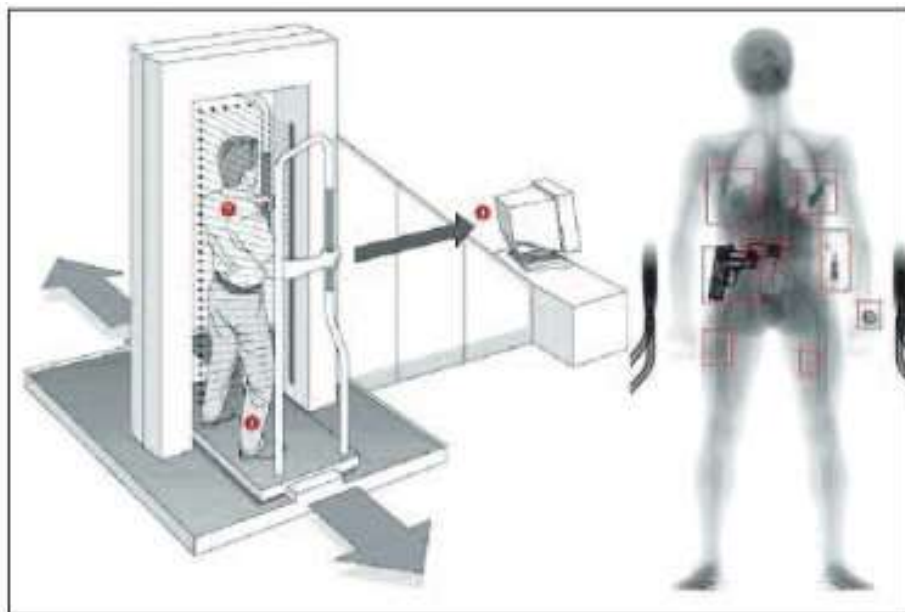
A robbanóanyag felderítésre alkalmazott CT eszközöket, annak előzőekben felsorolt előnyös tulajdonságai miatt előszeretettel alkalmazzák a kereskedelmi repülőtereken a feladott poggyászok biztonsági ellenőrzésére szolgáló csomagátvizsgáló rendszer részeként. Az eszköz telepítési helyigénye, figyelembe véve annak méreteit viszonylag nagy, továbbá az egyéb képalkotó eszközökhöz képest a CT beszerzési költsége lényegesen magasabb.

### *Fluoroszkópok*

A fluoroszkópia egy olyan típusú képalkotás, amely a hagyományos röntgenképhez képest, folyamatos mozgó képet jelenít meg a monitoron. Ezáltal a röntgensugárzás segítségével, valós idejű mozgó képet állíthatunk elő a vizsgált tárgy belsejéről. A legegyszerűbb fluoroszkópok egy röntgenforrásból és egy fluoreszcens képernyőből állnak, amelyek közé a vizsgálati célpontot helyezik. Mivel a fluoroszkópiás rendszer egy összetett rendszer, több tényező

befolyásolja annak képminőségét. Ilyen lehet a kontraszt, a felbontás, vagy az úgynevezett kvantum zaj is hatással lehet a megjelenített kép értékelhetőségére.<sup>286</sup> Továbbá fluoroszkópiás kép felbontását az alkalmazott videómonitor vonalsűrűsége is meghatározza. Éppen ezért a legtöbb fluoroszkóphoz röntgen képerősítők és kamerák is tartoznak, hogy javítsák a kép minőségét, illetve lehetőség van az elkészült mozgókép rögzítésére, tárolására és utólagos visszajátzására is. A valós idejű mozgókép alkotás lehetőségeit eredményesen lehet alkalmazni a robbanóanyag és robbanószerkezet felderítés során is. A módszert leggyakrabban a repülőtéri átvizsgálások során alkalmazzák.

A képernyőn megjelenő képek úgy jönnek létre, hogy a sugáráteresztő szövetekből származó csillapítatlan vagy enyhén csillapított röntgensugárzás fotoelektromos effektus révén kölcsönhatásba lép a képernyő atomjaival és azok energiájukat az elektronoknak adják át. Az elektronoknak átadott energia nagy része hőként jelenik meg, azonban annak töredéke látható fényként érzékelhető és ez jeleníthető meg a fluoreszcensz képernyőn.<sup>287</sup>



42. ábra: Fluoroszkóppal készített biztonsági felvétel

Forrás: VOGEL 2010: 211

Bár a fluoroszkópiás megjelenítés kezdettől fogva igen népszerű volt, az alkalmazása mégis visszaszorult, hiszen a vizsgálatok során használt sugárdózis az orvosi műszerek esetében magasabb, mint más radiológiai eszközök esetében. Hiszen a páciens a pillanatnyi

<sup>286</sup> BOONE, John – SEIBERT, Anthony (1994): A comparison of mono- and poly-energetic x-ray beam performance for radiographic and fluoroscopic imaging, Medical Physics, Volume 21, Issue 12, 1853-1863.

<sup>287</sup> BOGNER 2014: 182-183.



impulzus helyett folyamatos röntgensugárforrásnak kell kitenni, mint egy közönséges (mozdulatlan) röntgenfelvételen, így alkalmazásuk előtt minden esetben mérlegelni kell az alkalmazás kockázatát is. A robbanóanyagok kimutatására alkalmas fluoroszkópok alacsonyabb dózist alkalmaznak, mint az orvosi eszközök, így azok biztonságosabban működtethetők.

### *Neutron alapú technológiák*

Az előzőekben ismertetett képképző berendezések alkalmazásakor komoly akadályt jelent a vastagabb fémfallal rendelkező tárolószervezetek és tartályok átvizsgálása, hiszen azok működési jellemzőikből adódóan célpontként azonosítják azokat, illetve a vastagabb fémréteg akadályozza a benne lévő rejtett robbanóanyag felderítését és típusának meghatározását. Ezért egy ilyen fém tartály tökéletes megoldásnak tűnhet, ha valaki el szeretne rejteni benne valamit az érzékelők elől. Azonban a napjainkban alkalmazott neutron alapú technológiák alkalmasak ezen felderítési feladatokra, ugyanis a neutronsugárzás képes áthatolni a fémeken és kölcsönhatásba lép könnyű szerves anyagokkal is, ezért alkalmazásukkal azonosíthatók a robbanóanyagok és egyéb veszélyes vegyi- és biológiai anyagok vastag falú tárolókban vagy más ártalmas szerves anyagokkal körülvett tartályokban egyaránt.<sup>288</sup>

Az ilyen típusú robbanóanyag tömegét felderítő berendezések működési elve alapvetően négyféle neutronokat alkalmazó technológia szerint határozható meg.<sup>289</sup> Ennek megfelelően lehet gyors neutronelemzés<sup>290</sup>, termikus neutronelemzés<sup>291</sup>, gyors neutrontranszmisszió és neutron rugalmas szórás.<sup>292</sup> Általánosan mindegyik módszer esetében kijelenthető, hogy a besugárzás hatására a vizsgált tárgy anyagában lévő elemek változó mértékben gammasugárzást állítanak elő, amely az egyes elemekre jellemző hullámhosszal, szóródással vagy az abszorpció utáni lehulló neutronokkal rendelkeznek. A kémiai elemről mért adatok elemzésével, megkaphatjuk az anyag elemi összetételét és az egyes elemek arányának,

---

<sup>288</sup> TURECEK, Jaroslav (2017): Neutron-based methods for the detection of explosives, *Security Theory and Practice*, 125-142.

<sup>289</sup> Configuration Management and Performance Verification of Explosives-Detection Systems, National Academy Press, Washington, D.C., 1998, Appendix A, Explosives-Detection Technologies, p. 56.

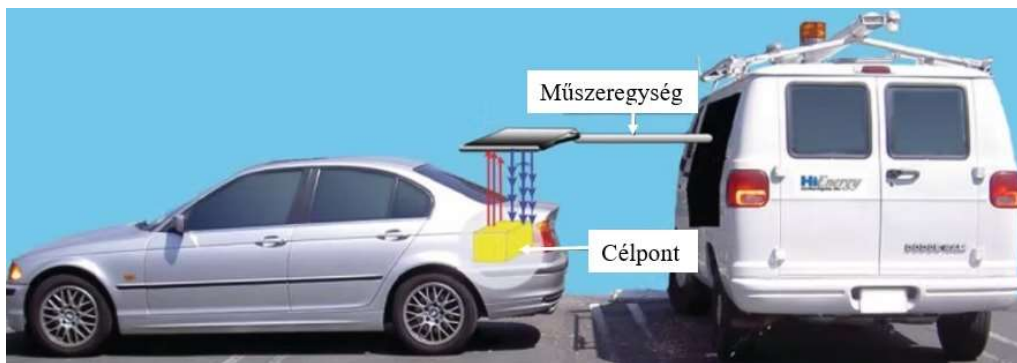
<sup>290</sup> Az angol terminológia szerint *Fast Neutron Analysis*, angol rövidítése *FNA*, a továbbiakban *FNA*.

<sup>291</sup> Az angol terminológia szerint *Thermal Neutron Analysis*, angol rövidítése *TNA*, a továbbiakban *TNA*.

<sup>292</sup> HUSSEIN, Esam (1992): Detection of explosive materials using nuclear radiation, a critical review. in *X-Ray Detector Physics and Applications*, Proceedings of the International Society for Optical Engineering, Volume 1736, Bellingham, 130-137.

sztochiometrikus<sup>293</sup> képlettel történő azonosítása után meghatározható az anyag típusa, vagyis jelen esetben a felderítési célt figyelembe véve a robbanóanyag típusa.

A hatékony felderítés érdekében egyes vállalatok olyan neutron sugárzáson alapuló detektorokat fejlesztettek ki, amelyek képesek nitrát és kálium-klorát alapú robbanóanyagok kimutatására a gépjárművek belsejében is. Ezen eszközök alkalmazásával gyorsan, illetve nagy mennyiségben ellenőrizhetők a parkoló gépjárművek és kiszűrhetők az esetleges jármű telepített rögtönzött szerkezetek<sup>294</sup>.<sup>295</sup> A HiEnergy Technologies által kifejlesztett CarBomb Finder Model 3C4 például 11 másodperc alatt észleli a robbanóanyagokat a gépjármű zárt csomagtartójában, továbbá a másik fontos tényező, hogy a vizsgálat közben non-invazív módon, emberi beavatkozás nélkül, valós időben meg is becsüli annak tömegét.



43. ábra: A Carbomb Fighter 3C4 alkalmazásának elvi vázlata

Forrás: a szerző szerkesztése a <https://www.officer.com/tactical/swat/explosives-detection/product/10043658/hienergy-technologies-inc-carbomb-finder-model-3c4> (Letöltés: 2022.02.02.) alapján

A technológia a robbanóanyagok észlelésén túl alkalmas különféle veszélyes vegyi anyagok kimutatására is, ezért jól alkalmazható a CBRD EOD feladatok során is. A nagy portál típusú rendszerek lehetővé teszik egész rakományok egyben történő átvizsgálását viszonylag kis idő alatt abban az esetben is, ha a gépjármű felépítménye kellően összetett. A hordozható kivitelű eszközök megfelelőek az olyan épületek biztonsági ellenőrzéséhez, ahol a lehetséges rejtekhelyeket erősebb falszerkezetek vagy mennyezet fedi el, illetve azokhoz csak egy oldalról

<sup>293</sup> A sztochiometria a kémiának az a része, amely a kémiai reakciók során tapasztalható tömeg- és térfogatviszonyok törvényszerűségeivel foglalkozik. A sztochiometriához tartozik a kémiai anyagok sűrűségének, moláris tömegének, térfogatának, olvadás- és forráspontjának kiszámítása. In: ATKINS, Peter William (1992): Fizikai kémia, első kötet-egyensúly, Tankönyvkiadó Vállalat, Budapest, 218.

<sup>294</sup> A járműbe telepített rögtönzött robbanószerkezet, angolul *Vehicle-Borne Improvised Explosive Devices*, angol rövidítése *VBIED*, a továbbiakban *VBIED*.

<sup>295</sup> MUSTAFA, Seerwan - ABID, Saad Hameed (2012): Car sticky bomb detection using laser triangulation, *AL-Mansour Journal*, no. 17., special issue, 77-86.

lehet hozzáférni. A módszer hatékonyságát mutatja, hogy ezen felderítési technológiák alkalmazásával végzett tesztek alatt C4 típusú robbanóanyag esetében, a kutatók 97,28 %-os felderítési hatékonyságot értek el.<sup>296</sup>

A neutron alapú technológiák nem csak az előzőekben ismertetett módon alkalmasak robbanószerkezetek felderítésére, hiszen azok aknák felderítésére történő alkalmazásával kapcsolatban már az 1950-es évek óta folynak kutatások. Az elvégzett vizsgálatok közben megállapították, hogy a talajszinten vagy az alatt elhelyezett aknában lévő robbanóanyagok is mérhető gammasugárzást bocsátanak ki a TNA vizsgálatok hatására.<sup>297</sup> Ezért a gammasugárzás mérésével eredményesen felderíthetők a talajfelszín alá rejtett azon aknák, nagy mennyiségű robbanóanyagok és ERW-k, amelyek nitrát tartalmú robbanóanyagot tartalmaznak. Sajnálatos, hogy rögtönzött aknában lévő HME, amely nem tartalmaz nitrogént nem mutatható ki a TNA módszerrel.<sup>298</sup> Ahhoz hogy egy TNA detektor alkalmas legyen aknafelderítésre megfelelő körültekintéssel kell azt megtervezni, továbbá az érzékelőt az alapvető fizikából adódó műszaki korlátok miatt valamilyen hordozóeszközre kell rögzíteni.

A HiEnergy Technologies' kanadai vállalat olyan TNA detektort fejlesztett ki, amelyet egy távvezérelt és több különféle szenzorral felszerelt gépjárműre szereltek fel megerősítő érzékelőként és azt eredményesen alkalmazzák 1994 óta.



<sup>296</sup> Explosives detection using prompt-gamma neutron activation and neural networks, [https://www.researchgate.net/profile/Ademir-Silva-2/publication/11274653\\_Explosives\\_detection\\_using\\_prompt-gamma\\_neutron\\_activation\\_and\\_neural\\_networks/links/5cf5e49b92851c4dd026ec09/Explosives-detection-using-prompt-gamma-neutron-activation-and-neural-networks.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ademir-Silva-2/publication/11274653_Explosives_detection_using_prompt-gamma_neutron_activation_and_neural_networks/links/5cf5e49b92851c4dd026ec09/Explosives-detection-using-prompt-gamma-neutron-activation-and-neural-networks.pdf) (Letöltés : 2022.02.13).

<sup>297</sup> MCFEE, John: Neutron technologies, In: MACDONALD 2003: 225-239.

<sup>298</sup> MCFEE, John – FAUST, Anthony: Nuclear methods for explosive detection, <https://spie.org/news/3761-nuclear-methods-for-explosive-detection?SSO=1> (Letöltés: 2022.02.07.)

44. ábra: ILDS multiszenzoros aknakutató gépjármű

Forrás: <https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-spie/8357/83570V/Improved-thermal-neutron-activation-sensor-for-detection-of-bulk-explosives/10.1117/12.917048.short> (Letöltés: 2022.02.07.)

Annak ellenére, hogy az ILDS járműre szerelt érzékelő megfelelően működik – 20 és + 35 Celsius fok közötti tartományban, nem szabad figyelmen kívül hagyni az alkalmazását nehezítő korlátokat. Ugyanis az érzékelő fej egy 60 cm x 60 cm-es, 216 kg tömegű kocka, melyet a járművel a könnyebb mozgítás érdekében egy manipulátor kar köt össze. A különböző terepviszonyok között végrehajtott kísérletek igazolták, hogy az ILDS járműre szerelt TNA érzékelő használatával jól érzékelhetőek a harckocsi elleni aknák és a nagyobb méretű gyalogság elleni aknák 20 cm mélységig a talajszint alatt és többnyire egyenletes terepviszonyok mellett. Azonban a kisméretű gyalogság elleni aknák vizsgálatakor, továbbá egyenetlenebb terepviszonyok mellett a hatékonyság jelentősen csökkent. Figyelembe véve, hogy a lehetséges katonai alkalmazás körzetében nem lehet optimális terepviszonyokra számítani, így a rendszer katonai alkalmazási lehetősége jelenleg még nem biztosítható. Tekintettel a humanitárius aknamentesítés feladatrendszerére és körülményeire, a TNA érzékelők alkalmazása ebben az esetben is erősen korlátozott. A lehetséges megoldást egy olyan praktikusabb és könnyebben hordozható személyi TNA detektor kifejlesztése jelentené, amelynek észlelési sebessége és hatékonysága is jelentősen magasabb. Azonban tekintettel a technikai lehetőségekre, véleményem szerint ezen a területen jelentős áttörés a közeljövőben nem várható.

A képalkotó technológiák alkalmazásának számos előnye határozható meg:

- A képalkotó technológiák alkalmazásával gyors, valós idejű és az eredményeket vizuálisan könnyen elemezhető helyszíni vizsgálat hajtható végre.
- A mérések végrehajtása akkor is lehetséges ha a környező anyag, vagy egy másik szerkezet közvetlenül eltakarja a vizsgálandó tárgyat.
- Az alkalmazott eszköz függvényében jó minőségű háromdimenziós képet is előállíthatunk, ezáltal megkönnyítve a robbanószerkezet vagy annak összetevőinek azonosítását.
- Egyes eszközökkel azonosítható a vizsgált anyagok tulajdonsága és azok összetétele, ezáltal pontosan meg lehet határozni a robbanóanyagokat.

- A modern technikai eszközökkel, az előírt szabályok szerint végrehajtott vizsgálatok, biztonságosak és nem hordoznak magukban egészségügyi kockázatot.
- A neutron alapú technológiák egyik legfőbb előnye a nagy penetrációs képesség, amely lehetővé teszi a keresett anyag észlelését vastagfalú fém vagy egyéb anyagból készült tárolókban és falak mögé rejtve is.

Természetesen, mint minden más módszernek, a képalkotó technológiák alkalmazásának is vannak hátrányai:

- A rendszerek beszerzése és üzemeltetése költséges, továbbá egészségvédelmi és erkölcsi okok miatt szigorú szabályokhoz kötött.
- A neutron alapú rendszerek érzékelési sebessége más rendszerekhez képest viszonylag lassabb.
- Egyes eszközök nem biztosítanak háromdimenziós képet, ezáltal a felvétel nem minden esetben jó minőségű.
- Egyes röntgenalapú rendszerek alkalmazásához szükség van képalkotó lemez elhelyezésére, amely elhelyezése a vizsgálandó tárgy elhelyezkedéséből adódóan, nem minden esetben lehetséges.
- A neutronsugárzás nem használható személyek ellenőrzésére, mert káros az élő szervezetekre. Azonban vegyi anyagok, élelmiszereket és italok esetében nincs sugárvédelmi kockázat.
- A terepen végrehajtott vizsgálatokat egyes esetekben megnehezítheti az eszközhöz tartozó kábelek nem megfelelő hosszúsága. Ez hosszabb kábelek beszerzését vagy a vezeték nélküli alkalmazás lehetőségének biztosítását követeli meg.
- Az eszközök kezelése célirányos felkészítést igényel, annak hiányában a kezelők nem hajthatnak végre vizsgálatokat.

A képalkotó technológiák lehetséges katonai alkalmazhatósága rendkívül széleskörű. A rendszerek jól alkalmazhatók a robbanóanyag felderítés során az ellenőrző-áteresztő pontokon a gépjárműre vagy személyekre rejtett anyagok felkutatására, továbbá a preventív biztosítási feladatok során az objektumok, helyiségek ellenőrzésére. A röntgen és neutron alapú technológiák alkalmasak a talajszint alá rejtett robbanóanyagok és robbanószerkezetek felderítésére, illetve a tűzszerész biztosítási feladatok során az előtalált hagyományos és rögtönzött robbanószerkezetek állapotának nem invazív módon történő felmérésére is. A

képalkotó berendezések használatával növelhető a robbanás utáni helyszínelési feladatok hatékonysága, illetve a CBRN EOD feladatok biztonsága.

### 3.2.2.2 *A robbanóanyag nyom érzékelése.*

A kipárolgó robbanóanyag érzékelésére kifejlesztett és alkalmazott különböző eszközök és módszerek tanulmányozása közben kiemelt figyelmet fordítottam azok katonai alkalmazási lehetőségeinek vizsgálatára. Hiszen bármennyire is jól alkalmazható egy eszköz vagy egy eljárás a robbanóanyagok kimutatására labor körülmények között nem biztos, hogy ugyan olyan eredményesen alkalmazható az a műveleti területen is.

#### 3.2.2.2.1 Elektro-kémiai elven működő felderítési módszerek

##### Kolorimetrikus felderítés

A kolorimetria a kémiai analízisben a fényelnyelés mérésén és az oldatok színének összehasonlításán alapuló eljárás, vagyis „*az emberi színérzékelés számszerűsítésére és fizikai leírására használt tudomány és technológia.*”<sup>299</sup> Az analitikai kémia egyik legegyszerűbb módszere, amely vegyületcsoportok azonosítására alkalmas. A mérések alapja, hogy egy adott vegyület, vagy vegyületcsoport amennyiben megfelelő reagenssel lép kémiai reakcióba az látható módon elszíneződik és a szín azonosítását követően meghatározható az adott vegyület vagy vegyületcsoport. A robbanóanyag felderítésben ezen kolorimetrikus eljárások alkalmazása lehetővé teszi a robbanóanyagok gyors helyszíni azonosítását, de az eljárások robbanásveszélyes anyagok előzetes laboratóriumi vizsgálatára is alkalmazhatóak.<sup>300</sup> A kolorimetriás vizsgálati módszer az alkalmazott eszközök alapján lehet manuális-, félautomata- vagy automatizált vizsgálati módszer.

##### *A manuális kolorimetrikus robbanóanyag felderítő eszközök*

A manuális vizsgálati módszer alapvetően kémiai reagensek alkalmazását foglalja magában. A vizsgálatot végző személy a felületről történő mintavételt követően a kémiai reagenseket meghatározott sorrendben juttatja a mintavevő egységre és ezt követően megfigyeli a színváltozást. A színváltozások alapján a vizsgálatot végző személy azonosítani tudja a robbanóanyag típusát vagy csoportját. Amennyiben nincs reakció, abban az esetben a mintára

---

<sup>299</sup> A fogalom a szerző saját fordítása. Angolul „the science and technology used to quantify and describe physically the human color perception” In: DECUSATIS, Casimer (1998): Handbook of Applied Photometry, American Institute of Physics, College Park (USA), 17.

<sup>300</sup> FENYERES 2012: 387-408.

egy másik reagens oldatot visznek fel. Az ilyen típusú kolorimetriás vizsgálatoknál fontos az eljárásrendek pontos betartása, vagyis hogy a reagens oldatok megfelelő sorrendben kerüljenek a mintavevő papírra.

A kereskedelmi forgalomban napjainkban beszerezhető robbanóanyag kimutató reagensok többsége nagyon jó minőségű, ennek megfelelően megbízhatóan alkalmazhatóak a feltételezett robbanóanyagok és a robbanóanyag nyomok helyszíni vizsgálati során. A jobb minőségű készletek a Szövetségi Nyomozó Iroda<sup>301</sup> fenyegetési listáján szereplő robbanóanyagok 99%-át észlelik, és megbízható helyszíni eredményt adnak, amikor bizonyos robbanóanyagokkal érintkeznek.<sup>302</sup>



45. ábra: ExPray aeroszol alapú robbanóanyag kimutató reagens készlet

Forrás: <https://medsamples.com/medical-supplies/expray-explosives-detection-identification-field-test-kit-50-tests-by-mistral/> (Letöltés: 2021.12. 12.)

A manuális kolorimetrikus robbanóanyag felderítési eljárások egyik alapvető eleme az aeroszol alapú robbanóanyag kimutató készlet. Az aeroszol vizsgálati technológia biztosítja a

<sup>301</sup> Szövetségi Nyomozó Iroda, angolul *Federal Bureau of Investigation*, angol rövidítése *FBI*. Az Amerikai Egyesült Államok szövetségi szintű nyomozószerve. A legkiterjedtebb nyomozati jogkörrel és legszélesebb körben működő szövetségi rendőri szerv, alárendeltségét illetően az FBI az Egyesült Államok igazságügyi minisztériuma alá tartozik.

<sup>302</sup> Explosive Detection and Identification Kits, <https://www.mistralsecurityinc.com/Our-Products/Explosive-Detection-and-Identification-Field-Test-Kits> (Letöltés: 2022. 01. 12.)

könnyű és egyszerű használatot a robbanóanyagok és anyagmaradványok kimutatása során. A technológia a robbanóanyagok nitráttartalmának kimutatásán alapul. A klasszikus aeroszol alapú készletek három különféle robbanóanyag csoport kimutatására alkalmas reagenst tartalmaznak.

Az egyik reagens típus az „A” csoportos robbanóanyagok, vagyis a nitrovegyületek (TNT, DNT, Pikrinsav), a második a „B” csoportos robbanóanyagok, azaz a nitraminok (HMX, RDX, Tetril) és a nitrát-észterek (PETN, EGDN<sup>303</sup>, nitroglicerín), a harmadik reagens oldat pedig a szerves nitrátok (AN) kimutatására alkalmas.<sup>304</sup>

Az aeroszol alapú robbanóanyag kimutató készletek érzékelési szintje biztosítja azok megbízhatóságát a feladatellátások során. Például az MH 1. HTHE tűzszerész alegységeinél is rendszeresített ExPray készlet érzékelési szintje 20 nanogramm.<sup>305</sup> Az ExPray készletek alkalmazásának másik nagy előnye, hogy a tesztelési folyamat gyors és egyszerű. Nincs szükség üvegampullákra, spatulákra vagy hosszú várakozási időre, hiszen az eredmény másodpercek alatt láthatóvá válik. A helyszíni ellenőrzések mellett a törvényszéki és környezetvédelmi laboratóriumok esetében is bebizonyosodott, hogy az aeroszol alapú reagensek használatával csökkenthető a vizsgálatra benyújtott minták száma, így idő és költség takarítható meg. Az ExPray készletek különféle kiszerezésben kerülnek forgalomba, azonban minden egységkészlet tartalmaz aeroszolos spray-t, mintagyűjtő papírokat és egy RDX-el impregnált ellenőrző lapot. Az ellenőrző lap annak ellenőrzésére szükséges, hogy a spray-palack még mindig tartalmaz-e aktív reagenseket.

Az ilyen reagensek használata rendkívül egyszerű. Első lépésként a mintavevő papírral le kell törölni az ellenőrzendő felületet, majd azt be kell permetezni az ExPray-1-el. Amennyiben a papír sötétlilára vagy narancssárgára színeződik akkor az „A” csoportos robbanóanyagok jelenlétét jelzi. Az ExPray-2 használata után amennyiben a mintavevő papír „B” csoportos robbanóanyaggal szennyezett rózsaszín színváltozás lesz érzékelhető. Amennyiben az első két spray használatát követően sincs elszíneződés, ugyanazt a papírt kell bepermetezni az ExPray-3-al. A robbanóanyag jelenlétét ebben az esetben is rózsaszín

---

<sup>303</sup> EGDN (C<sup>2</sup>H<sup>4</sup>N<sup>2</sup>O<sup>6</sup>) vagy más néven etilén-glikol-dinitrát. Egy színtelen, jellegzetes szagú, viszkózus, édeskés ízű folyadék. A szerves salétromsav-észterek családjába tartozik, akár a nitroglicerín vagy a nitropenta. Egyike a legnagyobb teljesítményű és brizanciájú robbanóanyagoknak. Robbanóanyag keverékekben fordul elő, önmagában nem alkalmazzák robbantási feladatokra.

<sup>304</sup> Explosive Detection and Identification Kits, <https://www.mistralsecurityinc.com/Our-Products/Explosive-Detection-and-Identification-Field-Test-Kits> (Letöltés: 2022. 01. 12.)

<sup>305</sup> ExPray termékleírás, [https://assets-global.website-files.com/5edf9e74d5a7585ab5e77dc2/5f6cae09d601081a1ec737e0\\_Exspray-Explosives-Detection-Identification-Field-Test-Kit-1.pdf](https://assets-global.website-files.com/5edf9e74d5a7585ab5e77dc2/5f6cae09d601081a1ec737e0_Exspray-Explosives-Detection-Identification-Field-Test-Kit-1.pdf) (Letöltés: 2022.01.13.)



színelváltozás jelzi. Amennyiben a mindhárom reagens használata után sincs érzékelhető színelváltozás, a vizsgálatot negatívnak kell tekinteni, hiszen ezzel a vizsgálati módszerrel nem mutatható ki robbanóanyag.

Az aeroszolos robbanóanyagok kimutatására alkalmas reagensek mellett, a gyártók termékkészletében megtalálhatóak a cseppentős-palackos készletek is, amelyek a helyszíni és a laboratóriumi körülmények között is egyaránt alkalmazhatóak. Az ilyen készletek az észlelési képességek teljes skáláját tartalmazzák, vagyis az előzőekben ismertetett robbanóanyag csoportok mellett, a készletekben megtalálhatóak a peroxid bázisú anyagok (TATP, HMTD, MEKP<sup>306</sup>) és egyéb HME érzékelésére alkalmas reagensek is.



46. ábra: DropEx Plus cseppentő-palackos robbanóanyag kimutató reagens készlet

Forrás: <https://www.arrowheadforensics.com/products/arson-investigation/collection-kits-fire-and-arson/a-1685m-drop-ex-plus-explosive-detection-id-kit.html> (Letöltés: 2021.12.12.)

Az ilyen készletek használata hasonló az aeroszolos készletekhez, mindösszesen annyi a különbség, hogy a mintavételt követően a teszt papírra nem permetezni, hanem csepegtetni

---

<sup>306</sup> MEKP ( $C^8H^{18}O^6$ ) azaz metil-etil-ke-ton peroxid egy szintelen, folyékony halmazállapotú kémiai vegyület, amelyet főként különféle műanyagok és gumik katalizátoraként használnak. Ugyanakkor a terrorista bombagyárak által előszeretettel alkalmazott HME, mivel az kereskedelmi forgalomban beszerezhető termékekből könnyen előállítható, és ütésre surlódásra kevésbé érzékeny, mint a TATP.

kell a reagens oldatot. A cseppentő-palackos készletek technológiáját felhasználva és azt a hordozhatóság és könnyebb kezelhetőség érdekében tovább fejlesztve, egyes gyártók olyan ampullás alapú technológiát készítettek el, amely könnyebben alkalmazható azokban a helyzetekben, ahol nem szükséges többszöri tesztelés. Az ilyen ampullás eszközök jól alkalmazhatóak a tűzszerész szakfeladatok során.



47. ábra: ExPen ampullás robbanóanyag kimutató reagens készlet

Forrás: <https://www.mistralsecurityinc.com/Our-Products/Explosive-Detection-and-Identification-Field-Test-Kits/ExPen> (Letöltés: 2021.12.12.)

Az ampullás reagensek használata megegyezik a cseppentő-palackos reagensek használatával. Egyes tanulmányok szerint, a terepen alkalmazott kolorimetrikus robbanóanyag kimutató eszközöknek, nem kell kizárólag a folyékony összetevők alkalmazásán alapulni, így olyan érzékelőket kell használni amelyek esetében az érzékelő anyag a papírhordozóra rögzített. Az ilyen készletek alkalmazásával növelhető a terepi készenlét szintje és csökkenthető az esetleges veszélyes expozíció.<sup>307</sup> Az ilyen eszközöket nevezzük félautomata kolorimetrikus robbanóanyag felderítő eszközöknek.

#### *A félautomata kolorimetrikus robbanóanyag felderítő eszközök*

Az ilyen rendszerű felderítő eszközök gyakorlatilag a reagensek már meglévő technológiájának továbbfejlesztett és a terepen történő használatot sok esetben egyszerűsít

---

<sup>307</sup> KANGAS, Michael et al.(2017): Colorimetric Sensor Arrays for the Detection and Identification of Chemical Weapons and Explosives, Critical Reviews os Analytical Chemistry, Volume 47, Issue 2, 138-153.

változatai. A félautomata eszközöket megbízhatóságuk és egyszerű kezelésük miatt előszeretettel alkalmazzák a repülőtereken, a határátkelő pontokon, illetve a biztonsági szegmens más területein is. Több gyártó is készít ilyen eszközöket, de talán a legismertebb a Lawrence Livermore Laboratórium által kifejlesztett ELITE™<sup>308</sup> készlet.

Az ELITE™ készlet felhasználói népszerűsége megbízhatósága mellett annak is köszönhető, hogy az egyik legkényelmesebb teszt készlet, hiszen kis méretéből adódóan egy ing zsebében vagy egy oldaltáskában is elfér, így könnyebben kezelhető, mint a manuális reagensek. Kis méretük ellenére a készletek az ipari- és a katonai felhasználású robbanóanyagok, továbbá a házi készítésű robbanóanyagok széles skáláját is érzékelik. Továbbá, a készletben található reagens egyetlen nanogram robbanóanyag kimutatására is alkalmas.<sup>309</sup>



48. ábra: ELITE™ félautomata kolorimetrikus robbanóanyag kimutató készlet

Forrás: <https://www.cnet.com/news/quick-and-easy-explosive-detector-kit/> (Letöltés: 2022.01.12.)

<sup>308</sup> Livermore egyszerű robbanóanyag vizsgálati teszt, angol megnevezése *Easy Livermore Inspection Test for Explosives*, angol rövidítése *ELITE*, a továbbiakban *ELITE*.

<sup>309</sup> Quick and easy explosive detector kit, Lawrence Livermore Laboratory develops the 'ELITE',

ELITE™ modellek alapvetően három különféle kiserelésben készülnek. A teszt készletek közötti alapvető különbség az, hogy az adott modell milyen típusú vegyületek kimutatására alkalmas, de minden készlet a robbanóanyagokat a Griess-reakció<sup>310</sup> segítségével érzékeli. Az EL100 készlet felhasználható a nitrát alapú ipari-, katonai- és házi készítésű robbanóanyagok és azok előállításához használt vegyszerek kimutatására, vagyis alkalmazásával detektálható a TNT, DNT, TATB, RDX, HMX, EGDN, PETN, NG, NC, ANFO, ANS és feketelőpor.

Az EL200 készlettel a klorát-, peroxid- és perklorát alapú robbanóanyagok és az előállításukhoz alkalmazott vegyszerek érzékelhetők, úgymint a TATP, HMTD, MEKP, a villanó porok, Armstrong-keverék, a „szegény ember” C4 és egyéb kálium-klorát keverékek. Az EL300 készlet tulajdonképpen az előző kettő kombinált változata, vagyis a készlet alkalmas az EL100 és az EL200 által érzékelhető valamennyi robbanóanyag és vegyületeik kimutatására.

A ELITE™ tesztek egyik különlegessége, hogy a készletek tartalmazzak önálló automatizált elektromos fűtőegységet és ennek segítségével által biztosított a reagens folyadékok robbanóanyag teszteléshez szükséges állandó optimális hőmérséklete. Ami azért fontos, mert egyes robbanóanyagok és anyagmaradványok a reagens kellő hőmérsékletre történő melegítését követően könnyebben kimutathatók.<sup>311</sup> Az állandó optimális hőmérsékletnek köszönhetően az ilyen készletek észlelési határa, más eszközökkel összehasonlítva lényegesen magasabb. Ennek megfelelően az érzékenységi alsó küszöbérték TNT esetében 50 ng, 2,4 DNT estében 100ng és tetril esetében 50 ng.<sup>312</sup>

A félautomata kolorimetrikus robbanóanyag kimutató készletek széles körében alkalmazhatók. Leggyakrabban ellenőrző áteresztő pontokon, csomagok ki- és berakó helyszínein használják, de hasznos eszköze a biztonsági helyszíni ellenőrzéseket, az igazságügyi információgyűjtést és robbantást követő vizsgálatokat végző személyi állománynak is, ugyanis pozitív jelzés esetén az eredmény jól dokumentálható. Digitális fényképezőgéppel vagy mobiltelefonnal rögzíthető az eredmény, a készlet sorszám, a vizsgálat időpontja és szükség szerint a vizsgálat helyének GPS koordinátája, illetve egyéb információk is.

---

<sup>310</sup> A Griess-teszt egy analitikai kémiai teszt, amely kimutatja a nitrit -ion jelenlétét az oldatban. Egyik legáltalánosabb felhasználási területe az ivóvíz nitrittartalmának meghatározása.

<sup>311</sup> SANDSTROM, Mary et al. (2015): Variation of Methods in Small-Scale Safety and Thermal Testing of Improvised Explosives, Propellants, Explosives, Pyrotechnics, Volume 40, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 110.

<sup>312</sup> MOORCROFT, Matthew - DAVIS, James (2001): Detection and determination of nitrate and nitrite: a review, Talanta 54, Elsevier, Oxford, 787.

### *Az automatizált kolorimetrikus robbanóanyag felderítő eszközök*

Az ilyen típusú eszközök a kolorimetrikus felderítés legfejlettebb és felhasználóbarátabb eszközei. Az eljárás gyakorlatilag az előzőekben ismertetett mintavételi eljárások és egy a mintákat kiértékelő elektronikus eszköz alkalmazásán alapul. A rendszer nagy előnye, hogy az eszköz által elvégzett automatikus elemzés miatt nincs szükség az eredmény színreferencia szerinti azonosítására és ez által az emberi tévedés lehetősége kizárt. Továbbá a kapott eredményeket az ilyen típusú eszköz nagy számban képes a memóriájában eltárolni, így azok a későbbiekben számítógépre átláthatók, ezzel segítve az eredmények további felhasználását vagy azok tárolását.

Az automatizált kolorimetrikus robbanóanyag felderítő eszközök közül talán a legismertebb a SEEKERe, amely a világ egyik legkisebb méretű ilyen eszköze. Multifunkcionális eszköz, amely az alkalmazott mintavételi kártyák függvényében képes robbanóanyagok és kábítószeres kimutatására is.<sup>313</sup>



49. ábra: SEEKERe automata kolorimetrikus robbanóanyag kimutató eszköz

Forrás: <https://www.prnewswire.com/news-releases/detectachem-seekere-explosive-detector-excels-in-department-of-defense-venue-security-evaluation-300970038.html> (Letöltés: 2022.01.17.)

<sup>313</sup> SEEKERe, Handheld Drug and Explosive Detector, <https://www.detectachem.com/product-info/seekere/> (Letöltés: 2022.02.01.)

Az egységcsomagokban beszerezhető mintavételi kártyák felhasználhatók a nitrát alapú ipari-, katonai- és házi készítésű robbanóanyagok és a klorát-, peroxid- és perklorát alapú házi készítésű robbanóanyagok, illetve azok előállításához használt vegyszerek kimutatására, továbbá különféle kábítószer érzékelésére is.<sup>314</sup> Multifunkciós alkalmazása mellett az eszköz kis méretéből adódó könnyű hordozhatósága miatt közkedvelt a katonai- és rendészeti biztosító egységek állományában. Összeségében a kolorimetrikus robbanóanyag kimutató eszközök számos előnye van:

- A mobilitás és hordozhatóság, hiszen a készletek tömege más eszközökhöz viszonyítva alacsony.
- Könnyű kezelhetőség. A mintavétel, továbbá az észlelési és azonosítási folyamat nem igényel speciális technikai háttérrel vagy szakképzettséget.
- Egyszerű mintavétel. Alapesetben nem igényel előzetes üzemi körülményeket vagy melegítést és nincs speciális tápegység ellátási követelménye sem, bár bizonyos tesztelési helyzetekben kiegészítő fényforrás (zseblámpa) szükséges lehet.
- Gyors vizsgálati eredmény a reagensekre történő válaszreakció függvényében.
- Az összetettebb robbanóanyag felderítő és azonosító rendszerekhez képest alacsony beszerzési és fenntartási költség.
- Az kolorimetrikus eljárások kül- és beltéren egyaránt alkalmazhatóak, bármilyen időjárási körülmények között.
- Automatizált eszközök alkalmazása esetén gyors üzemkésztség érhető el és nincs állásidő az észlelések között, továbbá a hosszú élettartamú akkumulátoroknak köszönhetően minimális karbantartás mellett hosszú üzemeltetési idő érhető el.

Az előnyös tulajdonságok mellett az eszközök alkalmazásakor figyelembe kell venni azok hiányosságait is:

- A színazonosításon alapuló rendszerek legnagyobb hátránya, hogy az eredmény minden esetben függ a vizsgálatot végző személy színértelmezésétől. Ennek megfelelően ilyen típusú manuális és félautomata vizsgálatot szintévesztő vagy színvakságban szenvedő személy nem végezhet.

---

<sup>314</sup> SEEKERe user manual, <https://manualzz.com/doc/7162577/seekere-user-manual> (Letöltés: 2022.02.01.)

- A kezelői utasításokban szereplő meghatározások szerint, csak a mintatáblázatban szereplő színek értékelhetők pozitív eredményként (kivételt képez az automatizált azonosítás), azoktól eltérő elszíneződés esetén más típusú vizsgálat is szükséges lehet.
- A robbanóanyagok kimutathatóságának szintjét befolyásolhatja a minta koncentrációja.
- Mivel módszer egyszerűségéből adódóan a helyszíni vizsgálatokat olyan személyek is elvégezhetik, akik nem rendelkeznek kémia és fizikai tudományos ismeretekkel, ezért a helyszíni tesztek eredményei önmagukban nem elegendőek a bűnügyi bizonyítási eljárás során, így azok csak a laboratóriumi tesztekkel együtt bizonyító erejűek.

Összességében megállapítható, hogy a kolorimetrikus vizsgálatok a terepen is megbízhatóan elvégezhető vizsgálatok közé tartoznak, így jól alkalmazhatóak a katonai gyakorlatban, robbanóanyag maradványok kimutatására. Ennek megfelelően a tűzszerész műveletek támogatásának, a robbanóanyag-kereső kutyás egységek jelzései megerősítésének, illetve a robbanás utáni hadszíntéri helyszínelés anyagmaradvány begyűjtésének fontos eszköze. Továbbá, hatékonyan alkalmazható módszer a preventív célú erők megóvása érdekében végzett biztosítási feladatok során is ellenőrző pontokon, a kritikus infrastruktúrák védelmében vagy a határvédelemben.

### Robbanóanyag felderítő műszerek

A robbanóanyagok gyors és hatékony felderítése kulcsfontosságú biztonsági kérdés az esetleges terrortámadásokkal szemben. Különösen nyilvános helyeken, például repülőtereken, vasúti vagy autóbusz-állomásokon van szükség hatékony észlelési rendszerekre. A hagyományos robbanóanyagok mellett az egyre gyakrabban alkalmazott HME-k megjelenése is indokolttá teszi, olyan eszközök alkalmazását, amelyek képesek a robbanóanyagokat gyorsan és a lehető legnagyobb pontossággal azonosítani.

### *Spektrométerek*

Ahogy azt már korábban ismertettem, a kipárolgott robbanóanyag felderítése történhet felületi mintavételezéssel és a levegőből történő mintavételezéssel. Mindkét módszer esetében alkalmazható eszközök a spektrométerek, amelyek lehetnek ion-mobilitás spektrométerek, tömegspektrométerek, illetve kemilumineszcencia detektorok. Ezen eszközök alkalmazhatóak laboratóriumi körülmények között, például utólagos nyomozati vizsgálatok elvégzésekor, a hadszíntéri helyszínelés során begyűjtött anyagmaradványok azonosítása és elemzése

céljából,<sup>315</sup> melynek eredményeképpen megállapítható az alkalmazott anyag összetétele, vagy a helyszínen végzett biztonsági vizsgálatok alkalmával. Bármelyik vizsgálati módszerről legyen is szó, a mintavételezés során biztosan nem tiszta robbanóanyagot gyűjtenek be, hiszen az a levegővel történő abszorbeálódás során, illetve a felületre kicsapódás során egyaránt szennyeződik, így a vizsgálatokat minden esetben a szennyezett mintával kell elvégezni. Ezért szükséges még a spektrométeres analízis előtt az összetevőket szétválasztani egymástól. Erre alkalmas eljárás a gázkromatográfia.<sup>316</sup>

A helyszínen végzett biztonsági vizsgálatok esetében elvárás, hogy az alkalmazott eszközökkel a robbanóanyag jelenléte, vagy annak nyomainak érzékelése a helyszínen kimutatható legyen. Ennek érdekében a modern vizsgálati eszközökben a GC és spektrométereket közös egységbe integrálják úgy, hogy azok könnyen alkalmazhatóak legyenek. Ezért *„a robbanóanyagok felderítésében, és analízisében a tömeg spektroszkópia rutinszerű eljárássá vált napjainkra. A tömeg spektrometriával összetett elegyek minőségi és mennyiségi elemzése rövid idő alatt (20-30 sec.) elvégezhető, és igen kis mennyiségű alkotók ( $10^{-15}$ - $10^{-21}$  g) kimutathatók.*”<sup>317</sup> Legfőképpen terrorcselekmények által leginkább veszélyeztetett területeken alkalmazzák az ilyen eszközöket, például kereskedelmi repülőterek ki- és beléptető pontjain, illetve csomagellenőrző helyein, továbbá országhatárokon és kiemelt gazdasági- vagy kormányzati épületekben.

A spektrometria egy olyan vizsgálati módszer, amellyel ionos részecskéket választanak el vákumban a fajlagos tömegük szerint, elektromos vagy mágneses mezők segítségével.<sup>318</sup> Az eljárással részletes információt kaphatunk a robbanóanyagok vegyi összetételéről. A tömegspektrométerek úgy működnek, hogy *„az ionforrásban a vizsgálandó molekulákból/atomokból valamilyen gerjesztő energia (kinetikus, fény, elektromos, kémiai, stb.) segítségével ionokat hozunk létre. Az ionoptika biztosítja azt, hogy ezek az ionok lehetőleg azonos kinetikus energiával, egy nyalábban mozgatva bejussanak az analizátorba. A*

---

<sup>315</sup> NATO Standard AIntP-10 (2018): Technical Exploitation, edition B, version 1, Study Draft, NATO Standardization Office (NSO), 5-11.

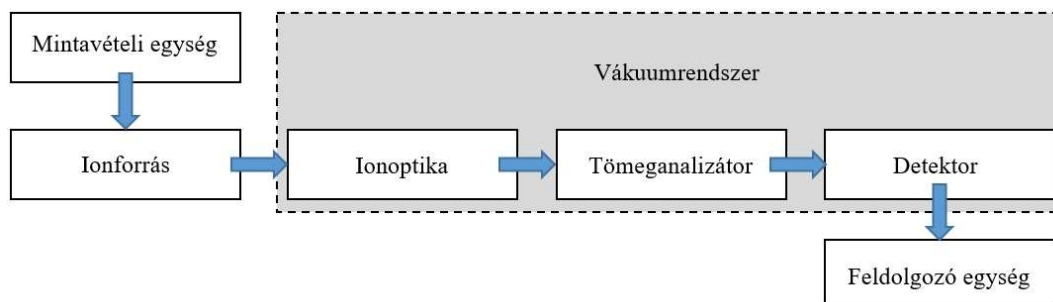
<sup>316</sup> A gázkromatográfia, angolul *Gas Chromatography*, angol rövidítése *GC*, a továbbiakban *GC*, egy analitikai technika, amely gáz-, folyékony- és szilárd minták esetében is alkalmazható. Legtöbbször gáz- vagy folyadék halmazállapotú minták összetételének meghatározására használt elválasztástechnikai módszer, ugyanis a nem gáznemű minta esetében azt megfelelő hőmérsékleten (100-500 °C) a vizsgálatot megelőzően gázneművé kell változtatni, vagyis el kell párologtatni. Ezért a módszer csak olyan vegyületek esetében alkalmazandó, melyek bomlás nélkül elpárologtathatók. Ha a folyamat során bomlás is fellép, akkor a kapott eredmények nem fogják tükrözni a vizsgált anyag valódi összetételét.

<sup>317</sup> HEGEDŰS Katalin (2012): A robbanóanyagok tömeg spektrometriával történő felderítése és analízise, Műszaki Katonai Közlöny, 22. évfolyam. 3. szám, 87.

<sup>318</sup> YINON, Jehuda (2007): Detection of explosives by mass spectrometry. In: YINON, Jehuda (szerk): Counterterrorist Detection Techniques of explosives, Elsevier, Oxford, 41-59.



tömeganalizátor válogatja szét őket tömeg/töltés hányadosuk ( $m/z$ ) alapján. Az elválasztott ionok intenzitását pedig a detektor méri, s így egy ionáram intenzitás - fajlagos tömeg függvénykapcsolathoz, az úgynevezett tömegspektrumhoz jutunk.”<sup>319</sup>



50. ábra: Tömegspektrométer elvi vázlata

Forrás: a szerző szerkesztése a BUDÓ 1968: 72 alapján

A modern technológia lehetővé teszi a GC és spektrométerek egy egységbe történő integrálását kis méretben is, ezért a módszer eredményesen alkalmazható könnyű, kézi detektorok alkalmazásával is. Az MH 1. HTHE túszerész alegységeinél is rendszeresített MobileTrace robbanóanyag felderítő műszer is, egy hordozható tömegspektrometria elvén működő eszköz, amely alkalmas robbanóanyagok és kábítószerek egyidejű felderítésére is. Az egyidejű és kettős módú érzékelés nagy teljesítménnyel és rendkívül felhasználóbarár megjelenéssel párosul, így bizonyítottan népszerű eszköz a biztonsági átvizsgáló pontok személyi állománya körében. Az eszköz megfelel a katonai követelményeknek is, hiszen az előbb ismertetett előnyei mellett akkumulátora hosszú élettartamot és működési üzemidőt biztosít a folyamatos működés érdekében. Az eszköz a lehetséges katonai alkalmazás környezetében is könnyen karbantartható és szükség esetén javítható, továbbá a mért adatokat memóriájában tárolva a későbbiekben számítógéppel összeköthető, így az adatok könnyebben kiértékelhetők és menthetők egy esetleges nyomozati vizsgálat érdekében.

<sup>319</sup> HEGEDŰS 2012: 84-101



51. ábra: MobileTrace robbanóanyag felderítő műszer

Forrás: <https://www.rapiscansystems.com/en/products/mobiletrace> (Letöltés: 2022.03.29.)

Az eszköz grafikus felülettel van ellátva, ezért könnyen kezelhető, illetve az értékelést egy 8,9 cm-es képátmérőjű színes kijelző is segíti. A mintavételezést követően 8 másodperc kell az értelmezhető eredményig, ezért a vizsgálat meglehetősen gyorsan elvégezhető. Az eszköz ergonómialilag jól tervezett, könnyen mozgatható, hiszen össztömege mindösszesen 4,3 kg.<sup>320</sup> A MobileTrace egyaránt alkalmazható felületi mintavétellel és levegőből vett mintavétellel történő használatra is.

#### *Az „elektronikus orr”*

A szagérzékelő eszközök vagy más néven olfaktométerek alkalmazása az ipar egyes területein nem új dolog, hiszen régóta használnak ilyen eszközöket laboratóriumi körülmények között a piackutatásban, az emberi szaglás számszerűsítésére és minősítésére. Mindezek ismeretében fogalmazódott meg a gondolat ezen eszközök robbanóanyagok felderítésére történő alkalmazásával kapcsolatban. A NATO DARPA 2003-ban indította el a „kutyá orr” projektet<sup>321</sup>, amelynek célja a kutyák kifinomult szagérzékelési szintjének megfelelő elektro-kémiai elven működő robbanóanyag detektorok fejlesztése volt. Vagyis a program fő célja egy

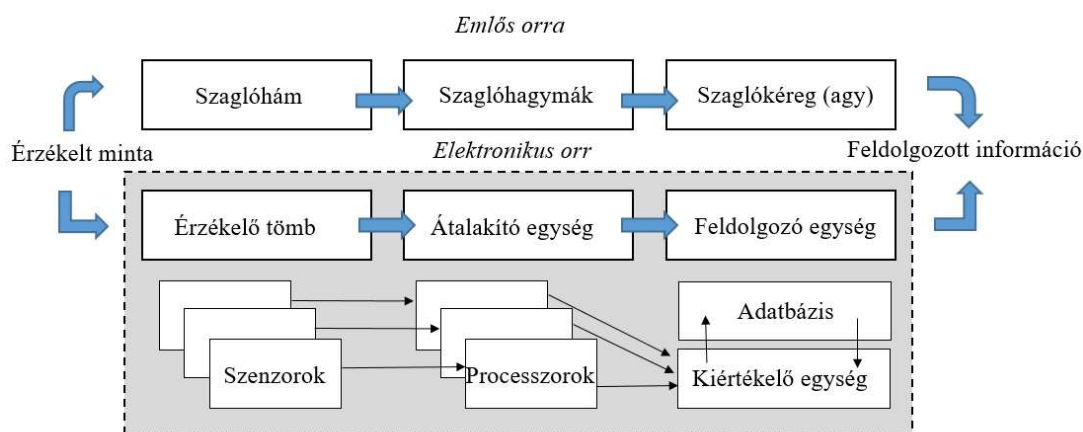
---

<sup>320</sup> MobilTrace felhasználói kézikönyv, [https://microsegur.pt/wp-content/uploads/2019/04/Datasheet\\_MobileTrace.pdf](https://microsegur.pt/wp-content/uploads/2019/04/Datasheet_MobileTrace.pdf) (Letöltés: 2022.03.30.)

<sup>321</sup> A „dod’s nose” program, egy 25 millió dolláros fejlesztési támogatás volt, ilyen jellegű kutatás korábban még nem volt.

katonai környezetben is jól használható elektronikus orr kifejlesztése, azaz a gépi szaglás létrehozása volt.

„Az elektronikus orr egy olyan eszköz, amely egy sor elektro-kémiai érzékelőt tartalmaz részleges érzékenységgel és egy megfelelő mintafelismerő rendszert, ami képes felismerni egyszerű és komplex szagokat.”<sup>322</sup> Az eszközök általában kémiai érzékelő rendszerekből és minta felismerő vagy feldolgozó rendszerekből épülnek fel. Az érzékelők ilyen irányú együttes alkalmazása sokkal előnyösebb az egyedi érzékelőkkel szemben, ugyanis ez nagyobb érzékenységet, jobb szelektivitást, illetve többkomponensű és pontosabb mintafelismerést tesz lehetővé.<sup>323</sup> Ezek a rendszerek működésüket tekintve valóban nagyon hasonlítanak az emlősök szaglási rendszereihez.



52. ábra: Az érzékelt szagok feldolgozásának elvi vázlata

Forrás: a szerző szerkesztése a GARDNER – YINON 2004: 5 alapján

A mintafelismerést egy egyedi szagminta adatbázis segíti, amely folyamatosan bővíthető, ez által növelve a felderítési hatékonyságot.<sup>324</sup> Tekintettel arra, hogy a szagérzékelés egy nagyon komplex folyamat, az összetett szaganyagok vizsgálatakor az ilyen típusú szagérzékelő eszközök, hatékonyabban alkalmazhatóak a robbanóanyag-felderítésben, mint a korábban ismertetett miniaturizált spektrométer alapon működő detektorok. A katonai műveletekben történő alkalmazáskor, a rögtönzött robbanószerkezetek veszélyének mérséklése érdekében, különösen fontos, hogy a felderítésre alkalmazott eszközök kellően érzékenyek, hordozhatók és könnyen kezelhetők legyenek.

<sup>322</sup> A szerző fordítása, a meghatározás angolul: „An electronic nose is an instrument which comprises an array of electronic chemical sensors with partial sensitivity and an appropriate pattern recognition system capable of recognising simple or complex odours” In: GARDNER – YINON 2004: 4

<sup>323</sup> YINON, Jehuda (2003): Detection of explosives by electronic noses, Analytical Chemistry, 2003/1, 99-105.

<sup>324</sup> GARDNER – YINON 2004: 4.

A DARPA kutatási fejlesztésének eredményeképpen, az ICx Technologies megépítette a Fido XT hordozható robbanóanyag-felderítő eszközt, amely megfelel mindezen követelményeknek és az alapfelderítési funkciók mellett az eszköz alkalmazható a robbanószerkezet elkészítésében, szállításában és telepítésében résztvevő személyek azonosítására is. Az MH 1. Tűzsz. és fő. e. tűzszerész alegységei is rendelkeznek ilyen eszközökkel.



53. ábra: A FIDO XT hordozható robbanóanyag detektor

Forrás: <https://instock901.com/flir-fido-xt-portable-explosives-detector-w-multiple-accessories> (Letöltés: 2022.03.25.)

Más rendszerekkel ellentétben a Fido polimer alapú technológiát használ a jobb és gyorsabb észlelési eredmények elérése érdekében. Vagyis a TNT, DNT és az azokhoz alapvetően hasonló nitrát alapú molekulákhoz kötődő fluoreszcens polimerrel bevont apró üvegcsövön keresztül szívja be a levegőt. Ez az innovatív anyag azonnali választ ad, így nem szükséges minden esetben visszaállítani az eszközt, hanem az mérés a pozitív észlelési eredmény után is megszakítás nélkül folytatódik. Ez lehetővé teszi a felhasználó számára, hogy egy kis mennyiségű robbanóanyag nyom észlelése esetén, az eredmények ellenőrzése után, folytathassák a terület vagy további személyek átvizsgálását. A Fido Xt tömege kevesebb, mint

3 kg és kiváló érzékenysége mellett, könnyen kezelhető, illetve méretéből és kialakításából adódóan jól integrálható felderítő robotokkal végzett kutatási feladatokhoz is.



54. ábra: A FIDO XT detektor a USMC Dragon Runner robotra telepítve

Forrás: *Final Technical Report of Explosive Chemical Signature Based Detection of IEDs*  
2004: Arlington: Office of Naval Research: 6

Az elektronikus orr elvén működő eszközök annak ellenére, hogy jól használhatók, felderítési hatékonyságukat tekintve, nem érik el a fejlesztéskor megkívánt célt, vagyis hogy legyenek képesek a robbanóanyag-kereső kutyák hatékonyságának megfelelő szinten működni. A kutyák szaglőrendszere rendkívül összetett folyamat, amelyet nagyon nehéz „lemásolni”.<sup>325</sup> A gyakorlati tapasztalatok igazolták, hogy az elektro-kémiai eszközökkel végzett felderítések az esetek közel felét nem, vagy tévesen jelezték, ezzel szemben a kutyák hatékonysága meghaladta a 80% -ot.<sup>326</sup>

Összeségében a robbanóanyag felderítő műszereknek számos előnye fogalmazható meg:

- A kézi eszközök esetében könnyű hordozhatóság és mobilitás, hiszen a készletek tömege viszonylag alacsony.
- Pontos és megbízható elemzés, amely alapján egyértelműen beazonosítható a vizsgált anyag vegyi összetétele.

<sup>325</sup> MERTL, Melissa: Dogs can smell land mines, but humans cannot. Sensitive new chemical sniffers could fix that, <https://www.discovermagazine.com/technology/future-tech-1> (Letöltés: 2022.03.21.)

<sup>326</sup> GILLILAN, Haley Cohen (2019): Why explosives detectors still can't beat a dog's, <https://www.technologyreview.com/2019/10/24/132201/explosives-detectors-dogs-nose-sensors/> (Letöltés: 2022.03.20.)

- A röntgen alapú képalkotó technológiákkal ellentétben, egyáltalán nincs sugárzás a vizsgálat közben.
- Könnyű kezelhetőség, de a kezelése külön felkészítést igényel.
- Egyes eszközök robotra szerelhetők, így növelhető az ellenőrzött tárgy és a kezelők közötti biztonsági távolság.
- Az adatok számítógépre menthetők, így minden vizsgálat jól dokumentálható.
- A kiértékelő adatbázisok folyamatosan frissíthetők, illetve egyes típusoknál a rendszer „öntanuló” módon is működik.
- Az eszközök folyamatosan üzemben tarthatók, akár 24 órán keresztül is a hét minden napján.

Pozitív tulajdonságaik mellett, a műszerek használatának vannak hátrányai is:

- Az eszközök beszerzési ára magas.
- A sikeres mintavételhez és kiértékeléshez a legtöbb esetben melegedési idő szükséges és az eszköz csak az üzemi hőmérséklet elérését követően alkalmas a feladatvégrehajtásra. Folyamatos üzemeltetés esetén ez a hiba kiküszöbölhető.
- A mérés végrehajtásához és mintavételhez megfelelő közelség szükséges.
- Gyakori probléma az eszköz szűrőinek eltömítődése, amelynek rendszeressége és mértéke nagyban függ a levegő szállópor koncentrációjától.
- Egyes vegyületekkel szemben bizonyos típusok nem kellően érzékenyek, ezért új összetételű HME esetén, nem minden esetben biztosított a kellő felderítési hatékonyság.

#### 3.2.2.2.2 Biológiai elven működő felderítési módszerek

Napjainkban a fejlett világban élő ember mindennapjait valamilyen technikai eszköz alkalmazása határozza meg. Szinte már el sem tudjuk képzelni az életünket a modern kor e vívmányai nélkül. A fejlett technikai eszközök alkalmazása megváltoztatta a katonai műveletek jellegét is. A robbanószerkezet- és robbanóanyag felderítés módszerei is jelentősen megváltoztak az új eszközök megjelenésével. Azonban az eszközök nyújtotta lehetőségek mellett, azok használata sok esetben rendkívül összetett és költséges tevékenység. Ezért a

magas költség miatt a legkorszerűbb robbanóanyag- vagy aknafelderítő eszközök elérhetetlenek, míg a klasszikus aknafelderítő tevékenységek rendkívül időigényesek és magas kockázattal járnak. Következésképpen szükségessé vált a területet érintő innovatív megoldások fejlesztése és alkalmazására. A 2018. évi brüsszeli NATO csúcstalálkozó nyilatkozatával összhangban a NATO Tudomány a Békéért és a Biztonságért program<sup>327</sup> továbbra is támogatja az aknafelderítés területén az olyan tudományos és technológiai fejlesztéseket, amelyek nagy hangsúlyt fektetnek új képességek és technológiák fejlesztésére, mint például a biológiai elven működő felderítési módszerek.

### *Mikrobiális felderítés*

Már több mint 20 évvel ezelőtt, tanulmányok jelentek meg arról, hogy több országban is kutatásokat folytatnak az aknák robbanótölteteként elsődlegesen alkalmazott TNT, baktériumokkal való felszámolásának lehetőségeiről.<sup>328</sup> E szerint a kutatók kineveltek egy olyan baktériumot, amely a robbanóanyagból táplálkozik és e közben fluoreszcens fehérjét bocsájt ki és a fény a sötétben speciális megvilágítás mellett látható. Valójában a baktériumok használata nem teljesen új elképzelés, hiszen már korábban is alkalmaztak eredményesen különféle baktériumokat a környezeti károkat okozó szennyeződések megszüntetésére.<sup>329</sup> Az új kutatásokban *Pseudomonas putida* nevű talajmikróbákat alkalmazták, amelyek a kísérletek során nagyon változatos anyagcsere folyamatokat mutattak, beleértve egyes szerves oldószerek lebontásának képességét is, mint például a toluol. Ezen tulajdonságait kihasználva a *Pseudomonas putida* eredményesen használható a bioremediációban.<sup>330</sup> A nagyobb hatékonyság érdekében egy különleges medúza faj génjeit is beoltották a mikróbákba, ennek eredményeképpen intenzívebb fénykibocsátás érhető el TNT érzékelése esetén.

---

<sup>327</sup> A NATO Tudomány a Békéért és a Biztonságért program, angolul *NATO Science for Peace and Security*, angol rövidítése *SPS*, egy olyan civil program, amely támogatja a civil tudományos együttműködést és az innovációt. NATO-tagállamok és a partnerországok közötti párbeszédet és gyakorlati együttműködést segíti elő tudományos kutatáson, technológiai innováción és tudáscserén alapulón. Az SPS finanszírozást, szakértői tanácsadást és támogatást kínál a NATO stratégiai célkitűzéseinek megfelelő, testre szabott, polgári biztonság szempontjából releváns tevékenységekhez.

<sup>328</sup> Appetit auf explosives, *Der Spiegel*, 2/2000, <https://www.spiegel.de/wissenschaft/appetit-auf-explosives-a-33ea2eda-0002-0001-0000-000015376110?context=issue> (Letöltés: 2021. 10. 13.)

<sup>329</sup> MARQUÉS, Silvia - RAMOS, Juan L. (2003): Transcriptional control of the *Pseudomonas putida* TOL plasmid catabolic pathways, *Molecular Microbiology*, Volule 9, Issue 5, 923-929.

<sup>330</sup> A bioremediáció egy, a szennyezett közegek, köztük a víz, a talaj és a felszín alatti anyagok kezelésére szolgáló eljárás, a környezeti feltételek megváltoztatásával, a mikroorganizmusok szaporodásának ösztönzése és a célszennyezők lebontása révén. A bioremediáció gyakori esete az olajszennyezés, a savas bányavízvezetéssel szennyezett talaj, a földalatti csövek szivárgása és a bűnyügyi helyszín tisztítása. In: REAVILL, Gil (2007): *Aftermath, Inc. Cleaning up after CSI goes home*, Gotham Books, Sheridan, 284.

A mikrobiális aknafelderítő rendszerek<sup>331</sup> alkalmazásának gyakorlati megvalósítása azonban korántsem egyszerű feladat. Az elsődleges probléma az MMDS szennyezett területre történő kijuttatása, hiszen a mikrobák élettartama mindösszesen néhány nap. Ezért a helyszín közelében kell azokat felnevelni, majd a területre történő kijuttatás érdekében vízzel felhígítani. Ezt követően szárazföldi- vagy légi permetező eszközről juttatják a területre a bekevert anyagot, amely a célba jutást követően elkezdi „dolgozni”. Azonban ennek eredménye csak a sötétedés után válik láthatóvá, mivel a mikrobák által kibocsájtott kis mennyiségű fluoreszkáló fény nappali körülmények között nem látható. A kibocsájtott fények erősségének pontosítása révén meghatározható a területen lévő aknák elhelyezkedése, azonban ez komoly figyelmet igényel, hiszen a mikrobák ugyanolyan formában jelzik az aknákból már korábban kimosódott robbanóanyagok jelenlétét is, továbbá az abszorpció révén a talajban koncentrált robbanóanyagok jelenlétét is. Ennek ismeretében megállapítható, hogy a mikrobákkal történő robbanószerkezet felderítés, egykori hadszíntereken, ahol terület erősen szennyezett rendkívül összetett és rendkívül lassú folyamat, amelyet a robbanószerkezetek telepítése óta eltelt idő tovább nehezíthet, ugyanis minél hosszabb ideje van az eszköz a talajban, annál nagyobb a robbanóanyag szivárgás a talaj más rétegeiben is. A másik nehezítő tényező, hogy a mikrobák kifejlesztéséhez alkalmazott génmanipuláció és azok alkalmazása annak ellenére, hogy a terület vegyi szennyezettségtől történő megtisztítása a cél, egyes környezetvédő csoportok tiltakozását váltja ki. A tiltakozás azon alapul, hogy a mikrobák élőlények. Hasonló állatvédő tiltakozások voltak tapasztalhatók több esetben az aknakereső kutyák alkalmazásával kapcsolatban is.<sup>332</sup>

Mindettől eltekintve, a mikrobiális felderítéssel kiküszöbölhetők az erősen fémszennyezett területen, a repeszek és egyéb fémtörmelékek által okozott nagyszámú téves pozitív jelzés, amelyek elfogadhatatlan szintre lassítják a felderítést. Más biológia alapú módszerrel – például az aknakereső kutyákkal - összehasonlítva is kedvezőbb eredményeket kapunk. Ennek oka, hogy a szennyezett területre permetezett mikrobák közvetlenül a talaj rétegeiben található ömlesztett fázisú robbanóanyaggal lépnek kapcsolatba, amelynek a

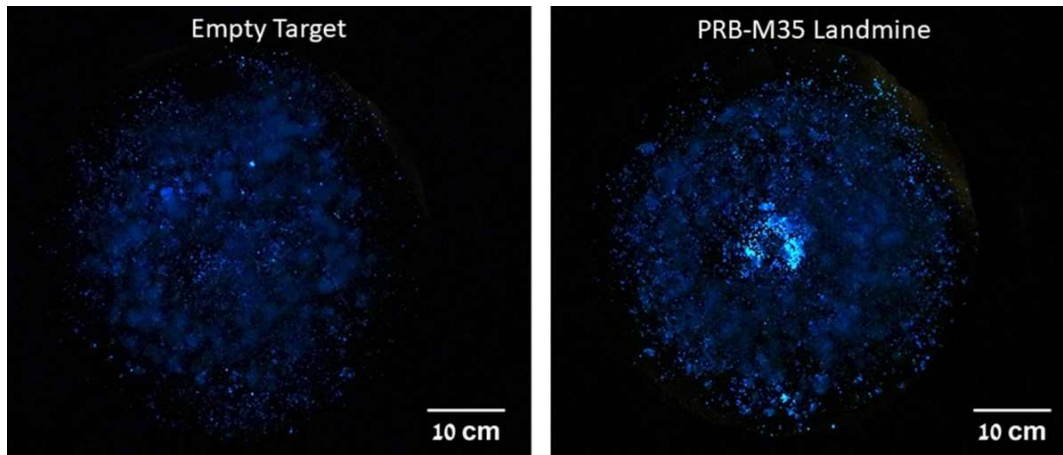
---

<sup>331</sup> Mikrobiális aknafelderítő rendszer, angolul *Microbial Mine Detection System*, angol rövidítése *MMDS*, a továbbiakban *MMDS*.

<sup>332</sup> A mikrobák ilyen irányú alkalmazásával kapcsolatban olyan egészen szélsőséges nézetek is megjelentek, amelyek szerint azokat biológia fegyvernek kellene minősíteni. Ebben az esetben a fegyverzetellenőrzési szerződések hatálya alá kellene sorolni és így azok alkalmazása nemzetközi egyezményekben ütközne. De tekintettel arra, hogy az MMDS célja nem a hadviselő felek közvetlen támogatása, hanem a humanitárius aknamentesítés, e javaslatokat elvetették.



koncentrációja magasabb, mint a talaj fölötti levegőrétegben lévő gőzfázisú robbanóanyag koncentráció, amelyet a kutyák érzékelnek.<sup>333</sup>



55. ábra: A BS03 mikroba törzs lumineszcens válasza egy PRB-M35 aknára

Forrás: *Microbial Biotechnology*, Volume 14 2021: 251-261

A laboratóriumi kutatások és néhány terepen elvégzett gyakorlat<sup>334</sup> igazolta a mikrobiális felderítés hatékonyságát, hiszen annak számos előnyös tulajdonsága mérhető:

- A baktériumok viszonylag könnyen nevelhetők különösen nagy anyagi ráfordítás nélkül, hiszen mindehhez csak néhány olcsóbb vegyi anyagra és cukorra van szükség. Ennek ismeretében az MMDS technológia könnyen elérhető lehet a súlyos aknaproblémával küzdő fejlődő országok számára is.
- Sok jelenleg alkalmazott felderítési technológiát hátrányosan befolyásol a területen lévő növényzet, de az MMDS esetén ez éppen ellenkezőleg van, hiszen a növényzet felerősíti a jelet és ez által fokozza a felderítés hatékonyságát. Ezért a mikrobiális felderítés jól alkalmazható olyan területeken ahol a növényzet kiirtása környezeti károkat okozhatna.
- Mivel a mikróbák nem a robbanószerkezetet érzékelik, hanem csak a robbanóanyagok összetevőjeként alkalmazott vegyi anyagokat, ezért a módszer eredményesen alkalmazható erősen fémszennyezett területeken is, ahol a nagy mennyiségű repesz miatt más módszerek alkalmazása nehézségekbe ütközik.

<sup>333</sup> BURLAGE, Robert S. (2003): :Biological systems, In: Alternatives for landmine detections, Science and Technology Policy Inttitute, Santa Monica, 268.

<sup>334</sup> Egyes vizsgálatok alkalmával az MMDS technológiát egy 4 hektáros területen tesztelték, melynek határain belül öt robbanószerkezetet rejtettek el. A robbanószerkezetekben lévő robbanóanyag mennyisége 4 oz (113,40 g) és 10 lb (4,54 kg) között volt. Az MMDS alkalmazásával mind az öt robbanószerkezet helyét pontosan meg lehetett határozni és a területen mindösszesen két téves jelzést azonosítottak. Azonban mindkét téves jelzés a rejtett robbanószerkezettől 1 m sugarú körön belül helyezkedett el, így a kutatók azok okát a valós robbanószerkezetekből történő kimosódással igazolták és nem tekintették súlyos hibának.

- A baktériumok viszonylag gyorsan lebomlanak és ezt követően műtrágyához hasonló tápanyagként szolgálnak a talaj számára, így a módszer kifejezetten nem invazívnek tekinthető és így megfelelhet az aknafelderítéssel szemben támasztott legmagasabb szintű a környezetvédelmi előírásoknak is.

A rendszer előnyös tulajdonságai mellett, úgy vélem az MMDS széles körű alkalmazhatóságának érdekében még sok problémát meg kell oldani a jövőben, ami befolyásolhatja annak katonai alkalmazhatóságát:

- A katonai alkalmazhatóság érdekében talán legfontosabb kritérium a baktériumok alkalmazhatósági időtartama és azok élettartama. Jelenleg az általuk kibocsájtott fluoreszcens jel a telepítést követő 24 órában a legerősebben mérhető és ez követően a baktériumok exponenciálisan elpusztulnak néhány nap alatt. Ezért a fluoreszcencia érzékelésének sebessége meghatározó tényező, azonban ez fizikai korlátokba ütközik, így jelenleg nagy kiterjedésű aknásított területek egyszerre történő felderítése nem megoldható, annak ellenére, hogy technikailag az MMDS ekkora területen történő kipermetezése megoldható lenne.<sup>335</sup>
- Ugyancsak megoldandó kérdés az MMDS különböző éghajlati viszonyok közötti alkalmazása, hiszen az erős hideg vagy a száraz meleg negatívan hat a baktériumok természetes működésére. Erre megoldást jelenthet a baktériumok egyfajta telepítés előtti kapszulázása – a módszer jelenleg tesztelés alatt áll – ez által alkalmazásuk biztosított lenne a közel-keleti és az afrikai sivatagos régiókban található aknamezők felszámolásához is.
- A rendszer hatékony alkalmazásának másik fontos pillére az érzékelő rendszerek, amelyek segítségével meghatározható a fluoreszcens jel pontos helyzete. A cél olyan rendszerek kifejlesztése, amelyek segítségével rövid idő alatt akár több száz hektárt is le lehet fedni. Erre megoldást jelenthet a drónokkal hordozható érzékelők kifejlesztése, de az ilyen módú alkalmazáshoz az érzékelő rendszereknek meg kell felelniük speciális méret és tömeg követelményeknek.<sup>336</sup>

---

<sup>335</sup> LYE, Harry: Can bacteria be used for bomb detection? <https://www.army-technology.com/features/can-bacteria-be-used-for-bomb-detection/> (Letöltés: 2021. 10. 13.)

<sup>336</sup> Glowing bacteria offer hope for safe detection of 100m landmines, <https://www.theguardian.com/science/2017/apr/13/glowing-bacteria-detect-landmines-israel-safe-hebrew-university> (Letöltés: 2021. 10. 14.)

Az MMDS rendszer alkalmazási korlátainak megszüntetését követően teljesen elképzelhetőnek tartom annak katonai alkalmazását, egykori katonai gyakorlóterek, lőszer- és robbanóanyag tároló létesítmények felszámolása és a terület rekultivációja során.

#### *Növényekkel történő felderítés*

A növények ideálisak a környezet megfigyelésére, mivel információt vesznek fel a környezetükből. A talajba hatoló gyökérrendszerük segítségével, veszik fel a vizet és a nyomelemeket, ezáltal folyamatosan mintát vesznek a talajból, továbbá a környezetükben történő legkisebb változásra is általában látható formában reagálnak.

A különböző növények biológia alapú érzékelőként történő alkalmazása a robbanóanyagok- és robbanószerkezetek felderítése során, szorosan összekapcsolódik a mikrobiális felderítéssel. Ugyanis a mikrobák sikeres tesztelését követően, a robbanóanyag érzékelésére és lebontására képes baktériumok génjeit bizonyos dohány növényekbe oltották. A beavatkozás célja nem is kifejezetten a robbanóanyagok felderítése volt. Hanem a megváltoztatott tulajdonságokkal bíró növények fő feladatának a robbanóanyaggal szennyezett talaj 10-30 cm mélységig történő mentesítését tűzték ki célul.<sup>337</sup>

Sikeres alkalmazásuk közben a kutatók észrevették, hogy ezen növények megváltoztatják alapvető tulajdonságaikat a robbanóanyagok jelenétében. Megváltozott a növények magassága, a növekedésük üteme és esetenként azok színe is. Ezen változások általában nitrát tartalmú robbanóanyagok esetén következtek be, főleg a 2, 4 DNT esetében. Ebből következett, a növények aknamezítésben való részvételének vizsgálati ötlete. Azonban a növények ilyen irányú sikeres alkalmazásának alapfeltétele, hogy az azok által kibocsájtott jeleket az ember számára mérhetővé és láthatóvá kell tenni. Az érzékelési rendszer az előzőekben ismertetett MMDS-nél is sikeresen alkalmazott vizuális megfigyelési technológiákon alapul és főleg a növények speciális megvilágítás esetén történő színváltozásaira fókuszál.<sup>338</sup>

A növények aknamezőkön történő lehetséges alkalmazása, új lendületet adott a tudomány egyes területeinek, ilyen terület a növényi nanobionika. Ennek a lényege, hogy a célnövényekbe nano részecskéket juttatnak be, amelynek hatására megváltozik a növények

---

<sup>337</sup> MUELLER Othmár: Baktériumok az aknamezők ellen, Műszaki Katonai Közlöny, 10. évfolyam, 2-3. szám, 101-102.

<sup>338</sup> HABIB, Maki K (2017): Bio-Inspiration and Mine Detection, American University in Cairo, School of Sciences and Engineering, Mechanical Engineering Department, 35.  
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.300.7293&rep=rep1&type=pdf#page=33> (Letöltés: 2021. 10. 24.)

tulajdonsága, és az MMDS-hez hasonlóan egyes eszközökkel az érzékelhetővé válik. Ehhez célnövényként a spenótot használták, amelynek gyors fotoszintézise révén, amennyiben a talajvízben robbanóanyag molekulák találhatóak, az nagyságrendileg 10 perc alatt eljut a levelekbe, ahol a beépített nano részecskék hatására látható elváltozást fog eredményezni.<sup>339</sup>

A növények ilyen irányú alkalmazásának számos előnye lehet:

- A célnövények viszonylag könnyen nevelhetők különösen nagy anyagi ráfordítás nélkül, hiszen a géntechnológia fejlődésével az alkalmazott módszerek egyre olcsóbbak lesznek. A célnövények rendkívül olcsón és egyszerűen nevelhetők, mivel közönséges fajtákról van szó, mint a dohányfélék, a spenót vagy a zsálya.
- Mivel a növények nem a robbanószerkezetet érzékelik, hanem csak a robbanóanyagok összetevőjeként alkalmazott vegyi anyagokat, ezért a módszer eredményesen alkalmazható erősen fémszennyezett területeken is, ahol a nagy mennyiségű repesz miatt más módszerek alkalmazása nehézségekbe ütközik.
- A növények élettartamát követően azok gyorsan lebomlanak és ezt követően természetes tápanyagként szolgálnak a talaj számára, így a módszer kifejezetten nem invazívnak tekinthető és így megfelelhet az aknafelderítéssel szemben támasztott legmagasabb szintű a környezetvédelmi előírásoknak is.

A rendszer előnyös tulajdonságai mellett, számos problémát befolyásolja a növények ilyen irányú alkalmazhatóságát:

- A génmódosított növények élettartamuk közben természetesen kapcsolatban kerülnek a robbanóanyagokból kiáramló nitrogén-dioxiddal. Ennek hatására a nitrogén-dioxidpt semlegesítő baktériumok termelődnek, amelyek a területen elterjedve téves jelzéseket eredményeznek.<sup>340</sup>
- Az alkalmazott növények nem magas növésűek, így azok megfigyelése nehézkes, továbbá azok vetése eredeti növényzettel benőtt területeken, nehezen vagy egyáltalán nem megoldható.
- A mikrobákhoz hasonlóan a szélsőséges időjárási körülmények befolyásolják a növények alkalmazhatóságát.

---

<sup>339</sup> Nanobionic spinach plants can detect explosives, <https://www.eurekalert.org/news-releases/768085> (Letöltés: 2021. 10. 23.)

<sup>340</sup> Landmine detection technologies to face the demining problem in antioquia, [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0012-73532014000100013](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532014000100013) (Letöltés: 2021. 10. 22.)

- Aggodalomra adhat okot, a génmódosított növények és a területen őshonos növények keveredése, esetleges kereszt beporzása, amelynek eredményeképpen olyan új növényfajok jöhetnek létre, amelyek tulajdonságai előre nem ismertek.

Összességében úgy vélem, hogy a növényekkel történő robbanóanyag felderítés inkább a robbanóanyaggal szennyezett talaj megtisztítására alkalmazható ellenőrzött körülmények között, mintsem felderítésre. Ezért a módszer lehetséges katonai alkalmazását nem tartom elképzelhetőnek.

#### *Állatokkal támogatott felderítés*

Az állatokkal támogatott felderítési módszereket tekintettel arra, hogy szorosan kapcsolódik annak tartalmához, a következő fejezetben ismertetem.

#### 3.2.3 A robbanótest érzékelése útján történő felderítés

A robbanószerkezetek vagy azok részegységeinek felkutatására irányuló módszerek alkalmazási elvei a legtöbb esetben azon alapulnak, hogy ezen eszközök általában nagy százalékban tartalmaznak fémeket. Ezen állítás különösen igaz az alaprendeltetésében katonai feladatokra készített robbanószerkezetekre, hiszen ezen eszközök burkolata és a gyújtószerkezetek biztosító és működtető részei, továbbá az eszköz pusztítóhatásának növelése érdekében alkalmazott repeszképző anyagok is általában fémből készülnek. Természetesen az alkalmazás jellegétől függően a fémtartalom eltérő lehet, ami meghatározza az eszköz felderíthetőségét, illetve az arra irányuló módszert és technikai eszközt is. Azon robbanószerkezetek felderítése, melyek nem tartalmaznak fémeket, leggyakrabban az eszköz kiterjedésének megállapítására szolgáló nem fémkereső elven működő eszköz alkalmazásával, illetve a robbanószerkezet fő töltetét alkotó robbanóanyag érzékelésével történik. Természetesen az ilyen irányú felderítési módszerek sikeresen alkalmazhatóak az előző esetben is, hiszen a fémtartalmú robbanószerkezetek kiterjedése meghatározható más módszerekkel is, illetve az eszközök minden esetben tartalmaznak robbanóanyagot is. Azonban mindez fordítva már nem igaz.

#### 3.2.3.1 Fizikai alapon működő felderítési módszerek

##### *Fémérzékelők*

A különféle fémérzékelőket a gyalogság elleni és harcjármű elleniaknak észlelésétől a repülőtereken, irodaházakban vagy sportversenyek biztosításáig számos területen alkalmazzák, de a ház körül is hasznosak lehetnek az elveszett érmék, kulcsok vagy akár a gázvezetékek

megtalálásában. A különféle fémérzékelők alkalmazása elengedhetetlen részét képezi a fémtartalmú robbanószerkezetek felderítésének. Ezen eszközöket rendszeresen alkalmazzák a fel nem robbant hadianyagok és a polgári lakosságot veszélyeztető egyéb fenyegetések felkutatása érdekében.

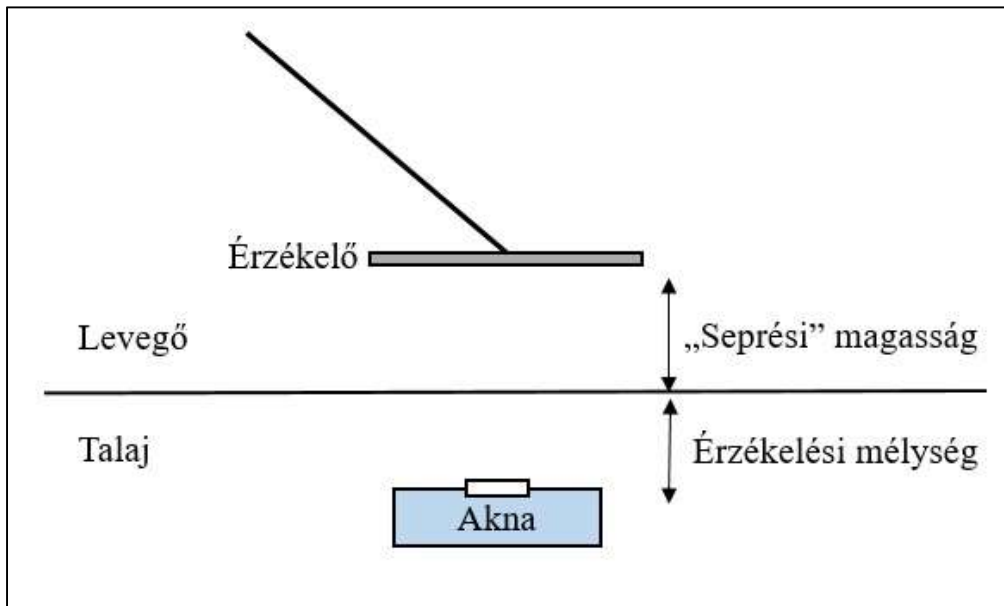
*A legtöbb aknakutató műszer is ilyen, vagyis „a műszaki felderítés, ezen belül az aknakeresés eszköze az akna jelenlétének és helyzetének meghatározására. A részben vagy egészben fémből készült szárazföldi, folyami és tengeri akna felkutatására indukciós ~eket alkalmaznak. A fémtömeg a műszer szondájának állandó frekvenciáját elhangolja, s az ennek hatására kiváltott hang- vagy fényjel az akna jelenlétére utal. A fémmentes akna felderítésére alkalmazott ~ek általában az egymás melletti eltérő (talaj és akna) anyagtömörséget érzékelik. A talaj és az idegen anyag (akna) hőmérsékletének különbségét érzékelik az infravörös fénytartományban működő ~ek. Az ~ek gépjárműre, harcjárműre, hajóra vagy légi járműre szerelhetők, illetve kézben tarthatók. Nagy kiterjedésű elaknásított terület gyors ésáttekinthető felderítését légi úton végzik: a repülőgép vagy helikopter fedélzeti infraérzékelő műszere a növényzet és a talaj bizonyos rendszer szerinti megbolygatása alapján kimutatja az aknatelepítés vagy szórt aknásítás helyét.”<sup>341</sup>*

A fémérzékelés nagy előnye, hogy a módszer a céltárgy helyzetéhez viszonyítva érintésmentesen alkalmazható, azaz a felderítés nem igényel közvetlen érintkezést a robbanószerkezettel. Az egyes eszközök alkalmazási lehetőségeit alapvetően azok érzékenysége határozza meg. Az érzékelő érzékenysége, vagyis a „detektor érzékenysége” kifejezés az eszköz azon képességét, amely alapján meghatározható, hogy az eszközzel milyen távolságból érzékelhető az adott fémtartalmú tárgy. Ugyanis a változó mélységben elhelyezkedő céltárgy előtalálási hatékonysága és annak a kereső fejtől mért távolsága között szoros összefüggés van. Vagyis minél nagyobb a távolság a keresőfej és a céltárgy között az érzékelés pillanatában, annál nagyobb az eszköz az érzékenysége.<sup>342</sup>

---

<sup>341</sup> Hadtudományi Lexikon 2019: 23.

<sup>342</sup> GUELLE, Dieter – LEWIS, Adam Miles (2003): Metal detector handbook for humanitarian demining, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 9.



56. ábra: A fémérzékelő aknakutató műszerek meghatározó paraméterei

Forrás: a szerző szerkesztése a *Test and Evaluation Protocol, Metal Detectors*, 2003: 18 alapján.

Az aknakutató műszerek használata közben a fémek érzékelését általában egy egyszerű hangjelzés jelzi, hiszen a vonatkozó előírások szerint a fémtárgy jelenlétére figyelmeztető jelzésnek jól láthatónak vagy hallhatónak kell lennie, továbbá az eszköznek biztosítania kell, hogy pozitív jelzés esetén ugyanazon feltételek mellett a jelzés nem lehet időszakos, vagyis annak megismételhetőnek kell lennie.<sup>343</sup>

A különböző anyagú és méretű fémek detektálására többféle elven működő fémkereső (érzékelő) készülék létezik<sup>344</sup>, amelyek a fémeket más és más módon érzékelik. A legfontosabb típusok:

- Abszorpciós (Drop-out) fémkereső.
- Keverő oszcillátoros (BFO).
- Kiegyensúlyozott indukciójú (Induction Balanced).
- Félrehangolt rezgőkörű (Off-resonance).
- Alacsonyfrekvenciás (Very Low Frequency).
- Impulzusüzemű (Pulse Induction).

<sup>343</sup> Test and Evaluation Protocol 07/05/2003 Version 1.0, Metal Detectors, Director United Nations Mine Action Service (UNMAS), New York, 18.

<sup>344</sup> SZATAI 2019: 121-138.

- Rádiós (Ultra High Frequency).
- Terahertzes képalkotók (TeraHertz).
- Magnetométerek és földradarok.

Az abszorpciós fémkereső működési elve az örvényáramok, illetve mágneses vasvesztés által elvesztett energiákon alapul. A keresőtekercs jelét egy kis teljesítményű, nagyfrekvenciás oszcillátor biztosítja. Ezen tekercs által keltett mező a fémekben nagy veszteségű örvényáramokat eredményez. Az energiaelvonás következtében a rezgés amplitúdója csökken, sőt túl közeli nagy fém esetén akár teljesen meg is szűnik. Az ilyen irányú eltérést a műszer érzékeli és jelzést ad. Ezen az elven működik a legtöbb biztonsági rendszer hordozható fémkeresője, a kézi illetve a fémérzékelő kapuk is.



57. ábra. Garrett PD6500i fémérzékelő kapu működése

Forrás: <https://www.metector.hu/products-page/ki-es-beleptetes/garrett-pd-6500i-femetektor-kapu/> (Letöltés: 2018. 11. 27.)

A fémérzékelő kapu, mint ahogyan arra annak elnevezése is utal, a kapu alatt áthaladó személyeknél lévő fémtárgyak felderítésére szolgál, tehát nem alkalmas pl. kerámia vagy polikarbonát anyagú szűrő- és vágófegyverek kimutatására. Ezt repülőtereken általában azzal küszöbölik ki, hogy a kapu üzemeltetője beállíthatja, hogy az áthaladó személyek hány százaléka kapjon akkor is pozitív jelzést, ha nincs nála semmilyen fémtárgy. Így az elkövetőt



annak ellenére, hogy nem fém alapanyagú támadóeszközzel akar a fedélzetre jutni, de a kapu jelez, ugyanolyan motozásnak vetik alá, mintha fémtárgyat jelzett volna nála a fémérzékelő kapu.<sup>345</sup> Mivel ez a véletlen kiválasztó funkció szabadon változtatható 1% és 99% között, a repülőtér biztonságáért felelős hatóság az aktuális fenyegetettségi szintnek megfelelően tudja elrendelni a véletlen kiválasztó funkció százalékos értékének növelését vagy csökkentését. A fémérzékelő kapuk kiegészítőjeként általában kézi fémkeresőket alkalmaznak.



58. ábra. Garrett Super Scanner-V kézi fémkereső

Forrás: <https://www.metector.hu/products-page/garrett-kezi-femkereso-femdetektor/garrett-super-scanner-v-kezi-femkereso/> (Letöltés: 2018. 11. 28.)

A kézi fémkeresők igen egyszerű eszközök, amelyek azt a célt szolgálják, hogy behatárolni, pontosítani lehessen a fémérzékelő kapu által kiválasztott személynél a fémtárgy (fémtárgyak) elhelyezkedését.<sup>346</sup> A mai modern, prémiumkategóriájú fémkeresőknek két fontos képessége van: alkalmasak sípolással vagy hangtalanul (rezgéssel) is jelezni a fémtálatot, illetve a hang (rezgés) erőssége arányos a megtalált fémtömeg nagyságával. Használatuk rendkívül egyszerű és rövid idő alatt elsajátítható, így tökéletes eszköz a biztonsági területek beléptető pontjain szolgálatot ellátó személyek részére.

A fémek észlelésének másik, egyben talán legegyszerűbb módja az úgynevezett keverő oszcillátoros (Beat-Frequency Oscillator, BFO) műszer használata. Egy BFO-rendszerben két tekercs van: egy nagyobb tekercs a keresőfejben és egy kisebb tekercs a vezérlődobozban. Minden tekercs egy olyan oszcillátorhoz kapcsolódik, amely másodpercenként több ezer impulzus áramot generál. Ezen két impulzus frekvenciája kissé eltolódik a két tekercs között.

<sup>345</sup> Az Európai Bizottság 185/2010/EU rendelete (2010. március 4.), a közös légiközlekedés-védelmi alapkövetelmények végrehajtásához szükséges részletes intézkedések meghatározásáról, 4.1.1.4.

<sup>346</sup> A tökéletes biztonságért, <https://znz.hu/a-tokeletes-biztonsagert-femkereso-kapu-kezi-femkereso/> (Letöltés: 2018. 11. 26.)

Amint az impulzusok minden egyes tekercsen keresztülhaladnak, a tekercs rádióhullámokat generál. Egy kis vevő a vezérlődobozban felveszi a rádióhullámokat, és hallható hangsorokat (ütéseket) hoz létre a frekvenciák közötti különbség alapján.<sup>347</sup>

Ha a keresőfejben lévő tekercs egy fémtárgy fölé kerül, akkor a tekercsen átfolyó áram által okozott mágneses mező mágneses teret hoz létre az objektum körül. Az objektum mágneses mezője megzavarja a keresőfej tekercs által generált rádióhullámok frekvenciáját. Mivel a frekvencia eltér a vezérlődobozban lévő tekercs frekvenciájától, a hallható ütemek időben és erősségben változhatnak. A BFO-rendszerek egyszerűsége lehetővé teszi, hogy nagyon alacsony költséggel gyárthatók és értékesíthetők.



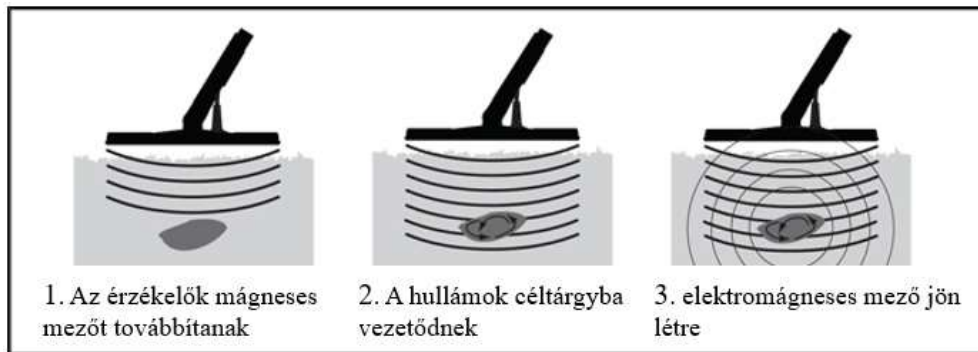
59. ábra. BFO-rendszerű fémkereső

Forrás: <http://www.talaju.com/%D9%81%D9%84%D8%B2%%20DB%8C%D8%A7%D8%A8-jeotech/> (Letöltés: 2018. 11. 28.)

A kiegyensúlyozott indukciójú (Inductive Balance, IB) fémkeresőben az amplitúdó-modulált jeleket adó oszcillátor két tekercset táplál. Ezen két adótekercs csévélési iránya ellentétes. Egymásra helyezve őket a kettő közötti mágneses tér elvileg zérus. A harmadik tekercs az előbbi kettő között helyezkedik el, és ennek kivezetésein fémmentes állapotban nincsen feszültség (kompenzáló áramkörrel kiegyenlíthetőek kisebb gyártási és szerelési eltérések). Ha bármely irányból fém kerül a tekercsek közelébe, valamelyik adótekercshez közelebb lesz, így az aszimmetrikus elrendezés miatt felbomlik a mágneses mező

<sup>347</sup> How metal detectors work? <https://electronics.howstuffworks.com/gadgets/other-gadgets/metal-detector.htm#pt5> (Letöltés: 2018. 11. 26.)

kiegyenlítetttsége, és ez a középső (kereső)tekercsben jelfeszültséget indukál. Ezen jelet felerősítve és egyen irányítva hang jelet kapunk a fülhallgatón.<sup>348</sup>



60. ábra. Az IB fémkereső működési elve

Forrás: <https://forum.arduino.cc/t/induction-balance-discriminating-metal-detectors-with-arduino/552608> (Letöltés: 2018. 11. 29.)

Az ilyen rendszerű eszközöket főként az iparban és a fegyveres testületeknél alkalmazták. Az alacsonyfrekvenciás<sup>349</sup> nevét onnan kapta, hogy a BFO-rendszerű érzékelőkkel ellentétben nagyon alacsony frekvenciatartományban működik. A szokásos működési frekvencia 3 kHz és 50 kHz között van.<sup>350</sup> A VLF-detektorok a talajban általában 20–30 cm mélységig érzékelnek. Az érzékelés mélysége függ az alkalmazott frekvenciától, a céltárgy nagyságától, valamint a készülék érzékenységétől. A keresési mélységet továbbá befolyásolja a használt keresőfej kialakítása és mérete is.



61. ábra. Alacsony frekvenciás fémérzékelő műszer

<sup>348</sup> A fémdetektálás alapjai, <https://www.muszeroldal.hu/measurenotes/femdetektalas.pdf> (Letöltés: 2018. 11. 19.)

<sup>349</sup> Alacsonyfrekvenciás fémkereső, angolul *Very Low Frequency Detector*, angol rövidítése *VLF-detector*, a továbbiakban VLF-detektor. vagy VLF-detektor.

<sup>350</sup> Principles of understanding a metal detector, [https://www.nuggethunting.com/detector\\_technology.htm](https://www.nuggethunting.com/detector_technology.htm) (Letöltés: 2018. 11. 22.)

Forrás: <https://www.icmj.com/magazine/print-article/detectors-past-present-and-future-3466>

(Letöltés: 2018. 11. 27.)

Függetlenül a működési frekvenciától, a VLF-rendszerű fémérzékelők esetében kétalapvető típust különböztethetünk meg: a mozgásra detektáló eszközöket és a mozgás nélkül detektáló eszközöket. A mozgásra detektáló fémérzékelő azt jelenti, hogy a fémkereső csak akkor ad jelet, ha a keresőfej és a fémtárgy között relatív elmozdulás van. Abban az esetben, ha nincs elmozdulás a tekercs és az érzékelendő céltárgy között, a műszer nem ad jelet, vagy sok esetben folyamatosan jelez. Ezzel a technikával készül a ma forgalmazott VLF-fémkeresők 95%-a. A mozgás nélkül is detektáló fémkeresők folyamatosan jelet adnak, ha a fémtárgy a keresőtekercs hatótávolságán belül van, függetlenül attól, hogy történt-e elmozdulás vagy sem. Ezt a technikát ma már csak kevés gyártó alkalmazza önállóan. A fejlettebb műszerek képesek arra, hogy a megfelelő kezelőszerv segítségével, a két működési típus között váltani tudnak.

Az Impulzusüzemű<sup>351</sup> periodikusan kibocsátott nagy teljesítményű impulzusokkal működik.<sup>352</sup> Kifejlesztésére azért volt szükség, hogy a fent ismertetett típusú fémkeresők behatolási mélysége a talajban erősen korlátozott, sok esetben csak a felső 30–40 cm talajrétegre korlátozódik. Ennek az oka, hogy a talajban a kisugárzott rádióhullámok erőssége csökken. A PI-detektor úgy állítja elő impulzusait, hogy lelassítja a hullámok lecsengésének folyamatát. Az ilyen módszer alkalmazásán alapuló készülékek nagy előnye, hogy megfelelő időzítéssel a talaj hatása elhanyagolható és a nagy impulzusteljesítmény miatt jelentős behatolási (detektálási) mélység érhető el. Az érzékelés mélysége az impulzusok teljesítményétől és a keresőtekercs nagyságától függ.<sup>353</sup>

---

<sup>351</sup> Impulzusüzemű fémkereső, angolul *Pulse Induction Detector*, angol rövidítése *PI-detektor*, a továbbiakban PI-detektor.

<sup>352</sup> BIES, Lammert: Pulse Induction metal detector with DSP, <https://www.lammertbies.nl/electronics/pi-metal-detector> (Letöltés: 2018. 11. 27.)

<sup>353</sup> U. o.



62. ábra. Impulzus üzemű fémkereső készlet

Forrás: <http://www.biznet1.com/treasuresearch/stinger2.html> (Letöltés: 2018. 11. 25.)

A PI-detektor hátránya, hogy működési elvéből következően nem tud különbséget tenni az érzékelt fém típusa között, vagyis minden fémet kijelez. PI-detektort leggyakrabban a roncskutatóban és műszeres területmentesítések során alkalmazzák. A különböző műszerek alkalmazásával csak bizonyos korlátok között lehet fémeket érzékelni. Például nagyobb méretű keresőtekerces érzéketlen az olyan kisebb tárgyakra, mint az érmék, gyűrűk. Vannak továbbá olyan fémek is, amelyek kifejezetten rosszul detektálhatóak (korrózióálló és hőálló acélok), emiatt egyéb technológiák is megjelentek a fémek érzékelésére és kimutatására.<sup>354</sup> Ilyen eszközök lehetnek az ultra magas frekvenciájú fémkeresők vagy a terahertz tartományú képalkotók. Ezen eszközöket főleg a biztonsági szolgálatok alkalmazzák.

---

<sup>354</sup> A Review of Sensing Technologies for Landmine Detection: Unmanned Vehicle Based Approach, [http://www.wist.massey.ac.nz/conferences/icara2004/files/Papers/Paper70\\_ICARA2004\\_401\\_407.pdf](http://www.wist.massey.ac.nz/conferences/icara2004/files/Papers/Paper70_ICARA2004_401_407.pdf) (Letöltés: 2018. 11. 26.)



63. ábra: A TIRAMISU amerikai aknafelderítő robot

Forrás: <http://www.fp7-tiramisu.eu/news/tiramisu-robot-take-centre-stage-2015-humanitarian-robotics-and-automation-technology-challenge>(Letöltés: 2019. 03.27.)

Az aknakutató gépkocsi és az önjáró felderítő robot minden esetben kizárólag felderítés végrehajtására alkalmazhatóak és az előtalált robbanószerkezetek mentesítése más eszközök és erők részvételét igénylik. A közeljövőben ezen a területen is a távvezérelt és automatizált rendszerek számának emelkedése várható, hiszen napjainkban a fegyverkezési versenyben egyre inkább ezen eszközöket helyezik előtérbe. Egyes elemzések szerint a távirányított és önműködő eszközök aránya a hagyományos fegyverrendszerekhez viszonyítva egyes fegyveres erőknél 2025-re elérheti a 30 %-ot.<sup>355</sup>

A fémérzékelő eszközök alkalmazásának előnyei:

- Gyors és egyszerű használat.
- Alkalmazása nem igényel hosszú időtartamú kiképzést és nincs szakmai követelmény.
- A fémkeresők a beállítástól függően akár egészen kicsi fémtárgyakat is érzékelnek, ezáltal a fémszerkezetek elhelyezkedése könnyen behatárolható. Ennek megfelelően alkalmazásukkal végrehajtható a talajszint alatt elhelyezkedő fémszerkezetek felkutatása a lehető legnagyobb mélységben és pontossággal.

<sup>355</sup> ГРИНКЕВИЧ, Владислав (2021): Железные солдаты будущих войн, Профил,147/Но. 7-8.,Москва, 26-29.

- A folyamatosan fejlődő technológiai eljárások lehetővé teszik az új eszközcsaládok kifejlesztését.
- Az átlagos felszíni fémkeresők a kisebb tárgyakat (pl. érem, gyűrű) max. 30–35 cm-ig képesek érzékelni vannak azonban erősebb modellek, amelyek nagyobb fémtárgyakat, például egy 10 cm átmérőjű tüzérségi lövedéket képesek akár 4–5 méter mélyen is érzékelni. A kereskedelmi forgalomban vásárolható fémerzékelők árai általában arányban vannak a teljesítményükkel, tudásukkal és megbízhatóságukkal.

Ezen előnyök mellett a fémkeresők alkalmazásának számos hátrányai is van, hiszen a legmodernebb technikai eszközök sem működnek hibátlanul:

- A felkutatás mélysége és pontossága függ a talaj vezetőképességétől, a fémszerkezet méretétől, a fémszerkezet alakjától és az ottlétének időtartamától.
- A talaj vezetőképessége függ annak ásványianyag-tartalmától, ami befolyásolja egyes eszközök alkalmazhatóságát. Ugyan is a súlyosan ásványos talaj általában csökkenti a szonda behatolási erejét. A talajásványosodás elnyomása nagyon fontos feladat egy fémkereső tervezésekor, hiszen amennyiben ez nem megfelelő, számtalan téves jelzést eredményezhet, ami időigényessé és akár eredménytelenné is teheti a keresés folyamatát. A téves jelzések kiküszöbölésének érdekében csökkenteni kell a műszerek érzékenységet azonban ez általában a behatolási mélység csökkenését is eredményezheti.
- A fémtárgy mérete befolyásolja a felkutatásának eredményességét. Minél nagyobb a fémes tárgy, annál könnyebben és annál mélyebbről is ki lehet mutatni. Hiszen minél több fémes területet érzékel egy fémkereső felülről, annál mélyebben lesz kimutatható. Például egy fémhordót sokkal könnyebben ki lehet mutatni, mint egy pénzérmét.
- A méretén kívül a fémtárgy alakja is befolyásoló tényezőként hat. A gyűrű vagy hurok alakú tárgyak fekvő pozícióban a föld alatt, a legjobb eredményeket hozzák mérés szempontjából, de a lapos vagy tál alakú objektumok is hasonlóan könnyen észlelhetők. Szintén könnyen érzékelhetők a tüzérségi lövedékek, repülőbombák, azonban a rúd alakú tárgyakat, fémkábeleket nagyon nehéz észlelni, így felkutatásukhoz más módszerek szükségesek.
- Fontos tényező még, hogy a fémtárgy mennyi ideje van eltemetve a talajban. A különféle vegyi anyagok a talajban korróziós hatással vannak a fémekre. Néhány fém gyorsabban rozsdásodik, míg mások kevésbé. A modern cinket például nagyon gyorsan

megtámadják ezek a talajban levő vegyi anyagok, míg a réz és az ezüst sokkal jobban ellenáll ezeknek. Mivel ezek a vegyi anyagok „eszik” a fémet, így azon rozsdá keletkezik, ami felszívódik a környező talajban. Ez okozza azt, hogy talaj a fémtárgy közelében vezetőképesé válik, így a fémtárgy jóval messzebről észlelhető lesz a fémérzékelővel, mint az pár évvel korábban volt. Ezzel párhuzamosan azonban a talaj elrozsdásodása a fémszerkezet helyének és elhelyezkedésének pontos meghatározását is megnehezíti.

- Egyes fémkeresők képesek bizonyos idő elteltével elhangolódni, ami az apróbb tárgyak érzékelését befolyásolja, továbbá néhány típus esetében annak fülhallgatójában folyamatos sípolás (fütty) hallható, ami a működés elvéből következően nem szüntethető meg. Ez tartós használat esetén rendkívül zavaró.
- Nem tiltható ki egyes fémek érzékelése, így például „szemetes” területen (alufóliadarabok, robbanás okozta szilánkok, stb.) használhatatlanná válik, mert állandóan jelezni fog.
- Egyes típusok a talaj egyenetlensége miatt is hamis találatot jelezhetnek.

#### Katonai alkalmazhatóság

Számos olyan biztonsági terület van, ahol a fémérzékelő műszerek eredményesen alkalmazhatóak. Ide sorolható a kiemelt objektumok beléptetőpontjainak biztosítása, de eredményesen használhatóak a humanitárius akna- és lőszermentesítés, a tűzszerész-biztosítás vagy akár a hadisírok felkutatása, illetve a hadtörténeti témájú hadszíntérkutatás területén is. A katonai műveletekben jól alkalmazhatóak a mozgástámogató műveletek során, például az útfelderítő és mentesítő csoportok<sup>356</sup> eszközeiként gépjárműre szerelve vagy kézi használattal. Megállapítható azonban, hogy a szembenálló felek vagy ellenérdekelt csoportok technikai és taktikai fejlődésének következtében a robbanószerkezetek elkészítése közben egyre gyakrabban kerülnek a fémszerkezetek alkalmazását. Nagy mennyiségben gyártanak házilag készített robbanóanyagokat és annak felhasználásával olyan rögtönzött robbanószerkezeteket készítenek, melyek a fémtartalom hiánya vagy az alkalmazott eljárás miatt nem mutathatók ki ezen eszközökkel, illetve azok használata az adott körülmények között korlátozott. Az ilyen szerkezetek kimutatására is kifejlesztettek technikai eszközöket, melyek nagy hatékonysággal alkalmazhatóak önállóan vagy a tanulmányban említett eszközökkel kombinálva.

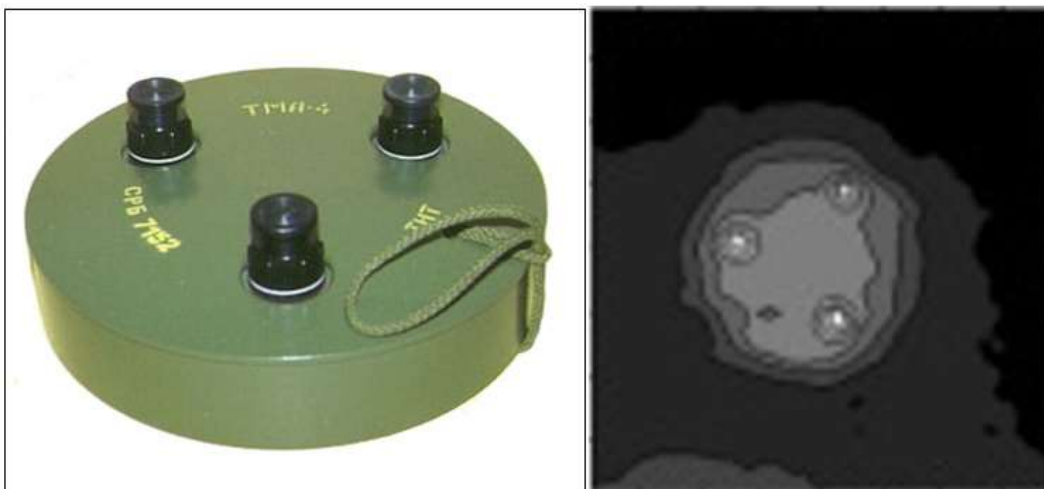
---

<sup>356</sup> Útfelderítő és mentesítő csoport, Route Clearance Team.



### *Röntgensugaras képalkotók*

A fejezetet korábbi részében ismertettem a röntgensugárzás alapján történő felderítés alapelveit, az egyes rendszerek működési elvét. A röntgensugárzás alapú technológiák nem csak a robbanóanyag tömeg érzékelésében, hanem a robbanószerkezet érzékelése során is fontos meghatározó jelentőségű. Az egyik ilyen lehetőség az aknafelderítésben való alkalmazás. A legtöbb esetben a visszaszórás alapú technológiát alkalmazzák olyan harcjármű- és gyalogság elleni aknák felkutatására, amelyek a talajfelszínen helyezkednek el és valamilyen természetes vagy mesterséges álcázás miatt azok vizuálisan nem felderíthetők, vagy azok talajszint alatti telepítési mélysége nem haladja meg a 7,5 centimétert (3 hüvelyk).<sup>357</sup>



64. ábra: A TMA-4<sup>358</sup> harckocsi elleni akna és annak röntgenfelvétele a talajban

*Forrás: a szerző szerkesztése a MACDONALD 2003: 210 alapján*

A röntgensugárzás alapú technológiák alkalmazásának egyik előnye, hogy a módszer hatékonyan alkalmazható alacsony fémtartalmú vagy fémet nem tartalmazó robbanószerkezetek felderítéséhez is.

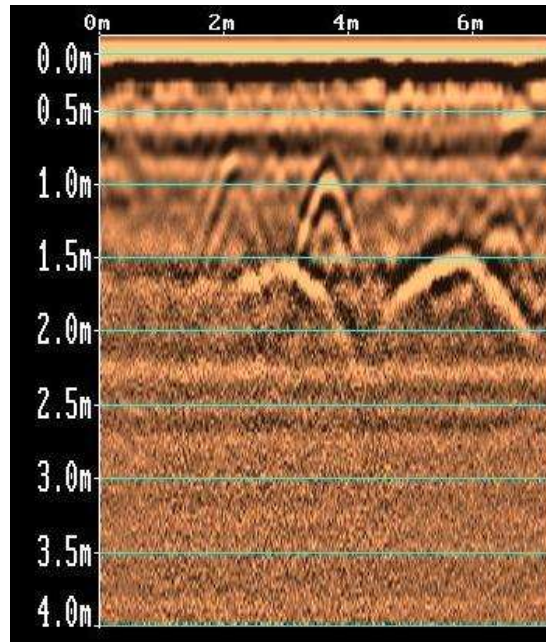
### *Talajradarok és magnetométerek*

Az utóbbi évtizedekben nagy számban jelentek meg a magnetométerek és a földradarok a fémdetektálás területén. Használatukkal jó eredmények érhetőek el a nagyméretű és nagy mélységben lévő fémtárgyak (például elsüllyedt harckocsi) helyének meghatározása során is, de a talajradar egy speciális változata (borehole-radar) alkalmas hadszínterek hátrahagyott

<sup>357</sup> MACDONALD 2003: 191.

<sup>358</sup> TMA-4 jugoszláv gyártmányú, romboló hatású harckocsi elleni akna. Teljes tömege 7 kg. A robbanóanyag tömege 6,5 kg, típusa TNT. Az akna átmérője 265 mm, magassága 110 mm. Működtetéséhez szükséges nyomás 1800 N. In: TÓTH József – LUKÁCS László – VOLSZKY Géza: Akna kisenciklopédia, Tudásmenedzsmentért, Tudás Alapú Technológiákért Alapítvány, 2013, p. 203.

aknamezőinek felderítésére is. A talajradarok nagy előnye a fémkeresőkkel szemben, hogy olyan talajsztint alatt elhelyezkedő tárgyak kimutatására is alkalmas amelyek nem tartalmaznak fémeket, ugyanis az eszköz nem a tárgy fémtartalmát érzékeli, hanem a talaj szerkezetében fellépő anomáliákat, olyan eltéréseket amely jelentősen különbözik a talaj adott környezeti tulajdonságaitól. ezek az anomáliák utalnak tárgyak jelenlétére.



65. ábra: Talajradar által alkotott kép

Forrás: <https://www.talajvizsgalat.com/3d-talajradar-georadar> (Letöltés: 2023.04.02)

A talajradar rádióhullámokat bocsát ki. A kibocsátott frekvenciától függően ezek mélyebbre vagy kevésbé mélyre hatolnak be a földbe. A különböző tárgyaknak mind-mind eltérő ellenállásuk van, így egymástól eltérő jeleket is produkálnak. A műszerből kiinduló jelek folyamatosan visszaverődnek. Így a talajszerkezettől jelentősen eltérő földalatti anomália máshogy veri vissza a jeleket, mint a környezete. Ezeket a visszavert jeleket alakítja át látható és mérhető értékekké. Egyes eszközökkel akár 1 centiméteres pontossággal is meghatározható a talajsztint alatt lévő tárgy helyzete.

Az méréspontossága minden esetben függ az alkalmazott frekvenciától, azaz minél magasabb frekvencián kerül sor a mérésre, annál pontosabb lesz a kapott eredmény. Azonban a kutatási mélység fordítottan arányos a mérési frekvenciával, vagyis más frekvenciát kell alkalmazni 0,2 - 5 méter között, mint 5 - 10 méter között.

A talajradarok átlagos alkalmazhatósági mélysége 6m, vagyis eddig a mélységig képes egy átlagos eszköz olyan kiértékelhető képet adni, amelynek segítségével pontosan meghatározható a tajban érzékelt anomália elhelyezkedése és annak kiterjedése.

A talajradarok alkalmazásának előnyei:

- Alkalmas fémtartalommal nem rendelkező talajszint alatt elhelyezkedő tárgyak pontos helyének meghatározására.
- Roncsolásmentes vizsgálatot biztosít, azaz a terület feltérképezhető annak előzetes feltárása nélkül is.



66. ábra: Talajradar alkalmazása a hadszínterén

Forrás: <https://www.malagpr.com.au/military--police.html> (Letöltés: 2023.04.03)

A talajradarok alkalmazásának hátrányai:

- A túlzottan szennyezett talaj képes leárnyékolni a különböző rétegeket, így egyes részek nem láthatóak a kiértékelés során.
- A munkaterület kijelölése időigényes és egyes műszerek esetében a nagy mérési pontosság érdekében sűrűn kell felvenni a mérési pontokat, amelyek kijelölése szintén időigényes.

A talajradarok alkalmazhatók kis és nagy mélységben elhelyezkedő robbanószerkezetek felkutatására, függetlenül a keresett eszköz fémtartalmától. Nagy Föld alatt elhelyezkedő illegális fegyver és lőszer lerakatok felkutatására. Nagyobb méretű szonda gépjárműre történő elhelyezését követően, az eszköz alkalmas az út felderítő csoport részeként történő munkavégzésre.



67. ábra: Gépjárműre telepített talajradar

Forrás: <https://www.malagpr.com.au/military--police.html> (Letöltés: 2023.04.03)

#### *Multiérzékelős eszközök*

Napjainkban, a robbanószerkezetek és a terrorizmus elleni fellépés részeként egyre gyakrabban jelennek meg olyan multiérzékelős eszközök, amelyek az adott eszközre telepített különféle működési elven működő érzékelőket tartalmaz, annak érdekében, hogy egyetlen eszköz alkalmazásával felderíthetők legyenek a különféle kialakítású és elhelyezkedésű robbanószerkezetek.

#### *3.2.3.2 Mechanikai alapon működő felderítési módszerek*

##### *Kézzel történő robbanószerkezet felderítés*

Napjainkban az előzőekben ismertetett modern technikai eszközök és eljárásrendek mellett, a robbanószerkezetek felderítésében, - különös tekintettel a talajszint alá elhelyezett aknák esetében - továbbra is helytálló az a megállapítás, miszerint „*a kézzel történő aknafelderítés az egyik legmegbízhatóbb módszer az aknamezők földi felderítésére, amit más felderítési feladatokkal párhuzamosan kell végezni valamennyi fegyvernemnek és a műszaki alegységeknek*”.<sup>359</sup> A kézi erővel végzett aknafelderítés vagy átjárónyitás lényege az, hogy az aknák felderítése kézi erővel, többségében egyszerű eszközök felhasználásával történik.

---

<sup>359</sup> SAKIROV, Alekszandr Sarifovics (1988): Aknazárak alkalmazása és leküzdése, (rövidített fordítás a Vojennaja Mislz 1987. évi 8. számából), Honvédelem, 39. évfolyam, 3. szám, 67. Az eredeti publikáció In: Александр Шарифович Шакиров (1987): О применении современных минно-взрывных средств в операции, Военная мысль, 1987/8, 67.

Előnye, hogy pontos és megbízható, továbbá mind a tevékenység mind pedig az elkészített átjáró jól rejthető. <sup>360</sup>

Az aknamezők felderítését végző kötelékek számára napjainkban is a legnagyobb kihívást az aknák felkutatására alkalmazható eszközök és technológiák helyes kiválasztása, illetve az azok technikai jellemzőiből adódó alkalmazási korlátok jelentik. Az egyik legmegbízhatóbb kézi felderítő eszköz a szűrőbot, amely *„az aknafelderítés egyik legegyszerűbb és legmegbízhatóbb kézi eszköze, amely a fémeket csak kis mennyiségben vagy egyáltalán nem tartalmazó aknák felkutatása során nélkülözhetetlen. Általában két részből áll: a (műanyag vagy fa) nyélből és a 30–40 cm hosszú szűrőhegyből, amelynek korszerű változatai a mágneses aknagűjtők miatt demagnetizált fémötvözetből készülnek. A felszín alá telepített aknákat általában fekvő vagy térdelő helyzetben lehet a ~tal keresni: 30–45°-os dőlésszögben tartva, 5–10 cm-ként kell a talajba szűrni.”*<sup>361</sup>

Mint ahogyan arra az elnevezése is utal, a szűrőbot a talaj „átszurkálására” szolgál. A régebbi típusok valóban fémből készültek, de az új változatok már nagyszilárdságú műanyagból készülnek, ezáltal növelve a felderítést végző személyek biztonságát.<sup>362</sup> Az eszköz alkalmas a gyalogság elleni és a harckocsi elleni talajszint alá elrejtett burkolattal rendelkező és burkolat nélküli aknák felkutatására is. Igen egyszerű és megfelelő odafigyeléssel biztonságosan alkalmazható eszköz.

A felderítést végző katona tevékenysége közben szűk sávban mozog, ez gyakorlati tapasztalatok alapján nem több mint 1 méter széles. A felderítés közben térdelő vagy fekvő testhelyzetet vesz fel. A rendelkezésre álló szűrőbot segítségével a kitűzött sávban úgy végzi tevékenységét, hogy a szűrőbot hegye 2-4 centiméterenként a talajba hatoljon és annak a talaj síkjával bezárt szöge ne legyen nagyobb 30 foknál. Ezzel a tevékenységi renddel biztosítható az egészen kis aknák előtálalása illetve a felderítést végző személy biztonsága egyaránt. Hiszen egy felderítetlen kis méretű gyalogság elleni akna nem csak a felderítést végző személy biztonságát veszélyeztetné, hanem befolyásolhatja a területen a mentesítést követően végrehajtott tevékenységek eredményességét is.

---

<sup>360</sup> KENDER Antal (1967): Az ellenség aknamezőin átjárót készítő alegységek felkészítése, Honvédségi Szemle, 21. évfolyam, 7. szám, 14.

<sup>361</sup> Hadtudományi Lexikon 2019: 1034.

<sup>362</sup> Sok esetben telepítettek elektromos indítású „trükkös csapdákat”, melynek célpontja az aknafelderítést végző állomány volt. A talajban elrejtett érzékelőt átszűrva a szűrőbot zárta az áramkört és így hozta működésbe a rejtett szerkezetet.



68. ábra: Kézi aknafelderítés Luhanszkban

Forrás: <https://nt1941.su/allnews/lprnews/8154-sapery-lnr-zavershili-razminirovanie-territorii-u-mosta-v-stanice-luganskoy.html> (Letöltés: 2022. 01.19.)

A szűrőbottal történő felderítés nagyon lassú és időigényes tevékenység, hiszen „a mentesítő katona átlagosan 400—500 szűrés szükséges négyzetméterenként. Vagyis egy főnek másfél méter széles sávban, a felderítés minden méterére 600—750 szűrást kell végeznie. Ha másodpercenként egy-egy szűréssel számolunk, akkor egy óra alatt 5—6 méternyit haladunk előre. Ez egy 100 méteres aknamező esetén mindkét irányban minimálisan 30—40 m-es biztonsági kutatást számítva, 30—32 órás munkát jelentene.”<sup>363</sup> Ezen számítás közben a legfontosabb tényezőt, az emberi kifáradást és az emiatt kötelezően megtartott pihenőidőket nem vette figyelembe, vagyis a szűrőbottal történő felderítés ezen a területen még a számított időtartamnál is hosszabb ideig tartana. Ezért sok esetben szűrőbot alkalmazására önállóan vagy fémkereső műszerekkel kombinálva kerül sor, de az ilyen kombinált módszer alkalmazásának alapfeltétele, hogy elegendő információval kell rendelkezni a terület aknaszennyezettségéről, különös tekintettel az ott elhelyezett aknák fémtartalmára.

A szűrőbot lehet gyárilag gyártott és szükséganyagból készített,<sup>364</sup> de helyettesíthető más hasonló eszközzel is, például a gépkarabély tisztító vesszője szükség esetén vagy váratlan

<sup>363</sup> KENDER Antal (1984): Az aknamezők felderítése, Honvédségi Szemle, 38. évfolyam, 7. szám, 24.

<sup>364</sup> MÚ/11 (1966): Műszaki Felderítő segédlet, a Honvédelmi Minisztérium kiadványa, Budapest, 54.

helyzetben szintén alkalmazható a feladatra. Ilyen helyzet lehet az ön- vagy sebesült társ mentése elaknásított területről.

A másik egyszerű aknafelderítési eszköz a dobókörte, ami egy körte alakú keményfából készült eszköz, amelynek egyik végén négy darab fémből készült kampó található, míg a másik végén az elhúzókötel rögzítésére alkalmas fém fül. Ez gyakorlatilag egy súlyozott, kampós kialakítású eszköz, amely a rá erősített kötel segítségével jól dobható és visszahúzható. A dobókörte a húzásra működő repeszaknák felderítésének és mentésítésének fontos eszköze.<sup>365</sup> Működése olyan módon történik, hogy a kidobás utáni behúzás közben a szerkezet kampós része beakad a repeszhatású akna botlódrótjába és kiváltja annak működését. Vagyis az eszköz alkalmazása közben megtörténik a robbanószerkezetek mentesítése is. Tekintettel a kirepülő repeszek hatásos pusztító távolságára, alkalmazása fokozott figyelmet igényel és többségében a kidobás és behúzás időszakában a felderítést végző katonának fekvő testhelyzetet kell felvennie. Ez korán sem egyszerű feladat, ezért ez a tevékenység megfelelő gyakorlást igényel.

A dobókörtét nem szabad összetéveszteni az aknakifordító horoggal, hiszen utóbbi nem a húzásra működő repeszaknák felderítésének eszköze, hanem *„az aknamentesítés és az aknafelderítés kézi eszköze, vékony, de erős kötéltre rögzített kétágú fémhorog. Az ismeretlen típusú és gyújtószerkezettel szerelt aknák felszedése, eltávolítása során a végrehajtó katona a horgot az aknatestbe akasztja, majd az aknától biztonságos távolságra eltávolodva, fekvő testhelyzetben a kötel meghúzásával az aknát az aknaágyból kifordítja. Ha az akna felszedés elleni biztosítással volt szerelve, az elműködteti az akna robbanótöltetét.*”<sup>366</sup>

A kézzel történő robbanószerkezet felderítés további lehetséges módszere a ruházat alá rejtett robbanószerkezet, illetve annak összetevőinek tapintás általi felkutatása, vagyis a motozás. A kereskedelmi repülőtereken és a kiemeltebb rendezvények helyszínbiztosítása során gyakran alkalmazott eljárás véleményem szerint nem önálló felderítési módszer, hanem más eljárásrendek kiegészítésére alkalmazható. A kézi motozás sok esetben a telepített átvizsgáló eszközök - például fémkereső kapuk - jelzése esetén alkalmazott kiegészítő eljárás része az eszköz jelzésének ellenőrzésére, de a motozás alkalmazható további vizsgálatokhoz történő mintavétellel kiegészítve is. Gyakran a kézi átvizsgálás keretében történik mintavétel a kolorimetrikus vizsgálatokhoz, illetve megfelelő nyomozati szakaszban a biometrikus adatgyűjtés is. Továbbá a kézi átvizsgálás alkalmazásával kiküszöbölhető egyes telepített eszközök hiányossága, például ilyen módszerrel felderíthetők a kerámia vagy műanyag alapú

---

<sup>365</sup> KENDER – MIKÓ 1983: 145.

<sup>366</sup> Hadtudományi Lexikon 2019: 23.

szűrő-, vágó- vagy lőfegyverek, amelyeket egy hagyományos átvizsgáló kapu nem jelez. Az amerikai Közlekedésbiztonsági Hivatal<sup>367</sup> adatai szerint, a kereskedelmi repülőtereken ilyen módszerrel évente átlagosan 20 lőfegyvert derítenek fel helyszínenként.<sup>368</sup>

A motozást nagyon szigorú szabályok között kell végrehajtani és kiemelt figyelmet kell fordítani az átvizsgálendő személy életkorára, nemére vagy vallási hovatartozására is. Éppen ezért napjainkban a motozás társadalmi elfogadhatóságát nagyon sok vita kíséri és e miatt a kereskedelmi repülőtereken egyre gyakrabban alkalmaznak a teljes testet átvizsgáló készülékeket a kézi átvizsgálás helyett.<sup>369</sup> Azonban a katonai műveleti területeken, ahol egy ellenőrző pontos a felderítési lehetőségek lényegesen korlátozottabban állnak rendelkezésre, a kézi átvizsgálás továbbra is eredményesen alkalmazható, természetesen az előzőekben ismertetett szabályok betartása mellett. Az ilyen környezetben végrehajtott átvizsgálás is a legtöbb esetben szűrő- és lőfegyverek, illetve robbanóanyagok és robbanószerkezetek részegységeinek felderítésére alkalmazható. Ugyanis a felső ruházat alá rejtett és már összeszerelt IED felderítése esetén feltételezhető, hogy az eszközt viselő merénylő a szerkezet észlelése esetén öngyilkos módon működésbe hozza azt és ez által súlyos veszteségeket okoz a biztonsági személyzetnek.

Napjainkban, a technikai eszközökkel támogatott feladatvégrehajtás mellett, egyes esetekben előszeretettel alkalmazzák a kézzel történő felderítést, annak előnyös tulajdonságai miatt:

- Pontos és megbízható felderítést tesz lehetővé.
- Az eljárások nem igényelnek összetett felszereléseket, ennek megfelelően a végrehajtói állomány felkészítése a feladatra lényegesen egyszerűbb.
- A kézzel történő felderítés módszerek alkalmazása olcsó és költséghatékony.
- Az egészen szélsőséges esetektől eltekintve, az alkalmazás lehetséges különböző talaj típusoknál, különböző évszakokban és időjárási körülmények között is.

Természetesen az eljárások előnyös tulajdonságai mellett meg kell ismerni az alkalmazás hátrányait is:

- A kézzel történő robbanószerkezet felderítés lassú és időigényes.

---

<sup>367</sup> Közlekedésbiztonsági Hivatal, angolul *Transport Security Administration*, angol rövidítése *TSA*.

<sup>368</sup> Man arrested by police after TSA prevents him from carrying handgun and several gun magazines onto flight, <https://www.tsa.gov/news/press/releases/2022/01/24/man-arrested-police-after-tsa-prevents-him-carrying-handgun-and> (Letöltés: 2022.01.31.)

<sup>369</sup> Pat Down or Full Body Scan? Security Gets More Personal at Airports, <https://abcnews.go.com/WN/tsa-pat-procedure-airports/story?id=11998304> (Letöltés: 2022.01.31.)



- Az egyéni védőfelszerelések ellenére, a tevékenység a végrehajtó állomány számára fokozottan veszélyes.
- A dobókörte korlátozottan alkalmazható növényzettel erősen benőtt területeken, hiszen kialakítása miatt beakad a növények részeibe ezzel megakadályozva az eszköz rendeltetésszerű használatát.
- Békeidőszakban az IED felderítésére irányuló egyes átvizsgálási módszerek (motozás), a szabályok fokozott betartása mellett is társadalmi ellenérzést váltanak ki.

### *Gépi aknafelderítő (aknamentesítő) eszközök*

Az aknamentesítéshez alkalmazott gépi eszközök a katonai átjárónyitás és a humanitárius aknamentesítés eszközei. Ezért talán jogosan fogalmazódik meg a kérdés, hogy miért is ismertetem ezen eszközöket ebben a fejezetben, hiszen azok alkalmazási célja nem közvetlenül a robbanószerkezetek felderítése, hanem az aknamentesítés, ami az elfogadott terminológia szerint „*az a tevékenység, amely során egy terepszakasról vagy területről az ott található összes aknát eltávolítják.*”<sup>370</sup>

Amennyiben az akna- és lőszerfelderítés és az aknamentesítés fogalmát összehasonlítjuk, akkor egyértelműen látszik az a határvonal, amely elválasztja a két területet. Hiszen ebben az esetben a felderítés nem más mint a mentesítő tevékenység előkészítő fázisa.<sup>371</sup> Azonban úgy gondolom, hogy a gépi aknamentesítő eszközök azért sorolhatók az általam felállított szempontrendszer szerint a mechanikai robbanószerkezet-felderítő eszközök csoportjába, mert a két említett fogalom közötti határvonal ezen eszközök alkalmazásának vonatkozásában nem határozható meg pontosan. Ugyanis alkalmazásuk közben a két szaktevékenység nem választható el egymástól, hiszen a feltételezett aknásított területen ezen eszközök működése közben mindkét szaktevékenység egyszerre valósul meg, azaz felderítik és egyben meg is semmisítik az ott található robbanószerkezeteket. Ezen kombinált módszereket leginkább olyan helyzetekben alkalmazzák ahol a rendelkezésre álló idő vagy a feladatvégrehajtás egyéb körülményei<sup>372</sup> nem teszik lehetővé a klasszikus aknafelderítő és mentesítő eszközök és módszerek alkalmazását. A gépek alkalmazásával a mentesítést végzők biztonságának növelése mellett, a végrehajtás ideje jelentősen csökkenthető, ezáltal a feladat költséghatékonyabban végrehajtható. A talajszint alá rejtett robbanószerkezetek felderítése és

<sup>370</sup> Hadtudományi Lexikon 2019: 23.

<sup>371</sup> SZATAI Zsolt József (2021): Gépel vagy kézzel? A mechanikai (gépi) aknamentesítő eszközök alkalmazásának jelene és jövője, Katonai Logisztika, 29. évfolyam, 1-2. szám, Budapest, 203-231.

<sup>372</sup> Ilyen lehet a harchelyzet, a rendelkezésre álló erők, a terep és a növényzet, stb.

mentesítése nagyon lassú folyamat. Példaként említhető, hogy Horvátországban 1992 és 1999 között a szennyezett területek csupán 10%-át sikerült mentesíteni.<sup>373</sup>

Továbbá egyes esetekben nem pusztán aknamentesítés történik, hanem a terület teljes megtisztítása szükséges, ami nemzetközi értelmezésben nem csak kizárólag az aknák, hanem az összes veszélyes ERW eltávolítását is jelenti a meghatározott mélységig.<sup>374</sup> Ez kiemelten fontos, hiszen a területet későbbiekben használóknak teljesen biztosnak kell lenni abban, hogy a mentesített terület biztonságos.<sup>375</sup> Ezért a világ számos országában folynak kutatások a megfelelő, nagy hatékonyságú mentesítő eszközök és eljárások kidolgozása érdekében.<sup>376</sup> Az aknamentesítő gépek tömegük szerint lehetnek könnyű, közepes vagy nehéz gépek az alábbi határértékek szerint:

- a) Könnyű, ami könnyebb vagy egyenlő mint 5 tonna.
- b) Közepes, ami 5 tonnánál nehezebb de könnyebb vagy egyenlő 20 tonnával.
- c) Nehéz, ami 20 tonnánál nehezebb.<sup>377</sup>

Ezen eszközök működési elvüket tekintve, az alábbi fő kategóriákba sorolhatók:

- a) Ütőhatású aknamentesítő eszközök.
- b) Talajmarók (kultivátorok).
- c) Földmunkagépek (kotrók, buldózerek, homlokrakodók).
- d) Aknataposó hengerek.
- e) Aknakifordító ekék.

#### *Ütőhatású aknamentesítő eszközök*

Jelenleg a legelterjedtebb mechanikai aknamentesítő eszközök, az ütőhatású vagy más néven láncos-kalapácsos aknamentesítő rendszerek. A 20. század végén bekövetkezett gyors fejlődés eredményeképpen, napjainkban számos változatuk ismert. A gyártók kínálatában megtalálhatóak a hagyományos páncélozott katonai harcjármű alvázára épített eszközök, a

---

<sup>373</sup> PADÁNYI József (1999): Az aknamentesítés problémái Horvátországban, Műszaki Katonai Közlöny, IX. évfolyam, 2. szám, 36.

<sup>374</sup> International Mine Action Standards (IMAS) 09.10 (2020): Clearance Requirements, Second Edition, United Nations Mine Action Service (UNMAS), New York, 1.

<sup>375</sup> International Mine Action Standard (IMAS) 09.11. (2017): First Edition, Battle Area Clearance (BAC), United Nations Mine Action Service (UNMAS), New York, 1.

<sup>376</sup> LUKÁCS László (1999): Gondolatok az aknákról - nemzetközi egyezmények és szakmai konferenciák tükrében, Új Honvédségi Szemle, 127. évfolyam, 7. szám, 112.

<sup>377</sup> Test and Evaluation Protocol (2009): Machines, Version 1.0, United Nations Mine Action Service (UNMAS), New York, 9.

kisebb és könnyebb páncélvédelem nélküli eszközök, de egyre elterjedtebbek a távirányított modellek is. Megjelenésükben ugyan különböznek egymástól, de mindegyik ugyanazon elv szerint működik: az aknamentesítő eszköz munkaszerve egy forgó tengely vagy dob, amelynek felületén kialakított tartórudakhoz adott hosszúságú lánc kapcsolódik. A láncok végén különböző tömegű és formájú ütőfejek találhatók, amelyek működés közben nagy sebességgel forognak és a talajjal érintkezve arra heves ütést gyakorolnak, ezáltal működésbe hozva a talajszint alá elhelyezett aknákat.

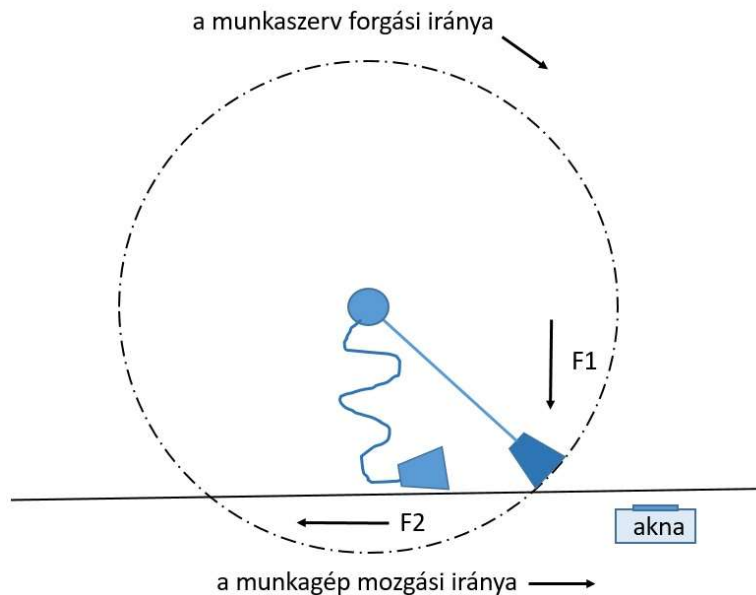


69. ábra: A szlovák gyártmányú Bozena-5 ütőhatású aknamentesítő eszköz

Forrás: <http://www.army.cz/scripts/detail.php?id=15528&tmplid=538> (Letöltés: 2019. 03.28.)

Működése közben különböző erőhatások érik a munkaszervet és ezek függvényében változik annak hatékonysága. A láncok a tengely nagy sebességű forgatása által létrejött centrifugális erő miatt kiegyenesednek és a lánc végére rögzített kalapácsok tengely körüli forgást végeznek. Amikor a munkaszerv a talajjal érintkezik, a talaj megszakítja a lánc végének pályáját és az azon lévő fejek - az F1 ütőerő hatására - a talajba ütköznek, és arra hatást gyakorolnak. A talajra gyakorolt hatás függ a talaj jellemzőitől - hiszen az ellenállást nyújt a láncos kalapács útjával szemben - és a lánc végére rögzített kalapács formájától illetve annak tömegétől is.

Amikor a munkaszerv a talajba hatol, megváltozik annak jellemző mozgása, hiszen a korábbi F1 ütőerő hatására a talajba mélyedt kalapács elveszíti ütőhatását és - az F2 erő hatására - vízszintes húzó mozgást végez. Ennek következtében az ütőhatás csökken és a kialakult hullámzó mozgás a talajban rezgéseket keltett. Sok esetben ezek a rezgések által okozott szeizmikus hullámok okozzák az akna robbanását vagy széttörését.<sup>378</sup>



70. ábra: A munkaszerv működése közben fellépő erőhatások

Forrás: a szerző szerkesztése a *Study of Mechanical Application in Demining 2004: 14.* alapján.

Tervezéskor a munkaszerv paramétereit úgy határozzák meg, hogy ezen erőhatásokat optimálisan használják ki. A láncok távolsága és egymáshoz viszonyított helyzete biztosítja az eszköz jó hatékonyságát a munkaszerv teljes szélességében. A forgó tengely és a lánc közötti távolságot biztosító tartórúd, lehetővé teszi, az akna robbanásakor keletkező energiák eloszlását, ezáltal megvédve az alapgép törzsét és a munkaszerv fő részeit a robbanás káros hatásaitól. Természetesen, amennyiben a forgó egységre rögzített lánc és kalapácsfej elhasználódik, azok cserélhetők.

Alkalmazása olyan helyeken előnyös, ahol szükség van a gyors megtisztításra és más módszerekkel ez rendkívül hosszadalmas lenne. Például olyan területen, amely lágyszárú növényekkel erősen benőtt, így a kézi aknafelderítési módszerek nem alkalmazhatóak kellő hatékonysággal, illetve biztonsággal.

<sup>378</sup> A Study of Mechanical Application in Demining, Geneva International Centre for Humanitarian Demining (GICHD), Geneva, 17.

Az 1980-as évek vége óta vezetett aknamentesítő gép teljesítménynyilvántartása alapján az ütőhatású aknamentesítő gépek ott teljesítenek a legjobban, ahol a talaj száraz, porózus, azaz nincs telítve vízzel , illetve ahol a terep nem túl meredek. Gyakorlati tapasztalatok igazolják, hogy a nagy szintkülönbségek jelentik az egyik legjelentősebb korlátozó tényezőt az ilyen eszközök működtetésének.<sup>379</sup>

#### *Talajmarók (kultivátorok)*

A talajmarók (kultivátorok) napjainkban második leggyakrabban alkalmazott aknamentesítő gépek. A legtöbb ilyen eszköz nehéz erdészeti- vagy bányaművelésre fejlesztett gép alvázára épül, de alkalmaznak katonai nehéz lánctalpas eszközöket is. Az aknamentesítéshez alkalmazott talajmarók többségében nagyméretű és nagy tömegű eszközök. Az alapgép és a munkaszerv együttes tömege kialakítástól függően 15-50 tonna közötti. A talajmarók munkaszerve egy nehéz acélötvözetű forgódob, amelyen fogak találhatóak. Működés közben a forgódob a talajba süllyed és forgás közben „megőröli” a talajt és minden tárgyat, amit az adott mélységben található. Ennek hatására a gyalogság elleni aknák és kisebb méretű egyéb robbanószerkezetek megsemmisülnek, azaz felrobbannak vagy darabokra törnek.



71. ábra: Távirányított kultivátor alkalmazása Szenegálban

Forrás: <https://www.thenewhumanitarian.org/news/2013/04/24/demining-speeds-senegal-s-casamance-region> (Letöltés: 2021. 03.07.)

<sup>379</sup> Study of Mechanical Application in Demining 2004: 9.

A gyártók által javasolt üzemeltetési mélység maximum 40 cm, ez biztosítja a talajszinten lévő és a talajszint alá telepített gyalogság elleni aknák megbízható megsemmisítését, és más oldalról ez a mentesítési mélység elégséges a mezőgazdasági művelésre tervezett területek megtisztításához is. Ezen területek mentesítése kiemelten fontos, hiszen a HALO Trust adatai szerint, 1995 és 2014 között az robbanószerkezetek által okozott sérülések 51 %-a mezőgazdasági művelés közben következett be.<sup>380</sup>

A kultivátor munkaszerve működési jellegéből adódóan különféle hatást gyakorolhat a robbanószerkezetre. Alapesetben az akna felrobban, de egyes esetekben csak fizikailag megrongálódik, illetve olyan eset is előfordulhat, hogy a munkaszerv kidobja az aknát, ez utóbbi nem gyakori. Olyan eszközöknél fordulhat elő, ahol a munkaszerv a gép haladási irányával ellentétesen forog. A haladási iránnyal azonos forgású munkaszervek esetén ez a jelenség nem gyakori. A gyakorlati tapasztalatok azt bizonyítják, hogy az ütőhatású aknamentesítővel ellentétben a kultivátorok működése közben a kidobott aknák nem kerülnek a mentesítendő területen kívülre, hanem minden esetben a gép elé dobódnak ki, így azok a mentesítés közben ismételt kapcsolatba kerülnek a munkaszervvel és megsemmisülnek. Az aknák kidobódásának valószínűsége csökkenthető a dob forgási sebességének mérséklésével, azonban ez a mentesítési teljesítmény csökkenését eredményezni, hiszen a gép előmeneti sebessége függ a munkaszerv forgási sebességétől. Ezért a kivetődés csökkentése és a mentesítési teljesítmény megtartása érdekében egyaránt fontos az optimális haladási sebesség megválasztása.

A talajmarók alkalmazását a talaj és a terep dőlésszöge mellett, számos egyéb tényező is befolyásolja. Az egyik ilyen tényező a munkaszerv tajba történő behatolásának mélysége, hiszen ez a paraméter szorosan összefügg a mentesítés hatékonyságával. Gyakorlati tapasztalatok alapján, 20 centiméternél mélyebben a gépek teljesítménye romlik.

#### *Földmunkagépek (kotrók, buldózerek, homlokrakodók)*

Az gépi aknamentesítési eljárások közül, a földmunkagépek alkalmazása talán a leginkább bevált módszer. A humanitárius aknamentesítéssel foglalkozó nagy szervezetek, az 1990-es évek eleje óta sikeresen alkalmazták az eljárást Afganisztánban, Kambodzsában, Eritreában, Georgiában (Abházia), az Oroszországi Föderáció (Csecsenföld) és Koszovó területén, de számos más országban is. Az aknamentesítés ezen fajtáját különféle gépekkel hajtják végre,

---

<sup>380</sup> The humanitarian and developmental impact of anti-vehicle mines, Geneva International Centre for Humanitarian Demining (GICHD), Geneva, 2014, 34.

melyek alapját általában a kereskedelmi forgalomban is kapható exkavátorok, homlokrakodók, buldózerek vagy kotrógépek biztosítják. A gépeket az aknaszennyezett területeken történő munkavégzésre vannak adaptálva. Ez azt jelenti, hogy néhány haszongépjárművet a speciális feladatvégrehajtásnak megfelelő tartozékokkal látnak el, ami a legtöbb esetben egy védőlemez vagy kiegészítő páncélzat felhelyezését és az üvegek megerősítését jelenti, ami biztosítja a megfelelő védelmet a kezelőszemélyzet számára az esetleges aknarobbanás esetén.<sup>381</sup> Ez különösen fontos olyan területeken, ahol harckocsi elleni aknák vagy nagyobb méretű ERW-k fordulhatnak elő.



72. ábra: Megerősített kezelőfülkével rendelkező kotrógép alkalmazása Irakban

Forrás: [https://fsd.ch/en/armoured-machines-accelerate-demining-in-iraq/?utm\\_source=rss&utm\\_medium=rss&utm\\_campaign=armoured-machines-accelerate-demining-in-iraq](https://fsd.ch/en/armoured-machines-accelerate-demining-in-iraq/?utm_source=rss&utm_medium=rss&utm_campaign=armoured-machines-accelerate-demining-in-iraq) (Letöltés: 2021. 03.08.)

A módszer lényege, hogy elsőként a rendelkezésre álló információk alapján, meghatározzák az aknásított terület kiterjedését, pontos paramétereit. Ez történhet a rendelkezésre álló aknamezőtörzskönyvek/térképek vagy előzetes kézi, alatokkal támogatott vagy más mechanikai módszerrel végzett felderítés alapján. Második lépésben a meghatározott területen megkezdik a talaj felső rétegének eltávolítását olyan mélységig ameddig az előzetes felderítési adatok alapján valószínűsíthető aknák jelenléte. Ezt a folyamatot kizárólag gépekkel végzik. Ezt követően a felmárt talajt elszállítják egy átvizsgáló területre, ahol a talajt és a robbanószerkezeteket egymástól szétválasztják. A szétválasztási folyamat függ a rendelkezésre

<sup>381</sup> A Study of Mechanical Application in Demining 2004: 33.

álló eszközöktől. Ennek megfelelően történhet tűzszerész szakállomány által kézi erővel, vagy a talajt a szilárd részekről elválasztó gép alkalmazásával. Kézi szétválogatás esetén a kitermelt földet egy egyenes, sima, kemény felületen szétterítik és kézi detektorok illetve átrostálás segítségével kiválogatják a robbanószerkezeteket. Gépi szétválogatás esetén ezt a folyamatot egy olyan speciálisan kialakított eszközzel végzik, amelyet az ipari kőfejtésben is használnak. Az aknaszennyezett talajt a gép kőzúzóján keresztül adagolják és a rostáló mechanizmus révén szétválogatja a talajt az aknáktól. A szerkezetben található zúzókamra elég robusztus ahhoz, hogy a ellenálljon a gyalogság elleni aknák robbanásakor keletkező káros hatásoknak, így a folyamat közben sem az eszköz sem az azt kezelő személyzet nem sérül.

Egyes területeken olyan eszközöket is alkalmaznak, amelyek a szétválogatást menet közben elvégzik. A folyamat eredményeképpen aknáktól megtisztított, laza talaj keletkezik, melyet a feldolgozás helyéről az eredeti helyére visszaszállítanak, és ott elterítik. A kiválogatott robbanószerkezeteket vagy azok maradványait a későbbiekben a tűzszerészek megsemmisítik.

#### *Aknataposó hengerek*

Az aknataposó hengerek elsősorban a katonai műveletek támogató eszközei. A páncélozott harcjárművek saját önvédelmi felszerelése, amelynek alaprendeltetése az ellenség által telepített aknamezők felderítése az abban található aknák megsemmisítése, de esetenként alkalmazzák a humanitárius aknamentesítés során is. A harckocsikra szerelt aknataposók jól igazodnak a terep egyenetlenségeihez<sup>382</sup>, így a telepített aknákat még biztonságosabban derítik fel és semmisítik meg. Ezt úgy érik el, hogy a nagy tömegű, fémből készült hengerek mindegyike egy központi tengelyen fordul el. Ahogyan az azokat a mozgató jármű halad előre, a hengerek felülete a kialakításának köszönhetően illeszkedik a talajra és tömegéből adódóan nyomást gyakorol az ott lévő aknákra.

---

<sup>382</sup> KENDER -MIKÓ 1983: 147.





73. ábra: Aknataposó hengerrel felszerelt Leopard 2A4 harckocsi Finnországi gyakorlaton

Forrás: [https://www.reddit.com/r/MilitaryPorn/comments/4ia0o7/a\\_leopard\\_2a4\\_clearing\\_the\\_way\\_with\\_mine\\_rollers/](https://www.reddit.com/r/MilitaryPorn/comments/4ia0o7/a_leopard_2a4_clearing_the_way_with_mine_rollers/) (Letöltés: 2021. 03.01.)

Ezzel a módszerrel az aknataposó hengerek a felszín alatt vagy a felszínen lévő, nyomásra működő aknák mentesítését hajtják végre úgy, hogy működésbe hozzák azok gyújtószerkezetét. Ezért a hengerek nem alkalmasak teljes körű aknamentesítésre, mivel csak a működő aknákat pusztíthatják el, és a bármilyen okból működésképtelen aknák a területen maradnak. A katonai alkalmazás mellett, a humanitárius aknamentesítés során is egyre gyakrabban használnak aknataposó hengereket. Azokat általában robusztusabb járművekre, munkagépekre szerelik és alapvetően területcsökkentő szerepben alkalmazzák. Ez azt jelenti, hogy a görgők segítségével átjárót, biztonságos útvonalat létesítenek a mentesítendő aknamezőhöz, illetve lecsökkentik a tényleges mentesítendő területet és behatárolják annak széleit. Ezáltal felgyorsítják azt a folyamatot, amellyel a kézi vagy állatokkal támogatott mentesítő csapatok eljutnak a ténylegesen mentesítendő területre.

A területcsökkentés mellett a hengerek alkalmazhatóak az utólagos ellenőrzés során, az éles aknák hiányának szemléltetésével, erősíthető a helyi lakosság bizalma a mentesítők iránt. A legjobb eredmény elérése érdekében az aknamentesítő szervezetek különböző módszereket dolgoztak ki az aknataposó hengerek hatékonyságának növelésére. Az egyik ilyen módszer, hogy a mentesítendő területet több irányból is ismételten „meghengerelik”, így kiküszöbölve az egyszeri alkalmazás hiányosságait. A másik módszer, hogy az aknataposó hengereket a

nagyobb hatások érdekében kombinálják aknakifordító ekékkel vagy más rendszerekkel. Például Bosznia-Hercegovinában és Horvátországban az aknataposó hengerek és az ütőhatású aknamentesítő rendszerek egészen egyedi kombinációjával nagyon jó hatékonyságot értek el az aknamentesítés során.<sup>383</sup>

Az egyik legjobb megoldás, a teljes szélességében ható hengerek alkalmazása az aknamentesítés során. Az ilyen eszközök szorosan egymás mellé helyezett, egyenként is nagy nyomásra képes görgők összeségéből épülnek fel, így biztosítva a hatékonyságot a jármű teljes szélességében. Az ilyen eszközök alkalmazása a humanitárius aknamentesítés során egyre elterjedtebb, mivel nagyon sokkal jobban igazodik a terep egyenetlenségeihez, mint a hagyományos hengerek.



74. ábra: M-ATV járműre szerelt aknataposó henger útfelderítés közben

Forrás: <https://www.asdnews.com/news/defense/2016/05/02/oshkosh-features-terramax-ugv-technology-route-clearance-reconnaissance-convoy-operations> (Letöltés: 2021. 03.01.)

A műveleti területeken növekvő számban megjelenő IED hatására, az ellenük való védekezés is új irányt vett. Ennek a folyamatnak a részeként, a fejlesztők a korábbiakhoz képest kisebb, könnyebb aknataposó hengereket alakítottak ki, amelyeket általában a személyi

---

<sup>383</sup> JUNEJA, Ashish (2016): Flail technology in demining, The Journal of Conventional Weapons Destruction, 20.2, Harrisonburg, 55.

állomány védettségét megfelelő szinten biztosító gumikerekes járművekre<sup>384</sup> rögzítettek. Az átalakítás eredményeképpen ezen eszközök hatékonyan alkalmazhatóak az út felderítő- és mentesítő csoportokban<sup>385</sup> az út alá rejtett aknák vagy nyomólappal működtetett IED-k felderítésére és megsemmisítésére, önállóan vagy kutyás egységekkel kiegészítve.<sup>386</sup>

A rögtönzött aknák<sup>387</sup> alkalmazására egyre nagyobb számban kerül sor. 2019-ben a legnagyobb számú<sup>388</sup> IED sérülést jelentették<sup>389</sup>, és ez egyre nagyobb kihívás elé állítja mentesítésben érintett szervezeteket. A katonai kötelékek mozgásszabadságának biztosítása érdekében, létrehozták az útfelderítő- és mentesítő csoportokat, melyek alapvető feladata a meghatározott útvonalat fenyegető robbanószerkezetek, robbanásveszélyes és nem robbanásveszélyes akadályok, valamint torlaszok észlelése, felderítése, azonosítása, és megjelölése illetve a robbanószerkezetek semlegesítése vagy megsemmisítése, ezáltal csökkentve a katonai műveletek kockázatát.<sup>390</sup> Számos kézikönyv, szabályzat<sup>391</sup> tartalmazza az útfelderítő- és mentesítő képesség alkalmazott módszereit, de ez valójában egy képességcsomag, melynek gyakorlati alkalmazhatóságát az abban lévő egységek képessége határozza meg. Ennek oka az, hogy az útfelderítő- és mentesítő képesség harcászati szinten jelenik meg, és a csoport összetétele nemzeti szinten eltérő lehet, tekintettel az alkalmazott technikai eszközök mennyiségére és képességére. Ezen kívül nemzetenként eltérő lehet a személyi állomány egyéni és kollektív kiképzése, a technikai eszközökre vonatkozó eljárásrend, ami jelentősen befolyásolja a képesség alkalmazását nemzetközi környezetben. A nemzetenként eltérő összetételből adódóan alapvetően kétféle alkalmazási eljárás különböztethető meg. Az egyik az, amikor a csoport kevésbé felszerelt, többségében kézi aknakutató eszközökkel és/vagy robbanóanyag-kereső kutyákkal van ellátva. Ez az alkalmazási mód nem tesz lehetővé dinamikus végrehajtást, hiszen a robbanószerkezetek felderítésének sebessége alacsonyabb, mint a másik esetben.

---

<sup>384</sup> Napjainkban a műveleti területeken nagy számban találhatóak meg a *Mine Resistant Ambush Protected (MRAP)* járművek, amelyek kialakításuknak köszönhetően, megfelelő védelmet biztosítanak a benne ülő kezelőszemélyzet részére, az esetleges aknarobbanások ellen is.

<sup>385</sup> A katonai terminológiában alkalmazott kifejezés, az angol *Route Clearance Team* kifejezés magyar megfelelője.

<sup>386</sup> HORVÁTH Tibor (2019): Emergency cases at countering improvised explosive devices, and their potential management. *Revista Academiei Fortelor Terestre / Land Forces Academy Review*, XXIV., No 2. 96.

<sup>387</sup> Az ENSZ által elfogadott terminológia szerint, rögtönzött aknának tekinthető minden áldozat által működtetett IED, angolul *Victim Operated IED*, angol rövidítése *VOIED*. A továbbiakban *VOIED*.

<sup>388</sup> Például Kolumbiában 10 532 fő, Afganisztánban 9 272 fő.

<sup>389</sup> *Landmine Monitor Report 2020*: 63.

<sup>390</sup> ATP-3.12.1.3 (2016): *Allied Tactical Doctrine for Route Clearance*, Edition A, Version 1, NATO Standardization Office (NSO), 1-1

<sup>391</sup> A részletes előtalálási helyük az irodalomjegyzékben található.

A másik alkalmazási mód, amikor a csoport technikailag jobban felszerelt. Az ilyen csoportba tartozhatnak olyan speciális felszerelések, mint a páncélozott aknakutató gépkocsi, aknataposó hengerek, talajradarokkal kombinált kamerarendszerek, pilóta nélküli légi járművek, illetve buldózerek és földgyaluk.



75. ábra: Husky páncélozott aknakutató gépjármű

Forrás: <https://www.military.com/equipment/husky-vehicle-mounted-mine-detection-system>,

(Letöltés: 2020. 04.11.)

Ebben az esetben az útvonal akadálymentesítése nagyon alapos és magában foglalja a teljes út akadálymentesítését is.<sup>392</sup> Mindkét módszernek megvannak az előnyei és hátrányai, amelyeket figyelembe kell venni a tervezési folyamat során.

#### *Aknakifordító ekék*

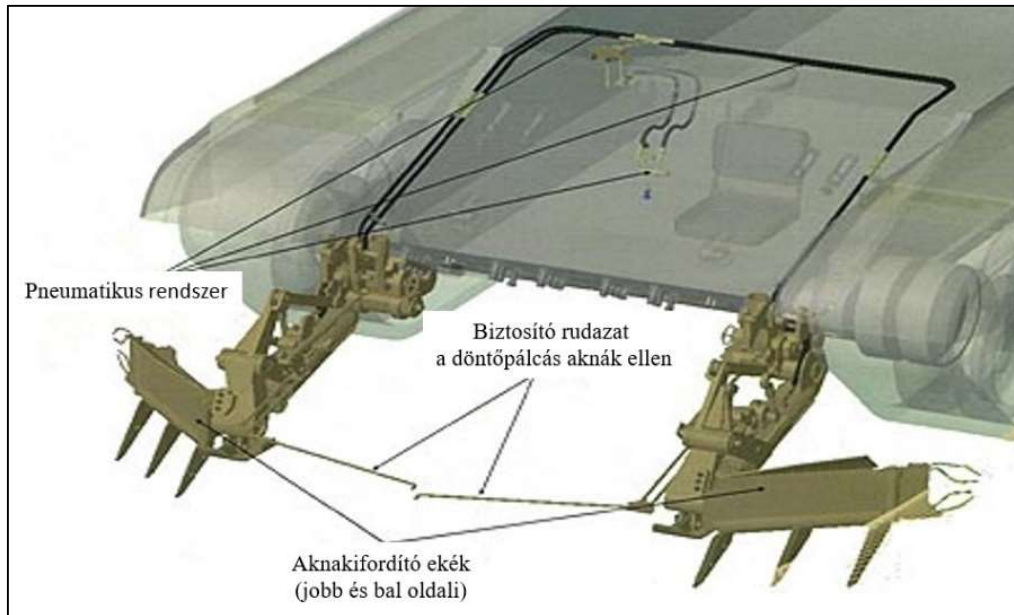
Az aknakifordító ekék alkalmazása a humanitárius aknamentesítés során nem jellemző, azok a klasszikus katonai alkalmazás eszközei. A párhuzamos késekkel felszerelt eszközt páncélozott harcjárművek elejére szerelik fel, közvetlenül a futóművekkel egyvonalban.<sup>393</sup> A hagyományos ekék hiányosságainak kiküszöbölése érdekében kifejlesztették a teljes szélességben ható ekéket, amelyek már nem csak a nyomsávban, hanem a jármű teljes szélességében eltávolítják

---

<sup>392</sup> SZABÓ Sándor et al (2014): Az utak, területek akadálymentesítése I., Műszaki Katonai Közlöny, 24. évfolyam, 3. szám, Budapest, 20.

<sup>393</sup> LUKÁCS 1998: 5.

az aknákat. Az egyenletes működési mélységet a munkaszerv előtt elhelyezett támasztószánokkal biztosítják.<sup>394</sup>



76. ábra: A KMT-8 szovjet aknakifordító eke elvi felépítése

Forrás: a szerző szerkesztése a <http://saper.isnet.ru/technica/kmt-8.html> alapján (Letöltés: 2021. 02.27.)

Ahogy arra elnevezésük is utal, az ekék közvetlenül a lánctalp nyomvonalában lévő aknákat kifordítják az aknaágyból így azok kikerülnek a jármű nyomvonalából és láthatóvá válnak. Azonban nem semmisítik meg azokat, kivételt képez, ha az akna felszedés ellen biztosítva van, mert ebben az esetben az aknaágyból történő kifordítás a robbanószerkezet működését idézi elő.<sup>395</sup>

Mindezek ismeretében a gépi aknamentesítő eszközöknek számos előnye fogalmazható meg:

- Egyes gépi mentesítő eszközöknél a munkaszerv a mentesítő jármű teljes szélességében működik és egyaránt biztosítja a talajfelszín alatt, illetve a talajfelszínen elhelyezett aknák megsemmisítését is, továbbá hatékonyan megsemmisíti vagy működésképtelenné teszi a különböző működési elvű (nyomásra működő, húzásra működő, közelségi) gyújtószerkezettel szerelt aknákat is.
- Egyes munkaszervek esetében a mentesítés lehetséges különböző talajtípusok esetén is.

<sup>394</sup> Track Width Mine Plough (TWMP), <https://www.army-technology.com/products/track-width-mine-plough/> (Letöltés:2021. 04. 22.)

<sup>395</sup> SZATAI 2019a: 60.

- A robbanás hatásaitól károsodott munkaszerv egyes elemei gyorsan és viszonylag olcsón cserélhetők.
- A gépek többsége alkalmas aljnövényzettel erősen benőtt területeken, bozótosokban és cserjésekben is az aknamentesítésre.
- Mentés közben a kezelőfülke kialakítása szavatolja a kezelők biztonságát, továbbá kisebb méretű eszközök a kialakításuk függvényében távvezérléssel is működtethetők.
- Az ütőhatású mentesítő eszközök kivételével, az aknák megsemmisítési valószínűsége magas, míg azok kidobódásának valószínűsége alacsony szintű.
- A földmunkagépek alkalmazása esetén nem sérül a talaj felső termőrétege, ennek megfelelően a visszaterítés után rekultiváció nélkül megkezdhető a földterület mezőgazdasági célú hasznosítása, továbbá az alkalmazott eljárásnak köszönhetően a mentés után a földterület mentes a robbanószerkezet maradványoktól.
- A földmunkagépekkel történő mentesítési eljárás jól alkalmazható városi környezetben is és az alkalmazott eszközök nem igényelnek különleges tervezést, hiszen azok a kereskedelmi forgalomban könnyen beszerezhetők, így az esetleges átalakításuk ellenére, más mentesítő eszközök beszerzési árához képest jelentős költség takarítható meg.
- A taposóhengerek egyaránt alkalmasak a nyomásra működő gyalogság elleni és harckocsi elleni aknákkal szennyezett területek mentesítésére.
- Az aknakifordító ekék alkalmasak minden típusú akna nyomásából történő eltávolítására, továbbá a többi gépi aknamentesítő eszközhöz képest viszonylag kis tömegű és olcsó eszközök, illetve különböző méretben elérhetőek és kialakításuk igazodik a páncélozott hordozó eszköz paramétereire.

A mechanikai aknamentesítő eszközök előnyös tulajdonságai mellett, számos körülmény hátrányosan befolyásolja vagy nehezíti ezen gépek alkalmazhatóságát:

- Sziklás talaj esetén az eszközök egy része nem alkalmazható;
- Az ütőhatású mentesítő eszközök alkalmazásakor sérül a talaj felső termőrétege így annak esetleges mezőgazdasági újra hasznosítása csak utólagos talajrekultiváció után lehetséges.
- Az ütőhatású eszközök alkalmazása közben előfordulhat, hogy a mentés közben elműködött aknák robbanásának hatására vagy éppen az ütőhatású rendszer működésének hatására robbanószerkezetek repülnek ki a mentesített sávhatáron kívülre, így az alkalmazás közben fokozottan kell ellenőrizni a mentés környezetét is.

Továbbá a működés jellegéből adódóan előfordulhat, hogy egy akna a mentesítés közben nem semmisül meg, hanem csak fizikailag károsodik, de még mindig működőképes és ez által veszélyesebb, mint az eredetileg volt.

- Ütőhatású eszközök esetében ugyancsak előfordulhat, hogy a megsemmisített eszközök darabjai gyakran nagyobb sugárban szóródnak ki mint a mentesített terület. A kiszóródás mértéke függ a talaj típusától és a mentesítés mélységétől. Minél nagyobb a mélység annál kevésbé szóródnak ki az anyagmaradványok, viszont nagyobb mélység esetén az aknák megsemmisülési valószínűsége is csökken. Továbbá, a gépi és kézi aknamentesítő eljárás együttes alkalmazása esetén, a fém testű aknákból kiszóródott fémszilánkok és repeszek szintén megnehezíthetik a gépalkalmazás utáni kézi utóellenőrzést, így a kombinált tevékenység jóval időigényesebb lehet, mint ha csak kézzel mentesítették volna. Ugyan ez igaz, aknakereső- kutyák utóellenőrzése esetén, hiszen az aknarobbanásokból származó robbanóanyag molekulák és maradványok, befolyásolhatják a kutyák eredményes munkáját és annak időtartamát.
- Egyes eszközök esetében, az alapgép és a munkaszerv nagy mérete és nagy tömege miatt, azok szállítását befolyásolja az alkalmazási terület infrastruktúrája, továbbá, az ilyen nagy tömegű eszközök működtetése nagy teljesítményű erőforrást igényel, ezáltal az üzemeltetési költségük magasabb.
- Egyes eszközök főleg a gyalogság elleni aknamezők mentesítésre, alkalmazhatók kellő biztonsággal, ezért a harckocsi elleni aknákkal és nagyobb méretű egyéb robbanószerkezetekkel szennyezett területen történő munkavégzés, a mentesítés jellegéből adódóan fokozottan veszélyes lehet.
- Földmunkagépek alkalmazásakor, a mentesítendő terület és az átvizsgáló hely közötti távolság miatt, a talaj oda- és visszaszállítása időigényes, illetve a szállítás útvonalán fokozott figyelemmel kell eljárni, a szállított talaj esetleges kiömlése miatt.
- Az aknataposó hengerek és ekék (a teljes szélességében ható hengerek és ekék, illetve tolólapok kivételével) kizárólag a hordozó eszköz illetve a közvetlenül mögötte ugyanazon nyomvonalon haladó járművek számára létesít nyomsávot, így a nyomsávok közötti hézag további mentesítése szükséges. Továbbá nem hatásos a nyomsávok között telepített érintkezés nélküli gyújtószerkezettel szerelt aknák ellen, így a hordozójármű és annak kezelőszemélyzete veszélynek van kitéve, illetve nem semmisíti meg azokat az aknákat, amelyek bármely okból nem működnek rendeltetésszerűen, így azok továbbra is a területen maradnak.

- A hengerek csak meghatározott mennyiségig alkalmazhatóak harckocsi elleni aknák mentesítésére, ugyanis az aknák robbanásának hatására, a görgők sérülnek, így azokat cserélni kell.
- A felszerelt aknatasosó henger és eke némileg mozgásában korlátozza a harcjárművet, így annak manőverező képessége csökken.

Az elmúlt évtizedekben az aknamentesítésre használt gépek óriási fejlődésen mentek keresztül. A korábban alkalmazott nehéz, páncélozott katonai járműveket felváltották a kereskedelmi forgalomban is beszerezhető munkagépek vagy a kifejezetten erre a célra fejlesztett egyszerűbben és hatékonyabban alkalmazható eszközök. Az új eszközök megjelenésével a mentesítési folyamat is lényegesen költséghatékonyabb lett. Ugyan a mentesítő gépek beszerzési ára viszonylag magas, azonban hosszútávon a kezdeti költségek megtérülése érzékelhető, hiszen szemben a kézi vagy állatokkal támogatott mentesítéssel, a gépek alkalmazásával a végrehajtás ideje jelentősen lerövidül. Ugyanakkor, annak ellenére, hogy hatalmas potenciál van a gépek önálló alkalmazásában, az aknamentesítést végzők körében a kézi mentesítés még mindig elfogadottabb és a gépeket sok esetben csak a kézi módszerekkel kombinálva, azok kiegészítéseként alkalmazzák. Ennek oka valószínűleg a gépek ismeretének részletes hiánya, azok képességeinek félreértése és a mentesítés közbeni negatív tapasztalatok. Negatív tapasztalat például, hogy az ütőhatású aknamentesítő gépek működésük közben az aknákat kidobták a munkaterületen kívülre, vagy azokat megsemmisítés nélkül mélyebbre temetik, és így veszélyesebb helyzetet idéznek elő a későbbi kézi mentesítők számára. Ezeknek a kezdeti negatív tapasztalatok gyakran párosultak balesetekkel melyek halált vagy súlyos sérülést okoztak és ez a gépekkel szembeni magas szintű bizalomhiányhoz vezetett. Ezen hiányosságok a technológiai fejlődés miatt napjainkra minimálisra csökkentek és a gépek vonatkozásában megjelent nemzetközileg elfogadott tesztelési és akkreditációs rendszer<sup>396</sup> is garanciát jelent azok megbízhatóságára.<sup>397</sup>

Megbízhatóságuknak és működési sebességüknek köszönhetően a gépek önálló alkalmazása a legalkalmasabb eljárás az aknamentesítés gyors elvégzésére, hiszen alkalmazásukat a kézi és az állatokkal támogatott mentesítéssel alkalmazásával szemben, kevésbé befolyásolja az időjárás, a terep vagy az aljnövényzet. Ezért a kézi mentesítést célszerű lenne azon területekre korlátozni, ahol a domborzat kizárja a gépek alkalmazását. Az aknamentesítő gépek előnyeinek megértése, talán növelheti ezen eszközök alkalmazásába

<sup>396</sup> Az ENSZ által 2009-ben elfogadott minősítési rendszer, angolul *Test and Evaluation Protocol*.

<sup>397</sup> Aknamentesítés esetén az ENSZ által elfogadott hatékonysági érték 200 mm mélységig 99,6 %.



vetett bizalmat, hiszen a mechanikai (gépi) mentesítési eljárások nagyobb számú alkalmazása, felgyorsíthatja a világ aknaszennyezett területeinek fájdalmasan lassú mentesítési folyamatát.

Mindezek mellett, az aknaprobléma jövőbeli valódi megoldása az lehetne, ha katonai cselekmények befejezését követően nem maradna veszélyes robbanószerkezet a területen. Ennek érdekében megoldást jelenthet a nemzetközi közösség által az ottawai-egyezmény<sup>398</sup> betartása mellett szorgalmazott, az aknákba épített „önsemllegesítő” mechanizmus kialakítása. Ez azt jelenti, hogy *„a harcanyag automatikusan működésképtelen állapotba kerül valamely alkotórészében végbemenő megfordíthatatlan folyamat eredményeként, például elektromos tápegysége lemerül, amely nélkülözhetetlen jelentőségű a harcanyag működése szempontjából.”*<sup>399</sup>

### 3.2.3.3 Optikai úton történő felderítési módszerek

#### *Emberi szem, látható fény*

Az egyik leggyakrabban alkalmazott felderítési módszer a szemmel történő keresés, ami egyszerűen azt jelenti, hogy a kutatást végző személy vizuálisan felderíti az átvizsgálandó területet, objektumot vagy eszközt abból a célból, hogy robbanószerkezetek jelenlétére utaló jeleket keressen. Az értekezés 3.2.1.3. pontjában ismertetett C-IED feladatrendszer részeként számos esetben alkalmaznak vizuális felderítést. Ilyen lehet az ellenőrző-áteresztő pontokon, illetve a katonai bázisok bejáratánál elvégzett gépjármű átvizsgálás, ahol a beléptető szolgálat szabad szemmel, illetve kereső tükör segítségével vizsgálja át a gépjárművet. Az átvizsgálás közben minden olyan területet átkutatnak, amely alkalmas lehet a robbanószerkezet elhelyezésére. A beléptető szolgálat tagjait, erre a feladatra külön fel kell készíteni.

Szintén vizuális felderítés alkalmazható a katonai kutató feladatokra létrehozott csoportokban, ahol a csoport tagjainak összetételét, felszerelését és létszámát a feladat jellege határozza meg. Az ilyen esetben végrehajtott átvizsgálás részletes és annak érdekében, hogy egyetlen terület se maradjon ki, megfelelően rendszerbe foglalt. A kutatás horizontálisan és

---

<sup>398</sup> 1999. március 1-jén lépett hatályba - a köztudatban ottawai egyezmény néven ismertté vált - nemzetközi megállapodás a „Gyalogsági aknák alkalmazásának, felhalmozásának, gyártásának és átadásának betiltásáról, illetőleg megsemmisítéséről”. Magyarország részéről Göncz Árpád köztársasági elnök 1998. március 26-án írta alá a ratifikációs okmányt a parlamentben. In: LUKÁCS László (1999): A gyalogsági aknák betiltása - egy hosszú út fontosabb állomásai, Új Honvédségi Szemle, 127. évfolyam, 10. szám, 102.

<sup>399</sup> 1997. évi CXXXIII. törvény a „Mértéktelen sérülést okozó vagy megkülönböztetés nélkül hatónak tekinthető egyes hagyományos fegyverek alkalmazásának betiltásáról, illetőleg korlátozásáról” szóló egyezmény és a hozzá csatolt jegyzőkönyvek kihirdetéséről rendelkező 1984. évi 2. törvényerejű rendelet módosításáról és kiegészítéséről, (1997. XII. 10.), 2. cikk. 12.

vertikálisan is felosztott részek rendszerben történő átvizsgálását jelenti. De történhet az átvizsgálás négyzetes vagy spirális módszer alkalmazásával is.

A C-IED feladatok kapcsán minden katona által elsajátított 5/25 átvizsgálási módszer is az optikai úton történő felderítési módszerek közé sorolható, de részletes ezt a módszert értekezésemben nem ismertetem.

### *LIDAR*<sup>400</sup>

A LIDAR alkalmazása robbanószerkezetek felderítésére, lehetőséget teremt az eszköz nagyobb távolságból történő felderítésére. Az eszköz tulajdonképpen a lézer-spektroszkópia elvét alkalmazza. A lézer széleskörű alkalmazhatóságát biztosítja, hogy azok működhetnek optikai, infravörös és ultraibolya, sőt nagyobb vagy kisebb frekvenciatartományban is.

A LIDAR alapvetően a kipárolgó robbanóanyag molekulák azonosítására szolgál nagy távolságból is. A legtöbb létező robbanóanyag-felderítési módszer nem teszi lehetővé, hogy a robbanóanyagot vagy annak érintés nélküli észlelését hordozó felületen. Ugyanis a legtöbb esetben ehhez, kontaktmintavétel szükséges. Napjainkban a robbanásveszélyes gőzök és a lerakódott anyagmaradványok távolról történő kimutatásának optikai módszerei nagy kutatási érdeklődésre tartanak számot. Több tanulmány is vizsgálta egyes anyagok (RDX, TNT, PETN, HMX, HMTD, karbamid-nitrát) spektroszkópiai LIDAR rendszerrel történő felderítésének lehetőségét.<sup>401</sup> Az alacsony lézerteljesítménnyel végzett kísérletek egyértelműen kimutatták a robbanóanyagok észlelésének és azonosításának képességét 20 méteres távolságig.<sup>402</sup> Ezen a távolságon a TNT gőzök észlelési valószínűsége 97% volt.<sup>403</sup>

A módszer előnyeinek és hátrányainak meghatározása úgy vélem még kissé korai, azonban úgy gondolom a lehetséges katonai alkalmazására a későbbiekben sor kerülhet, minden olyan helyen ahol nincs lehetőség a kontaktusos vizsgálatra. Ennek megfelelően a rendszer alkalmazható a személy- és gépjármű beléptető pontokon, egy megfelelő légijárműre szerelve aknásított vagy robbanóanyaggal szennyezett területek levegőből történő felderítésére, és ott robbanóanyagok jelenlétének kimutatására.

---

<sup>400</sup> LIDAR, angolul *Light Detection and Ranging*, magyarul lézer alapú távérzékelés.

<sup>401</sup> БОБРОВНИКОВ, Сергей Михайлович et al (2016): Моделирование СКР-лидарного сигнала для локализованного источника загрязнения атмосферы, Физико-математические науки, Выпуск № 2 (44), Часть 2, 63-66.

<sup>402</sup> FOREST, Rosalie et. al.(2012): Use of a spectroscopic lidar for standoff explosives detection through Raman spectra, SPIE Defense, Security, and Sensing, Proceedings Volume 8358, Chemical, Biological, Radiological, Nuclear, and Explosives (CBRNE) Sensing XIII; 83580M.

<sup>403</sup> БОБРОВНИКОВ, Sergey Mihaylovich et. al (2016): LIDAR detection of explosives traces, Russian Physics Journal, Vol. 58, No. 9, 1217-1225.

A LIDAR alkalmazható önálló felderítési módszerként vagy más módszerekkel kombinálva, azok kiegészítésére vagy visszaellenőrzésére.

### 3.3 ÖSSZEGZÉS, RÉSZKÖVETKEZTETÉSEK

A fejezetben összegyűjtöttem a robbanóanyagok és robbanószerkezetek felderítésének alapelveit és az alkalmazható technikai eszközöket és módszereket. Az adatok tanulmányozása közben megállapítottam, hogy az eljárásokat többféleképpen lehet csoportosítani, ezért igyekeztem azokat a leg át fogóbb módon egységes rendszerbe foglalni és ezt követően az általam felállított szempontok alapján ismerttettem azokat.

Megvizsgáltam a különféle módszerek és eljárások alkalmazhatóságát a katonai műveletek során és elemeztem azok előnyeit és hátrányait. Megállapítottam, hogy a robbanószerkezetek felderítését több paraméter is meghatározza, amely egyben befolyásolhatja, vagy éppen gátolhatja is az egyes módszerek adott helyzetben történő alkalmazhatóságát.

Az egyik ilyen paraméter az adott eszköz érzékenysége. Ugyanis, ha az eszköz túl érzékeny és gyakran ad jelzést nagyon alacsony mennyiségű robbanóanyag maradvány estén, akkor az eszközbe vetett bizalom megszűnik, továbbá az ilyen eszközök teljességgel használhatatlanok a katonai műveletekben, hiszen a hadszíntéren és a katonai bázisokon rendszeresen tárolnak és kezelnek nagy mennyiségű robbanóanyagot, így az anyagmaradványok jelenléte folyamatos. Mindezek alapján úgy gondolom, hogy olyan robbanóanyag vagy robbanószerkezet felderítési technológiák, amelyeket az alkalmazó szervezetek személyi állománya nem fogad el teljesen és nem bízik azok hatékonyságában, nem alkalmazhatóak teljes biztonsággal.

További felderítést befolyásoló tényező lehet az adott környezeti paraméterek. A növényzet, a talajtényezők, a hőmérséklet, a csapadék és a szél ugyancsak befolyásolják az adott módszer vagy eszköz alkalmazhatóságát, de akár a légköri nyomás is befolyásolhatja az egyes eszközöket.

A következő ilyen tényező a társadalomhoz kapcsolódó paraméterek, vagyis a társadalomra jellemző tulajdonságok, a társadalom természete, amelyben az adott eszközt alkalmazni kell, ugyanis ez gyakran korlátozza az adott helyzetben alkalmazható technológiákat. Például egyes technológiákat jobban elfogadnak Izraelben, ahol gyakoriak a robbanószerkezetekkel elkövetett támadások és ezért a lakosság körében nagyobb tolerancia szint alakult ki és elfogadhatóbbnak tartanak egyes invazívabb felderítési technológiákat is,

mint például Budapesten. Vagyis más megközelítésben azon eszközök, amelyek túl széles körben alkalmazva sérthetik az alkotmányos vagy egyéb törvényes jogokat, vagy alkalmazásuk súlyos korlátozásokkal jár, illetve azok alkalmazásának egészségügyi- és/vagy környezeti károsító hatása mérhető, szintén nem alkalmazhatók sem a hagyományos-, sem a rögtönzött robbanószerkezetek felderítésére. Azonban ennek a területnek a részletes vizsgálata úgy vélem, túlmutat ezen értekezésen.

A fejezetben ismertetett eljárások és módszerek feldolgozását követően, úgy vélem, hogy a robbanószerkezetek felderítését nem önálló területként kell vizsgálni, hanem a robbanószerkezetek elleni védekezés komplett viszonyrendszerében kell azt megtenni. A robbanószerkezetek elleni védekezés kulcsfontosságú terület a katonai műveletek során, ugyanis a szakterülethez kapcsolódó tevékenységek hatékony alkalmazásával jelentősen növelhető a műveletekben résztvevő katonai kötelékek biztonsága. Megítélésem szerint a robbanószerkezetek elleni védekezés lehetőségei alapvetően két kategóriába sorolhatók, melyek lehetnek passzív- és aktív védekezési lehetőségek. A passzív védekezés kifejezés alatt olyan tevékenységek és magatartásformák összességét értem, amelyek alkalmazásával csökkenthetőek a robbanószerkezetek bekövetkezett elműködése utáni, azaz a robbanás 1. fejezetben ismertetett elsődleges-, másodlagos és harmadlagos káros hatásai. Ilyen passzív védelmi lehetőség a személyi- és a technikai eszközök egyéni vagy kollektív védelmét biztosító különböző szintű erődítési építmények vagy a személyi állomány és a technikai eszközök önvédelmét biztosító védőöltözetek és páncélzatok. Továbbá passzív védekezés lehetőségeihez sorolhatóak azok az eljárásrendek, amelyek alkalmazásával megelőzhető vagy csökkenthető a katonai kötelékek vesztesége. Ide sorolhatóak azon eljárásrendek, amelyeket ezen fejezet elején ismertettem: a magatartás aknaveszélyes területen, a rögtönzött robbanószerkezetek elleni tevékenységek és a biztonságot fokozó intézkedések.

Megítélésem szerint a robbanószerkezetek elleni aktív védelem legmeghatározóbb eleme, az ezen fejezetben ismertetett felderítési módszerek. Hiszen a megfelelő eszköz és módszer alkalmazásával, megelőzhető a robbanószerkezetek rendeltetészerű alkalmazása, vagyis azok robbanása. Ezáltal növelve a katonai műveletekben szolgálók biztonságát. Összességében kijelenthető, hogy a hagyományos- és rögtönzött robbanószerkezetek felderítése, mint az ellenük való védekezés lehetősége a műveleti környezetben, alapvetőnek tekinthető.

## 4 FEJEZET

# A MAGYAR HONVÉDSÉGBEN RENDSZERESÍTETT KISMÉLYSÉGŰ AKNAKUTATÓ MŰSZEREK ÉS ROBBANÓANYAG-KERESŐ KUTYÁK ÖSSZEHASONLÍTÓ ÉS HATÉKONYSÁGVIZSGÁLATA

„A kísérleti és az elméleti kutatás mindig egymásra van utalva.  
Egyik sem juthat előre a másik nélkül.”<sup>404</sup>

Max Planck

A fejezet címében meghatározott hatékonysági és összehasonlító vizsgálatok bemutatása előtt, ahogyan arra már az előző fejezetben is utaltam, ismertetem a robbanószerkezet felderítésének az állatokkal támogatott módszereit. A robbanóanyagok biológia felderítésének e fajtája, olyan állatok alkalmazását foglalja magában, amelyeket képességeik és tulajdonságaik alkalmassá tesznek az ez irányú szakfeladatok végrehajtására.<sup>405</sup> A szárazföldön végrehajtott műveletekhez kapcsolódóan leggyakrabban kutyákat, afrikai óriáspatkányokat és mézelő méheket alkalmaznak robbanóanyag felderítésre. A tengeri műveletekhez kapcsolódóan több évtizede eredményesen vesznek részt palackorrú delfinek és oroszlánfókák a hajózó utak aknafelderítésében. De értekezésemben ezen állatok alkalmazási lehetőségeit nem tárgyalom.

### 4.1 AZ ÁLLATOKKAL TÁMOGATOTT FELDERÍTÉSI MÓDSZEREK

#### *A kutyák alkalmazása*

David H. Petreus vezérezredes 2009. február 09-én Bagdadban elmondott beszédében kiemelte, hogy „*az a képesség, amit a szolgálati kutyák biztosítanak a fegyveres küzdelemben, nem helyettesíthető emberek vagy gépek által. Teljesítményük jelentősen meghaladja bármely rendszeresített eszközünk hatékonyságát, amit valaha is alkalmaztunk.*” A robbanóanyag-kereső kutyák esetében ez a különleges képesség kétségtelenül a jó szaglás, hiszen ez biztosítja az ilyen irányú alkalmazásukat.

---

<sup>404</sup> Max Planck, [https://www.citatum.hu/szerzo/Max\\_Planck](https://www.citatum.hu/szerzo/Max_Planck) (Letöltés időpontja: 2021. 04.12.)

<sup>405</sup> SZATAI Zsolt József (2019b): A robbanóanyag-kereső kutyák alkalmazási lehetőségei napjainkban, Műszaki Katonai Közlöny, 29. évfolyam, 1. szám, Budapest, 66.

A szaglás egyfajta kémiai érzékelés és az egyik legősibb érzékelési mód, amely egyben rendkívül összetett is.<sup>406</sup> Ennek bizonyítéka, hogy a szaglórendszer az agyfejlődés korai szakaszában alakul ki. Ezáltal az újszülött a szaglás, mint hangsúlyos érzékelési mód birtokában már szinte azonnal képes felismerni anyját. Idővel ez a képesség fokozatosan csökken és a többi érzékszerv veszi át a fő szerepeket és válik meghatározó érzékelési móddá. A törzsfejlődés és a környezeti hatások valamint az azokhoz való alkalmazkodás képessége határozta meg, hogy az egyes fajok milyen hatékonysággal képesek használni az érzékszerveiket. Vannak olyanok amelyeknek elegendő a jó látás és hallás a túléléshez és a szaglás fontossága háttérbe szorul. Az ember szaglása gyengébb, kevésbé fejlett az állatokéhoz képest,<sup>407</sup> hiszen az emberi evolúció során inkább a látás és a hallás fejlődött jelentős mértékben.<sup>408</sup> A szaglás vegyi érzékelésen alapul, tehát a belélegzett szaganyagoknak kémiai tulajdonságokkal kell rendelkezniük, ahhoz, hogy a szagérzet létrejöhessen.

A kutyák szaglóképessége összetett folyamat, mely nehezen fejezhető ki arányszámokkal. Azonban annyi bizonyos, hogy a szaglónyálkahártya mérete eltérő az embernél és kutyánál. Szemléltetve mindez azt jelenti, hogy egy német juhászkutya szaglόμεzeje kiterítve egy 1,5x1,5 méteres szőnyegnek felel meg, míg ez embernél ez a terület csak egy gyufásdoboz méretet tesz ki.<sup>409</sup> A szaglόμεző mérete azért is fontos mert ez hatással van a receptorsejtek számára. A receptorsejtek közvetítik az illatanyagokat, így azok mennyisége meghatározó a szaglás érzékenységének tekintetében. Például az embernél 6-10 millió receptorsejt található, a nyulak esetében ez az érték nagyjából 50 millió<sup>410</sup>, de egy németjuhász kutya esetében a receptorsejtek száma meghaladja a 220 milliót<sup>411</sup>, vagyis a németjuhász kutya orrüregében az emberhez viszonyítva több mint 20 szoros mennyiségű receptorsejt található. Mindazonáltal, a kutyák képesek a szaglásukat tovább érzékenyíteni és finomítani. Amikor egy kutya szimatol, nem csak egyirányú levegő áramlik az orrüregbe. Minden szippantás öt-hét apró inhalációt és kilégzést tartalmaz másodpercenként körülbelül 50 milliliter levegőből. A kifújott levegő magas páratartalmú és további molekulákat gyűjt az orrüregen kívül. A kutya ugyanazt a levegőt azonnal újra beszívja az orrába, így azok a

---

<sup>406</sup> VROON, P.–van AMERONGEN, A.–de VRIES, H. (2005): A rejtett csábító, a szaglás pszichológiája, Korona kiadó, Budapest, 24.

<sup>407</sup> BÁLINT Péter (1986): Orvosi élettan Budapest: Medicina könyvkiadó, 1165.

<sup>408</sup> JANZA Frigyes (2004): A bűnügyi szolgálati kutya. In: Bócz Endre (szerk.): Kriminálisztika II, BM Duna Palota és Kiadó, 677.

<sup>409</sup> FEHÉR György (1980): A háziállatok funkcionális anatómiája. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 724.

<sup>410</sup> VROON–AMERONGEN – VRIES 2005: 40.

<sup>411</sup> SZINÁK János (1999): A német juhászkutya szaglása és szerepe a nyomkövetésben I. rész. A kutya, LXII. évfolyam, 20.

szagmolekulák is újra az orrüregbe kerülnek, amelyeket a megnövekedett páratartalom szabadított fel.<sup>412</sup> E folyamat eredményeképpen a szaganyagok hosszabb ideig képesek érintkezésben maradni a szaglónyálkahártyával. Ezért a kutya képes folyamatosan új információt begyűjteni, pontosítani annak természetét és a szagforrás pontos elhelyezkedését. Ennek ismeretében megállapítható, hogy a kutyák orrának fiziológiai felépítése a magyarázat a kiváló képességeikre az alacsony illatkonzentráció kimutatásában. Ezen képességeket kihasználva, megfelelő kiképzést követően a kutyák eredményesen alkalmazhatóak a robbanóanyagok felderítése során. Kutatások<sup>413</sup> igazolták, hogy a kutyák a legjobb kémiai érzékelőkkel mérhető értékeknél alacsonyabb koncentrációban is képesek a robbanóanyag szagmolekulákat érzékelni. Ez a teljesítmény azonban eltérő lehet, függ az adott kutyától, annak kiképzettségi szintjétől és a terület jellemzőitől is.

A kutyák különböző szagokat képesek felismerni, amelyeket a kibocsátó anyagok vagy élőlények alapján kategorizálhatunk.<sup>414</sup> Ennek megfelelően a szagok lehetnek szervetlen szagok, szerves szagok, továbbá emberi eredetű szagok és járulékos szagok. Szervetlen szagok lehetnek a gázok, füstök és a vegyi anyagok által kibocsátott szagok, ide sorolható a robbanóanyagok szaga is. A szerves szagok lehetnek állati. és növényi eredetűek, illetve szerves szagnak tekinthető a föld és a levegő szaga is. Az emberi eredetű szagok is ilyen értelemben szervesnek tekinthetőek, de a szakirodalom külön kategóriába sorolja. A keresőkutyák szimatmunkájához kapcsolódó járulékos szagok általában az emberi tevékenységhez köthetők, ilyen lehet a dohányzás vagy a különféle kozmetikumok szaga. A kutya számára ezek a szagok lehetnek vonzóak, kellemesek, közömbösek vagy taszítók. A kutya előzőekben ismertetett képességeit kihasználva hatékonyan alkalmazható kutatási feladatok végrehajtására.

A robbanóanyag-kereső kutyák *„a képzettségüknek megfelelően képesek a tanult szaganyag (szakanyagok) felkutatására, annak érzékelése esetén a tanult és kívánatos jelzésmód végrehajtására és megfelelő akklimatizációt követően, e feladataikat bármely napszakban, évszakban és időjárási körülmények között képesek végrehajtani a lehetséges katonai alkalmazás teljes vertikumában.”*<sup>415</sup>

---

<sup>412</sup> Mine Detection Dogs (2003): Training, Operations and Odour Detection, Geneva, Geneva International Centre for Humanitarian Demining (GICHD), 17.

<sup>413</sup> OTA-ISC no.481 Report, Technology Against Terrorism: The Federal Effort, Appendix B, Explosive detection: Dogs, Washington D.C., 1991, pp. 105-114.

<sup>414</sup> JANZA 2004: 677.

<sup>415</sup> MÚ/51 2022: 13

A NATO szinten gyakran használt katonai munkakutya<sup>416</sup> kifejezés valójában egy gyűjtőfogalom, amely a robbanóanyag-kereső szakterület terminológiai megfogalmazása szerint az alábbiak szerint osztályozható:<sup>417</sup>

- a) Robbanóanyag-kereső kutya.<sup>418</sup>
- b) Robbanóanyag-kereső járőr kutya.<sup>419</sup>
- c) Akna-kereső kutya.<sup>420</sup>
- d) Nagy megbízhatóságú kereső kutya.<sup>421</sup>
- e) Rögtönzött robbanószerkezet kereső kutya.<sup>422</sup>

A robbanóanyag-kereső kutyával történő átvizsgálás lehet, preventív kutatás, vagy demonstrációs célú állandó, illetve szűrőpróba szerű ellenőrzés, amelyek célja a nemkívánatos események megelőzése vagy alapos gyanú esetén annak igazolása. Továbbá az átvizsgálás célja lehet rejtkehely felderítése, katonai bűncselekmény tárgyi bizonyítékainak (robbanóanyagok, nagymennyiségű anyagmaradványok) felderítése, továbbá bűncselekmény útján, házilag létrehozott rögtönzött robbanószerkezetek és azok összetevőinek felderítése.<sup>423</sup>

A robbanóanyag-kereső feladatokra alkalmas kutyák kiválasztásánál minden esetben a kutya képességeit veszik alapul, a kutya fajtája, mérete vagy neme nem meghatározó.<sup>424</sup> A kutyák felkészítése alapvetően játékos elven történik és azok természetes képességeit fokozzák kényszer nélkül. A robbanóanyag-kereső kutyák jelzésmódja passzív, ami azt jelenti, hogy a kutya a robbanóanyag észlelésekor passzív helyzetben ül vagy fekszik és orrával a lehető legközelebb mutatja a lehetséges rejtkehelyet. A képzéshez és a minősítésekhez használt robbanóanyagok típusa és mennyisége nemzetenként eltérő lehet, azonban általános elvárás hogy a kutyák legyenek képesek felderíteni a robbanóanyagot 10g-tól – 10kg-ig. Alkalmazásuk a körülmények függvényében történhet pórázon és póráz nélkül, de minden esetben a szájkosár

---

<sup>416</sup> Angolul *Military Working Dog*, angol rövidítése *MWD*, a továbbiakban *MWD*.

<sup>417</sup> NATO Standard AMWDP-1, *Military Working Dog (MWD) capabilities*, edition B, version 1, 2018, Anex C.

<sup>418</sup> Robbanóanyag-kereső kutya, angolul *Explosive Detecting Dog*, angol rövidítése *EDD*, a továbbiakban *EDD*.

<sup>419</sup> Robbanóanyag-kereső járőr kutya, angolul *Patrol Explosive Detecting Dog*, angol rövidítése *PEDD*, a továbbiakban *PEDD*.

<sup>420</sup> Akna-kereső kutya, angolul *Mine Detecting Dog*, angol rövidítése *MDD*, a továbbiakban *MDD*.

<sup>421</sup> Nagy megbízhatóságú kereső kutya, angolul *High Assurance Searching Dog*, angol rövidítése *HASD*, a továbbiakban *HASD*.

<sup>422</sup> Rögtönzött robbanószerkezet kereső kutya, angolul *Improvised Explosives Detecting Dog*, angol rövidítése *IEDDD*, a továbbiakban *IEDDD*.

<sup>423</sup> SZATAI 2019b: 71.

<sup>424</sup> LAZAROWSKI, Lucia et. al (2020): *Selecting Dogs for Explosives Detection: Behavioral Characteristics*, *Veterinary Humanities and Social Sciences Review*, Volume 7, Article 597, Laussane, 6.



mellőzésével.<sup>425</sup> Úgy gondolom, hogy a fenti kategóriák alkalmazási lehetőségeinek és az azok közötti különbségek megértéséhez szükséges azok alaposabb megismerése.

### *Robbanóanyag-kereső kutya*

Az EDD alkalmazása leggyakrabban a felelősségi körzet határain vagy a katonai táborok, objektumok bejáratánál, illetve a közlekedési utakon felállított állandó vagy ideiglenes ellenőrző-áteresztő pontokon, illetve egyéb gépjármű átvizsgáló helyeken történik. A gépjármű kutatás történhet elsődleges átvizsgálás vagy másodlagos átvizsgálás részeként. Az elsődleges átvizsgálás alkalmával a kutyavezető és kutyája rutinszerű, gyors kutatást, ellenőrzést hajt végre. Másodlagos átvizsgálás, ellenőrzés alá vont esetekben az ellenőrzést kutatócsoport hajtja végre, melynek tagja a kutyavezető és szolgálati kutyája. E tevékenység történhet a katonai elhárító szolgálat, katonai rendőri/rendészeti szolgálat alapos gyanúja esetén történő felkérést követően, a nyomozati tevékenység részeként, illetve az elsődleges átvizsgálás alkalmával történt pozitív jelzést követően annak igazolása céljából.<sup>426</sup> Figyelembe véve, hogy a gépjárműveken számtalan rejtési lehetőség van, azok kutyával történő átvizsgálása rendkívül összetett feladat.

A másik feladat amely során gyakran alkalmaznak EDD támogatást, a helyiségek átvizsgálása. Ez történhet preventív cézzal, demonstratív eszközként, illetve bejelentés alapján célirányosan. Az épületek, helyiségek átvizsgálása talán a legösszetettebb kutatási feladat, mely magába foglalja a célépület átvizsgálásán túl, annak közvetlen környezetének és az oda vezető megközelítési útvonalaknak is az átvizsgálását. A feladat bonyolultságát csak fokozza, hogy a helyiségek mérete, kialakítása és berendezése jelentősen eltérhet egymástól. Ennek megfelelően az átvizsgálásokat az EDD egységek úgy hajtják végre, hogy minden lehetséges rejtékhely ellenőrzésre kerüljön és a rendelkezésre álló idő a prioritások figyelembe vételével leghatékonyabban legyen kihasználva. Ezen ajánlások általános érvényű szabályait nevezzük kutatástaktikának.<sup>427</sup> A helyiségek átvizsgálása közben, mivel a lehetséges

---

<sup>425</sup> 21/380 Szakutasítás (2012): a Magyar Honvédség robbanóanyag-kereső kutyaállománya kiképzésére, ellátására és a szolgálat szabályozására, MH HEK kiadványa, 19.

<sup>426</sup> Általános gyakorlat a pozitív jelzés esetén történő megerősítő vizsgálat, hiszen a kutya sem tévedhetetlen. Egyes tanulmányok szerint a képzett kereső kutyák hatékonysága 87,71 % és 100 % közé tehető. In: RICCI, Giovanna et. al (2021): Use of detection dogs in forensic investigations: the italian scenario, Romanian Journal of Legal Medicine (RJLM), Volume 29, Issue 1, Bucharest, 70.

<sup>427</sup> A köznyelvben a kutatás kitaró keresgélést jelent, olyan cselekményt, mely során valaminek a meglétét és helyét igyekszünk megállapítani. A katonai értelmezésben azonban a kutatás egyfajta eljárás, és mint olyan, annak végrehajtása szabályokhoz kötött cselekmény. Azonban a szabályok alkalmazása nem az esetleges eljárásmódok megváltozhatatlanságát jelenti, hanem az alkalmazás hatékonyságát és megbízhatóságát növeli, hiszen éppen ez által válik tudatos és tervezett tevékenységgé, más szavakkal kutatástaktikai módszeré.

rejtekhelyek nagy számban előfordulhatnak, a kutatást a kutyavezetőknek úgy kell megtervezni, hogy ne maradjon ki egyetlen rejtésre szolgáló objektum átvizsgálása sem.

Az EDD egységek harmadik fő feladata az áru- és csomagok átvizsgálása. A csomagok méretüket tekintve eltérőek lehetnek, a normál levélborítéktól kezdve a raklapra rakott, palettázott rakományokig. Azonban közös bennük, hogy függetlenül a méretüktől átvizsgálás közben – megbontás nélkül- egy egységnek tekinthetőek. Alapesetben az ilyen típusú feladatot katonailag ellenőrzött határokon, belépőpontokon, repülőtereken, illetve fontosabb objektumoknál hajtják végre. Ilyen feladatra a kutyák alapvetően akkor kerülnek alkalmazásra, ha a felsorolt tárgyak ellenőrzésére nem áll rendelkezésre technikai eszköz vagy az ellenőrzendő csomag mérete nagyobb, mint a rendelkezésre álló eszköz befogadó paramétere.

#### *Robbanóanyag-kereső járőr kutya*

Az e csoportba tartozó szolgálati kutyák, ahogyan arra a megnevezés is utal, alapvetően két fázisban is képesek a feladatvégrehajtásra. Kiképzésük alatt egyaránt felkészítik őket a járőr feladatokra és az előző pontban ismertetett robbanóanyag-kereső feladatokra is. Ezért a PEDD összetett kiképzést igényel, amelynek alapja az erre alkalmas kutyák kiválasztása. Ugyanis a kétfázisú képzésre alkalmas kutyákkal szemben támasztott követelmények lényegesen magasabbak és ezért a vizsgált egyedeknek csak elenyésző része felel meg a teszteken<sup>428</sup> és teljesíti az azt követő kiképzéseket. Ez természetesen a magasabb költségeket jelent a beszerzés és a felkészítés terén is.

#### *Akna-kereső kutya*

Az aknakereső kutya alkalmazásának alapvető célja a talajszint alatt elhelyezett robbanószerkezetek felkutatása. A humanitárius aknamentesítés során a kutyák a már ismert vagy feltételezett aknamezőkön és aknaszennyezett területeken felderítik az egyes aknák elhelyezkedését és azt pontosan is jelzik. Az MDD jelzésmódja minden esetben passzív jelzés, ami annyit jelent, hogy a kutya leül vagy fekszik a tanult szaganyag észlelése esetén és orrával megmutatja a szagforrás pontos elhelyezkedését. Az akna lehetséges helyét nem érintheti meg, nem kaparhatja. Az aknakereső kutyák feladataikat szigorú szabályok között, egy meghatározott területen belül, általában 1 m széles sávban végzik. Minden esetben pórázon. Egy kereső kutya összeségében 2 és fél órát képes tényleges munkavégzéssel tölteni naponta<sup>429</sup>, de nem folyamatában, hanem nagyságrendileg 20-25 perces munkaegységekre osztva és azok

<sup>428</sup> MISTAFÁ, Ron (1998): K9 Explosive Detection, a manual for trainers, Brush Education Inc., Alberta, 13.

<sup>429</sup> OXLEY, Jimmie C.-WAGGONER, L. P.(2009): Detection of explosives by dogs, In: MARSHALL, Maurice-OXLEY, Jimmie C.: Aspects of Explosive Detection, Elsevier B. V., Oxford, 35.

között megfelelő idejű pihenést is biztosítani kell. A kutyák képzése közben fontos, hogy a kutya megtanulja a sávhatárok által határolt mozgástér közötti korlátozott tevékenységet, hiszen nem megfelelő viselkedés esetén robbanást idézhet elő, ami a kutya és vezetője sérülését vagy halálát okozhatja. A humanitárius aknamentesítés feladatai mellett, a katonai gyakorlatban az aknakereső kutya igénybe vehető sebezhető pontok felderítésére és aknamezőről történő mentés végrehajtására is.

#### *Nagy megbízhatóságú kereső kutya*

Tapasztalataim szerint az ilyen kiképzettségű kutyák alkalmazása leginkább a Brit Nemzetközösséghez tartozó országokban<sup>430</sup> a jellemző. A HASD képzésének jellemzője, hogy a robbanóanyagok megismertetését és a jelzémód kialakítását követően, a kutyákat az EDD-től eltérően pusztán egy munkafázisra készítik fel. Azaz vannak kutyák, amelyek csak gépjárműveket vizsgálnak át, míg másokat csak helyiségek átvizsgálására, vagy csomagok ellenőrzésére alkalmaznak. Ezért egy ilyen kutya alkalmazhatósága kevésbé sokrétű, mint egy EDD estében. Véleményem szerint ez lényegesen költségesebb is, hiszen az adott művelet így több kutyát és több kutyavezetőt igényel és valójában nincs kimutatás sem arról, hogy a HASD eredményesebb lenne ugyanabban a munkafázisban mint az EDD.

#### *Rögtönzött robbanószerkezet kereső kutya*

Az IEDDD vagy ahogyan NATO jelentésekben sok esetben megtalálható az IED<sup>3</sup>, alkalmazásának célja az IED és azok alkotóelemeinek felkutatása. Ilyen csoportok nem csak a robbanóanyagot derítik fel, hanem az IED esetleges alkotóelemeként szolgáló vezetékeket, energiaforrásokat és működtető szerkezeteket is. Az IED<sup>3</sup> felkészítése azon alapul, hogy a kutyák természetesen érzékelik a környezet homogén szagállapotát, így a kiképzés alatt azt erősítik, hogy a robbanóanyagokon túl minden olyan tárgyat is jelezzenek, amelyek nem illenek az adott terület szagkörnyezetébe. Ugyancsak ilyen elven működik a nyomkövető kutyák tárgyjelzése és a büntetésvégrehajtási intézetekben a fogvatartottak celláinak átkutatására

---

<sup>430</sup> A Brit Nemzetközösség, angolul *Commonwealth*, olyan nemzetek és függő területek társulása, amelyeket összeköt a hajdani brit birodalomhoz való tartozás történelmi öröksége és az ebből fakadó közös érdekek. A Nemzetközösség szimbolikus vezetője a mindenkori brit uralkodó. A Nemzetközösségbe 53 önálló állam, valamint különböző gyarmatok és protektorátusok sora tartozik. Tagjai: az Egyesült Királyság, valamint 15 olyan állam, amelyik elismeri államfőjeként – főként kormányzóként – a brit uralkodót: Antigua és Barbuda, Ausztrália, Bahama, Barbados, Belize, Grenada, Jamaika, Kanada, Pápua-Új-Guinea, Saint Kitts és Nevis, Saint Lucia, Saint Vincent-Grenadines, Salamon-szigetek, Tuvalu s Új-Zéland. Ezen kívül további 37 olyan ország, amelynek önálló államfője van. In: <https://www.arcanum.com/hu/online-kiadvanyok/TenyekKonyve-tenyek-konyve-1/nato-16647/fobb-nemzetkozi-szervezetek-180D4/brit-nemzetkozosseg-commonwealth-18102/> (Letöltés: 2021. 11. 02.)

alkalmazott kutyák kiképzése is. Az IED3 általában az utak és VP átvizsgálásában vesznek részt.

#### Afrikai óriáspatkányok alkalmazása

A patkányok köztudottan jó szaglással rendelkeznek, sőt a legújabb kutatások szerint ez a szaglásuk térhatásúnak tekinthető. A kutatók szerint ennek evolúciós előnye van, mert így egyrészt könnyebben elmenekülnek a ragadozók elől, másrészt saját táplálékukat is könnyebben megtalálják. Mindössze 50 milliszekundum elegendőnek bizonyul számukra a szag irányának megállapításához.<sup>431</sup>

1995-ben a taposóakna probléma vizsgálata közben fogalmazódott meg az a kérdés, mi szerint az intelligens, jó szaglásáról híres és az egész világon elterjedt patkányokat hogyan lehetne kiképezni a taposóaknák felderítésére. Ez különösen érdekes kérdés, hiszen az állatok azon természetes képességein túl, amelyek alkalmassá teszik őket a robbanóanyag felderítési feladatokra egy másik szempontnak is meg kell felelni: Képesnek kell lenniük az emberrel történő együttműködésre. Az emberi törzsfejlődés időszakában, ellentétben a kutyával, a patkányok nem fejlődtek az emberrel közös koevolúcióban, pusztán az emberi életteret használva, ahhoz alkalmazkodva, de tőle függetlenül fejlődtek. Mindezek ellenére a vizsgálatok közben az afrikai óriáspatkányok nagyon jó együttműködési hajlandóságot mutattak.

A kezdeti vizsgálatok igazolták az alapfeltevést is, miszerint az afrikai óriáspatkányok<sup>432</sup> gyorsan tanulnak és a tanult ismeretanyag kellően rögzül ahhoz, hogy a terepen alkalmazhatóak legyenek. Az afrikai óriáspatkányok kiképzése az aknakereső kutyák kiképzéséhez hasonlóan történik. A patkányok a keresendő szaganyag észlelésekor jelzést tesznek, ami a jelen esetben aktív jelzés, azaz a melső lábaikkal megkaparják a talajfelszínt. A helyes jelzés esetén jutalmat kapnak. Mivel a kutyákkal ellentétben a patkányok nem játékos állatok, így ez a jutalom minden esetben élelem. A patkányok alkalmazásának nagy előnye, hogy testtömegük nagyon kicsi<sup>433</sup> így véletlen rálépés esetén sem hozzák működésbe a legérzékenyebb nyomásra működő gyalogság elleni aknát sem.

---

<sup>431</sup> BERTUS-BARCZA Péter: A patkányok kifinomult orra térhatású szaglást tesz lehetővé.[https://ng.hu/termeszettudomany/2006/02/03/a\\_patkanyok\\_kifinomult\\_orra\\_terhatasu\\_szaglasi\\_tesz\\_lehetove/](https://ng.hu/termeszettudomany/2006/02/03/a_patkanyok_kifinomult_orra_terhatasu_szaglasi_tesz_lehetove/) (Letöltés : 2020. 03. 24.)

<sup>432</sup> Az afrikai óriáspatkány, latinul *Cricetomys emini*, egy Afrikában élő tasakos patkányfajta. Ez a széles körben elterjedt faj Nyugat-Afrikától a Kongói-medencén át Kelet-Afrikáig fordul elő. Nyugaton Sierra Leonétól Nyugat-Afrikán át Kamerunig, innen Közép-Afrikán át Ugandáig és keleten Tanzániáig terjed, délen egészen Angola északi részéig. Egyenlítői-guineai Bioko-szigeten is előfordul. Tengerszinttől 3500 m tengerszint feletti magasságig fordul elő. A felnőtt egyedek tömege elérheti az 1,3 kilogrammot is. In: Forest giant pouched rat, <https://www.nationalgeographic.org/projects/photo-ark/animal/cricetomys-emini/> (Letöltés: 2021. 10. 28.)

<sup>433</sup> A kifejlett afrikai óriáspatkány tömege átlagosan 1000-1500 gramm.



77. ábra: Az afrikai óriáspatkány alkalmazása aknamezőn

Forrás: <https://www.apopo.org/en/what-we-do/detecting-landmines-and-explosives/how-we-do-it/mine-clearance> (Letöltés: 2019.11.07.)

Az óriáspatkányok hatékonyan alkalmazhatóak erősen fémszennyezett területen is, mivel aknafelderítés közben a kutyákhoz hasonlóan a robbanóanyag kipárolgás útján levegőbe kerülő szagmolekuláit keresik, miközben figyelmen kívül hagyják az egyéb szaganyagokat, illetve tevékenységükre nincs hatással a terület fémszennyezettsége sem. Mindezek alapján tökéletes eszközként szolgálnak az aknák felkutatásának felgyorsítására így az afrikai óriáspatkányok alkalmazásával jelentős költség takarítható meg.

Viszonyításképpen egy kiképzett afrikai óriáspatkány 30 percen belül képes átkutatni egy tenispálya méretű területet, melyhez a tapasztalatok alapján minimum négy nap szükséges hagyományos kézi aknamentesítő fémdetektorral, a jelen lévő fémhulladék szintjétől függően. A program 1997 óta működik hatékonyan Tanzániában és Angolában.

A patkányok afrikai sikeres alkalmazásának hatására, 2004-ben hasonló programot indítottak Kolumbiában<sup>434</sup> is. Azonban ebben az új kísérletben fehér patkányokat alkalmaznak. Ennek oka a dél-amerikai éghajlathoz való jobb alkalmazkodáson túl, hogy a fehér patkányok tömege mindössze egyharmada az afrikai óriáspatkányokénak, így nagyobb biztonsággal

---

<sup>434</sup> Kolumbia a világ egyik legnagyobb akna és ERW szennyeztségű országa. Ennek ellenére a területek megtisztítása nagyon lassan halad. A jelenlegi mentesítési eljárásokkal évente mindösszesen 5-19 km<sup>2</sup> gyalogság elleni aknával szennyezett területet tisztítanak meg. In: Landmine Monitor Report, 22. Annual Edition, International Campaign to Ban Landmines – Cluster Munition Coalition (ICBL-CMC), 2020, p. 30.

alkalmazhatóak.<sup>435</sup> Így az új biológiai alapú felderítési módszerrel növelhető lenne az aknaszennyezett területek megtisztítása Kolumbiában is.

#### A mézelő méhek alkalmazása

Az afrikai óriáspatkányoktól eltérően a mézelő méhek<sup>436</sup> alkalmazása nem igényel szoros együttműködést az emberrel, kizárólag azok természetes viselkedésének figyelemmel követésén alapul. A Los Alamos Nemzeti Laboratórium tudósai kidolgoztak egy módszert a közönséges mézelő méhek kiképzésére, amellyel eredményesen alkalmazhatóak a robbanószerkezetekben alkalmazott robbanóanyagok észlelésére. A kutatás azon a korábban már ismert tényen alapult, hogy a mézelő méhek szaglásának fejlettsége és minősége közel azonos a kutyák szaglóképességével.<sup>437</sup> A méhek kifejlett szaglásuknak köszönhetően képesek egy 40000-60000 egyedű számláló kaptárban, egymás megkülönböztetésére egyedi szagok alapján.<sup>438</sup> Kutatások bizonyítják, hogy a méhek képesek  $10^{-12}$  g/ml 2,4 DNT koncentrációt kimutatni. Egyes robbanóanyag felderítő detektorok érzékenységi küszöbértéke is erre a szintre van kalibrálva.

Alkalmazásuk közben két fő módszert alkalmaznak, a passzív és az aktív módszert. A passzív módszer nem igényli a méhek különösebb kiképzését annak lényege azok természetes viselkedésén<sup>439</sup> alapul. A méh kolónia tagjai naponta több tízezer táplálkozási utat végeznek<sup>440</sup> egy nagyságrendileg 2-3 km<sup>2</sup>-es területen.<sup>441</sup> Ezen takarmányozási utak során a rovarok közvetlenül érintkeznek a legtöbb környezeti közeggel (levegő, víz, növények és talaj), és a folyamat során gáznemű, folyékony és szemcsés formájú szennyeződések kerülnek a testükre. Ezeket a szennyeződések visszaviszik a kaptárba és a kaptárkörnyezetből mintát vesznek. Az így begyűjtött mintákat laboratóriumban elemzik. A kaptárba bekerülő szennyező anyagok nyomon követése gyors, olcsó módszert kínál a kémiai eloszlás és a környezeti hatások

---

<sup>435</sup> MENDEZ PARDO, Luisa Fernando (2009): Research in Colombia on Explosives Detection by Rats, Journal of Conventional Weapons Destruction, Volume 14, Issue 3, Harrisonburg, 45-46

<sup>436</sup> A nyugati mézelő méh, latinul *Apis mellifera*, valószínűleg a legkedveltebb és legelterjedtebb méhfaj, még azokon a területeken is, ahol nem őshonos. Ez részben annak köszönhető, hogy könnyen szaporítható. A méhészek világszerte előszeretettel tartják mézéért és beporzó tevékenységéért is. In: Méhek könyve (2013) méhek-apró rovarok fontos szerepben, Bayer AG, Bayer Bee Care Center, Monheim, 3.

<sup>437</sup> Detecting Explosives With Honeybees: Experts Develop Method To Train Air Force Of Bomb-sniffing Bees. <https://www.sciencedaily.com/releases/2006/11/061128140820.htm>, (Letöltés: 2020. 08. 15.)

<sup>438</sup> SÖTÉR Kálmán (1895): A méh és világa, elméleti és gyakorlati bevezetés a méhek alapos ismerete és sikeres tenyésztésébe, I. kötet, elméleti rész, I. füzet, az Erdélyrészi Méhészegylet Kiadása, Kolozsvárt, 210.

<sup>439</sup> A méhek a kaptárból történő kirepüléseik alkalmával a területen lévő virágokat keresik fel táplálékszerzés céljából, hiszen táplálékuk nektár és virágpó. Egy kifejlett méh képes egyetlen nap alatt akár 200-300 virágot beporozni és közben virágpórt begyűjteni. Ezt úgy érik el, hogy a hátsó lábak tollszerű sörteín megtapad a virágpó, amelyet a középső lábakon lévő merev sörteikkel sepernek a hátsó lábakon található pollencsákba. In: SÖTÉR 1895: 568.

<sup>440</sup> A méhek élete és mindennapjai, <https://www.mehpempo.eu/mehek-elete/> (Letöltés: 2021. 10. 29.)

<sup>441</sup> FALUBA Zoltán (1959): Gyakorlati méhészkönyv, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 8.

felmérésére. Ezzel a módszerrel nem határozható meg a területen lévő egyes aknák vagy aknacsoportok pontos elhelyezkedése, de a méhek által beszállított minták alapján megállapítható a terület akna és robbanóanyag szennyezettségének mértéke.

Ezzel ellentétben az aktív módszerrel már meghatározható az aknák pontos elhelyezkedése, azonban az ilyen irányú alkalmazás már megköveteli a méhek kiképzését. Ehhez a méhkutatásban szokásos pavlovi<sup>442</sup> képzési technikák alkalmazásával képzik ki a méheket. A kiválasztott méheket egy sátorban helyezik el, ahol alapvetően nitrát alapanyagú robbanóanyagokat is elhelyeznek. A robbanóanyag kipárolgásának következtében a robbanóanyag szagmolekulák a sátorban feldúsulnak. Közben a méhek számára csábító táplálékot is elhelyeznek a sátorban, így miközben a méhek táplálkoznak, folyamatosan érzékelik a robbanóanyag szaganyagát is. A folyamat közben a képzés alatt lévő állatok összekapcsolják az élelmet a szaganyaggal. A kiképzést követő alkalmazásuk közben a méhek a terület fölött repülve tudatosan keresik a tanult szaganyagot és jelzik annak elhelyezkedését úgy, hogy egy akna, aknacsoport vagy egy robbanóanyaggal erősen szennyezett terület fölött koncentráltan lebegnek. Tekintettel a terület kiterjedésének a mézelő méhek testméretéhez viszonyított arányára, megfigyelésük szabad szemmel egyáltalán nem vagy csak nagy egyedkoncentrációban lehetséges. Ennek megoldására nagy felbontású kamerákat alkalmaznak, melyeket drónokra szerelnek. A kamerák segítségével követni tudják a méhek mozgását és viszonylagos pontossággal meghatározható a terület ahol robbanóanyag jelenlétére utaló jelzést tettek. Jelenleg a módszert Horvátországban, valamint Bosznia-Hercegovinában tesztelik.

A program 2017. november 03-án kezdődött és az első időszak tervezett időtartama három év volt. Emellett olyan új módszerek és eszközök kifejlesztésén is dolgoznak, amely alkalmas a méhek optikai kimutatására összetett környezetben. Az egyik ilyen módszer azon alapul, hogy a robbanóanyaggal szennyezett terület fölött mozgó méhek szárnyaiból szétszórt fény intenzitás-modulált jelet szolgáltat, jellemzően 170–270 Hz szárnysebesség-frekvencián,

---

<sup>442</sup> Ivan Petrovics Pavlov, orosz fiziológus által felfedezett feltételes reflex és klasszikus kondicionálás alapja, hogy a tanulási folyamat alatt a feltételes inger egy magatartásformával párosul, amely a későbbiekben tartós viselkedésmintát eredményez, azaz ugyanolyan inger esetén várhatóan ugyanaz a válaszreakció aktiválódik. Ezt Pavlov a kísérleteiben a kutyák etetése közbeni csengő használatával érte el és vizsgálta. A méhek esetében a robbanóanyag jelenlétekor érzett szaganyagot társítják az étkezéssel, így a robbanóanyag molekulák érzékelése esetén annak helyén közösznek.

ennek a tartománynak az érzékelése felhasználható a mézelő méhek helyzetének meghatározására.<sup>443</sup>



78. ábra. Mézelő méhek kiképzése Horvátországban.

Forrás: <https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2315198/The-bomb-bees-sniff-landmines-THREE-MILES-away.html> (Letöltés: 2020. 08. 12.)

A mézelő méhek jelzésének ilyen irányú optikai kimutatásával pontosabban meghatározható aknák és egyéb robbanóanyagokkal szennyezett területek elhelyezkedése. További vizsgálatok folynak azzal kapcsolatban is, hogy a méhek mennyire képesek észlelni a robbanóanyagokat zavaró vegyi eredetű szaganyagok, például motorolaj vagy rovarriasztó jelenlétében.

A kutatásokat az Amerikai Egyesült Államok Védelmi Minisztériumának kutatásért felelős részlege<sup>444</sup> koordinálja. Azonban a képesség valós terepen történő alkalmazhatóságának vizsgálata érdekében szükséges a laboratóriumokban eredményesen tesztelt módszerek

---

<sup>443</sup> Optical detection of honeybees by use of wing-beat modulation of scattered laser light for locating explosives and land mines, [https://www.researchgate.net/publication/7206133\\_Optical\\_detection\\_of\\_honeybees\\_by\\_use\\_of\\_wing-beat\\_modulation\\_of\\_scattered\\_laser\\_light\\_for\\_locating\\_explosives\\_and\\_land\\_mines](https://www.researchgate.net/publication/7206133_Optical_detection_of_honeybees_by_use_of_wing-beat_modulation_of_scattered_laser_light_for_locating_explosives_and_land_mines) (Letöltés: 2020.03.09.)

<sup>444</sup> Amerikai Egyesült Államok Védelmi Minisztériumának kutatásért felelős részlege vagy más néven Fejlett Védelmi Kutatási Projektek Ügynöksége, angolul *Defence Advanced Research Projects Agency*, angol rövidítése *DARPA*. A DARPA független a többi hagyományos katonai kutatás-fejlesztéstől és közvetlenül a védelmi minisztérium felső vezetésének van alárendelve és általában rövid távú (2-4 éves) kutatásokra koncentrál, melyeket kicsi, a feladatra összeállított kutatócsoportokban végeznek.



gyakorlatba történő átültetése. A "Biológiai módszer (méhek) a robbanóanyagok felderítéséhez"<sup>445</sup> projekt célja innovatív módszerek és technológiák kifejlesztése a talajszint alatt elhelyezett aknák felderítésére. A program keretein belül meghatározott célt kiképzett méhcsaládok fejlesztésével és integrációjával próbálják elérni.<sup>446</sup>

A technikai eszközökkel szemben, az állatokkal támogatott robbanóanyag- és robbanószerkezet felderítés alkalmazásának számos előnye figyelhető meg:

- A gyakorlati tapasztalatok és a vizsgálati tesztek eredményei alapján kijelenthető, hogy a megfelelően kiképzett állatok ilyen irányú alkalmazása gyors és pontos feladatvégrehajtást tesz lehetővé és ez nagyon magas megbízhatósági hatékonyságot biztosít a módszernek.
- A kiképzett állatok alkalmazásának előnye, hogy azok a kipárolgott robbanóanyagot észlelik, ezért jól alkalmazhatóak erősen fémszennyezett területen is.
- Az állatok alkalmazásának költségei, figyelembe véve azok beszerzési vagy tenyésztési költségeit, a kiképzésre fordított összegeket, továbbá a napi fenntartás költségeit is, összességében sokkal alacsonyabbak, mint a modern technikai eszközök üzemben tartási és alkalmazási költségei.
- Az állatok célterületre juttatása lényegesen egyszerűbb logisztikai feladat, mint a sok esetben nagyméretű, nagy tömegű, vagy kialakításából adódóan sajátos szállítást igénylő technikai eszközöké.
- Az állatok alkalmazása a modern kor elvárásainak megfelelő innovatív felderítési módszerek alkalmazását teszi lehetővé, ennek megfelelően a robbanóanyagok felderítése nem invazív módon végrehajtható.
- Az állatokkal támogatott felderítés nem jár környezetterheléssel, hiszen a természettel összhangban lévő biológiai elven működő eljárásokon alapul, így a módszerek alkalmazhatóak a legszigorúbb természetvédelmi rendszabályok betartása mellett is.
- Az állatokkal történő felderítés annak ellenére, hogy azok ellátásához szükséges állategészségügyi feltételeket biztosítani kell, nem igényel a technikai eszközökhöz hasonló kiterjedt szervízhálózatot és időszakos karbantartást.

---

<sup>445</sup> Biológiai módszer (méhek) a robbanóanyagok felderítéséhez, angolul *Bees for explosive detection*, angol rövidítése *Bee4Exp*. A BeeExp a NATO SPS program és az EU közös finanszírozásával zajló kutatási projekt.

<sup>446</sup> SIMIĆ, Mitar et. al: Honeybee Activity Monitoring in a Biohybrid System for Explosives Detection, [https://www.researchgate.net/publication/333023289\\_Honeybee\\_Activity\\_Monitoring\\_in\\_a\\_Biohybrid\\_System\\_for\\_Explosives\\_Detection](https://www.researchgate.net/publication/333023289_Honeybee_Activity_Monitoring_in_a_Biohybrid_System_for_Explosives_Detection) (Letöltés: 2021. 10. 28.)

Amennyiben azonban az állatokkal támogatott felderítés valós alkalmazási lehetőségeit szeretnénk megvizsgálni, figyelembe kell venni, hogy azok alkalmazásának akadályait és korlátait is:

- Az élő szervezet nem automatizált önműködő rendszer, vagyis a környezeti körülmények és hatások befolyásolóan hatnak a teljesítőképességére.
- Az éghajlati viszonyok meghatározóak az állatok munkavégző képességére, befolyásolja azok alkalmazhatóságának időtartamát és szélsőséges esetben annak eredményességét is. Egyes emlősállatok többsége magas külső hőmérséklet esetén lihegés útján hűti le a testét, vagyis az emberrel ellentétben nem tudnak izzadni (kivételt képez a kínai meztelen kutya<sup>447</sup>), ebből következik, hogy a szükséges párologtatás miatt ilyen körülmények között csökken azok felderítés közbeni eredményessége. Amennyiben az alkalmazás körzetében a hőmérséklet a megszokottól eltérő, a kutyák természetesen is elkezdnek akklimatizálódni, ehhez azonban idő kell. Az éghajlati viszonyokhoz történő alkalmazkodás időszakának hossza egyedenként eltérő lehet, de gyakorlati tapasztalatok alapján megállapítható, hogy az általában két hét alatt végbemegy.
- Nem csak a szélsőségesen meleg, hanem a szélsőségesen hideg időjárás is befolyásolhatja az állatok teljesítményét és alkalmazásuk ilyen körülmények között is fokozott figyelmet igényel. A kutya és a patkány átlagos testhőmérséklete az emberénél magasabb mégis óvni kell a hideg hatásaitól. Az afrikai óriáspatkányok hideg időben történő alkalmazásával kapcsolatban nincsenek tapasztalatok, hiszen azok napjainkig csak Tanzániában és Angolában kerültek alkalmazásra. Azonban tekintettel arra, hogy ezen állatok ideális környezeti hőmérséklete 20 oC felett van, feltételezhetően hideg időben történő alkalmazásuk korlátokba ütközhet. Szintén korlátozottan alkalmazhatóak a mézelő méhek is, hiszen 5 oC alatt a méhek egyáltalán nem repülnek és a kaptárt is csak 10 oC felett hagyják el.<sup>448</sup>
- A területen lévő vegetáció mennyisége és milyensége szintén befolyásolja az állatok alkalmazását. A méhekkal elvégzett tesztek mindaddig tiszta, nyitott mezőkben végezték, így nem ismert, azok valós teljesítménye erdős vagy erősen vegetált környezetben. Feltételezhetően ilyen környezetben a méhek mozgásának nyomon

---

<sup>447</sup>A meztelen kutyákról, <http://www.erand.hu/kopasz.htm> (Letöltés: 2018. 11. 11.)

<sup>448</sup>SÖTÉR 1895: 32.

követése is nehézségeket okozna, de ugyancsak problémát okozna ilyen területen a kutyák és patkányok alkalmazása is.

- A szárazföldi állatok esetében a szél iránya és erőssége befolyásolja a tevékenységet, megnehezíti a robbanóanyag helyének pontos felderítését. Hideg időben a szél negatív hatást gyakorol az állatok hőérzetére, de pozitív hatással is lehet emlősállatok szervezetére, hiszen meleg időben hűsíti azt.<sup>449</sup> A szélsőséges időjárási viszonyok nem csak az állatok szervezetére, hanem az alkalmazás környezetére és a keresett robbanóanyagra is hatást fejtenek ki. Melegben a robbanóanyag intenzívebben párolog így egy adott területen belül annak szagmolekulái hamar feldúsulhatnak, ami szintén megnehezítheti azok helyének pontos meghatározását. Szélsőségesen hideg időjárás esetén, ennek a fordítottja történik, azaz a robbanóanyag kevésbé párolog, így egy adott területen belül kevesebb szagmolekula kerül a levegőbe, mely szintén megnehezítheti a felderítést, főleg rövid rejtési idő esetén.
- A kutyák és az afrikai óriás patkányok esetében felléphet szaglószeri kimerültség is, hiszen a gyakran nehéz körülmények és az élettanilag erős szagok között végrehajtott alkalmazás nem csak az állat szaglószerét, hanem annak egész szervezetét is igénybe veszi.<sup>450</sup> Ilyen körülmények között a keresés végrehajtása nagyfokú idegi összpontosítást követel meg az állattól, ami fokozhatja annak fizikai és érzékszervi kifáradását. Mindezek eredményeképpen az állat kutatás közben bizonytalanná válhat vagy elveszítheti munkakedvét.
- Az aknafelderítés esetében a talaj három tényezője is befolyásolhatja a feladat eredményességét. Az egyik a talaj összetétele, hiszen a TNT és DNT molekulák lassabban jutnak a talaj felszínére sűrűbb szerkezetű talajban, mint például a szorpció miatt laza homokos talaj esetén. A másik tényező a talaj hőmérséklete, hiszen minél hidegebb a talaj hőmérséklete, annál kevesebb gőz képződik a talaj felszínén. A harmadik tényező a talaj nedvességtartalma, amely különféle módon befolyásolja a TNT és a DNT koncentrációját az akna felett lévő talaj feletti levegőrétegben. Száraz talajok esetén a szorpció magas ezért a koncentráció csökken. Nedvesítéskor a víz kiszorítja a TNT és DNT molekulákat a közvetlen talajfelszínéről, így azok a levegőrétegben abszorbeálódnak, amely sokkal nagyobb koncentrációt eredményez. Azonban a

---

<sup>449</sup> SZINÁK –VERESS: 2006. <https://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tkt/kutyatar-kutyatar/ch03s05.html> (Letöltés: 2018. 11. 07.)

<sup>450</sup> HORKAY Béla (2012): A kutya egészségtana, Kísérleti jegyzet a robbanóanyag-kereső kutyavezetők kiképzéséhez, 14.

folyamatos nedvesítés estén a víz ellenkező hatást vált ki és lemossa a robbanóanyag molekulákat a talaj felszínéről, melynek hatására a koncentráció jelentősen csökken.<sup>451</sup>

- A terep szegdeltsége, fedettsége, járhatósága is kihatással van az állatok eredményes alkalmazására. Ilyen lehet, az állat számára járhatatlan és leküzdhetetlen terep, valamint a talajfelszín borító fizikai sérülést okozó tárgyak (pl.: éles kőzúzalékok, szemét vagy nagymennyiségű összetört üveg).<sup>452</sup>

Az állatokkal támogatott felderítés lehetséges katonai alkalmazhatóságát a kutyák esetében az alábbi táblázatban szemléltetem:

7.táblázat: Összefoglaló táblázat az MWD alkalmazhatóságáról

Alkalmazhatóság	MWD				
	EDD	PEDD	MDD	HASD <sup>453</sup>	IEDDD
Áru- és csomag átvizsgálás	X	X		X	
Gépjármű átvizsgálás	X	X		X	
Helyiség kutatás	X	X		X	
Terepkutatás	X	X	X	X	X
Utak és műtárgyak átvizsgálása	X	X	X	X	X
Levetett ruházat átvizsgálása	X	X			
Aknafelderítés			X		
Aknamezőről történő mentés			X		
Helyszínelés támogatása	X	X	X	X	X
Kézifegyver felkutatása <sup>454</sup>	X	X			
IED és összetevői felkutatása				X	X
VP <sup>455</sup> átvizsgálása	X	X	X	X	X
Őrző-védő feladatok		X			
Járőr feladatok		X			
Hagyományos robbanóanyagok	X	X	X	X	X
HME felkutatása	X	X		X	X

Forrás: A szerző saját szerkesztése a NATO Standard AMWDP-1, Military Working Dog (MWD) capabilities, edition B, version 1, 2018, Anex C alapján.

<sup>451</sup> Mine Detection Dogs 2003, 201.

<sup>452</sup> International Mine Action Standard (IMAS) 09.41 (2020): Operational Procedures for Animal Detection Systems, 4. edition, United Nations Mine Action Service (UNMAS), New York, 2020, p. 15.

<sup>453</sup> A HASD esetében a táblázatban szereplő feladatok külön-külön értendők, hiszen az ilyen képzettségű kutya csak egy fázisra van felkészítve.

<sup>454</sup> Robbanóanyag-kereső kutyák esetében, ez a feladat olyan kézifegyver felkutatását jelenti, amellyel korábban már lövést adtak le, hiszen az ilyen eszközök felkutatása a lőpor maradványokon alapul. Egy jól karbantartott, esetleg beladázott vagy konzervált fegyver rejtkehelyének felkutatása robbanóanyag-kereső kutyával nem lehetséges.

<sup>455</sup> Sebezhető pont, angolul *Vulnerable point*, angol rövidítése *VP*.

Amennyiben az állatok alkalmazását befolyásoló tényezők nem szüntethetők meg és azok tartósan fennállnak, a felderítést más időpontra kell tervezni vagy amennyiben az nem lehetséges, akkor célszerű azt más módszerekkel végrehajtani. Az afrikai óriáspatkányok és a mézelő méhek lehetséges katonai alkalmazhatósága még nem kidolgozott, hiszen azok jelenleg kísérleti jelleggel vesznek részt a humanitárius aknamentesítésben. Azonban amikor az azokat alkalmazó szervezetek elegendő tapasztalatot szereznek, megfelelő körülmények között lehetséges tartom ezen állatok katonai alkalmazását is az aknásított és robbanóanyaggal szennyezett területek felderítéséhez.

#### 4.2 A HATÉKONYSÁGI- ÉS ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATOK ISMERTETÉSE

Az első vizsgálati elképzelésem az volt, hogy előtalálási hatékonyság alapú összehasonlító vizsgálatot és elemzést készítek különböző robbanóanyag-felderítő eszközök és kutyák bevonásával, azonban ez tölem független okok miatt nem volt végrehajtható. Miközben a vizsgálatok elvégzéséhez szükséges feladatokat dolgoztam ki, megállapítottam, hogy a robbanóanyag-kereső kutyák önálló hatékonyság vizsgálata sem történt meg korábban. Úgy vélem, egy ilyen jellegű képességvizsgálat több mint időszerű, hiszen a képesség felállítása óta 15 év telt el. Mindezek ismeretében, a doktori értekezésemhez kapcsolódó kutatás részeként olyan előtalálási hatékonyságon alapuló vizsgálat elvégzését tűztem ki célul, amelynek eredményeként megállapítható a robbanóanyag-kereső kutyák valós hatékonysága. A vizsgálati eredmények kiértékelése után várhatóan új tudományos eredményként megfogalmazható a kutyák valós alkalmazási lehetősége a műveleti környezetben végrehajtott robbanószerkezetek elleni tevékenységek során, különös tekintettel azok önálló vagy kombinált alkalmazási eljárásaira. A kutyák minősítéséhez elfogadott teljesítménybírálati rend tanulmányozása közben megállapítottam, hogy az nem tartalmazza a talajszint alatt elhelyezett robbanószerkezetek felkutatását. Korábban a szakterületen különféle beosztásokban eltöltött éveim alatt, több alkalommal hajtottunk végre terepkutatási feladatokat gyakorló jelleggel, ahol a szagminta robbanóanyagot talajszint alá helyeztük el. Akkor a gyakorlatok eredményei elég vegyes képet mutattak és a gyakorlásokat sem egységes szempontok alapján hajtottuk végre. Így merült fel bennem az ötlet egy további vizsgálatához. Miszerint egységes mérési szempontok alapján, szabályozott környezetben, talajszint alatt elhelyezett robbanószerkezetek felkutatása közben összehasonlítom az MH-ban rendszeresített kismélységű aknakutató műszerek és a robbanóanyag-kereső kutyák hatékonyságát. Az összehasonlító- és hatékonyság vizsgálatok tervezése során, több évtizedes szakmai tapasztalataim alapul véve, továbbá az általam olvasott hadszíntéri jelentésekben foglaltaknak megfelelően, olyan feladatokat dolgoztam ki, melyek

nagy valószínűséggel előfordulnak a katonai műveletek végrehajtása közben. Következésképpen a vizsgálatok eredményeinek kiértékelését követően, az MH hasznosítható információval fog rendelkezni az eszközök és a kutyák alkalmazhatóságának hatékonyságáról. Az objektív kiértékelés érdekében, minden tervezett vizsgálatot, minden lehetséges eszközzel elvégeztem a lehető legnagyobb mérési számmal<sup>456</sup>.

#### 4.3 A VIZSGÁLATOK MÓDSZERTANA, A VÉGREHAJTÁS ALAPELVEI

Mindkét vizsgálati típus scenárióinak megtervezésekor és azok végrehajtásakor mindvégig törekedtem a valóság-hű helyzetek megteremtésére, mert hiszem, hogy csak ebben az esetben kaphatunk hiteles eredményeket. Az eredmények kiértékelése közben az előtálalási hatékonyságot alapvetően a pozitív előtálalások százalékos arányában határoztam meg, de minden esetben figyelembe vettem a valós pozitív (V+) és valós negatív (V-), illetve a téves pozitív (T+) és téves negatív (T-) mérések arányát is.

Valós pozitív jelzésnek nevezzük azt, amikor van robbanóanyag és annak jelenlétét az adott eszköz vagy kutya érzékeli és arra megfelelő jelzést tesz. Ennek a fordítottja azaz a valós negatív jelzés azt jelenti, hogy nincs robbanóanyag és az érzékelők nem is jelzik azt. Ez a két folyamat teljesen logikus is, de a robbanószerkezetek felderítése és az adatok elemzése ennél sokkal összetettebb folyamat, amely végrehajtásakor más típusú jelzések előfordulására is kifejezetten nagy hangsúlyt kell fektetni. Ilyen lehet a téves pozitív jelzés, ami azt jelenti, hogy az eszköz robbanóanyag jelenlétét jelzi, de valójában az nem található. Továbbá téves negatív jelzés is előfordulhat. Ebben az esetben az érzékelők nem jeleznek annak ellenére, hogy ott robbanóanyag található. Az x. ábrán jól megfigyelhető a robbanóanyagok jelenléte és az arra adott jelzések kapcsolata.

A pozitív jelzést követően általában a meghatározott eljárásrendeknek megfelelően, egyéb biztonsági rendszabályokat<sup>457</sup> léptetnek életbe vagy bizonyos szaktevékenységek<sup>458</sup> végrehajtása veszi kezdetét. Elsőre azt gondolhatjuk, hogy ez nem nagy probléma. Azonban minden ilyen tevékenység az erőforrások indokolatlan felhasználását és felesleges állampolgári korlátozásokat eredményez, illetve gyakori téves pozitív jelzés esetén a felderítő eszközbe vetett bizalom is megrendül. A téves pozitív jelzéssel ellentétben, a téves negatív jelzés nem

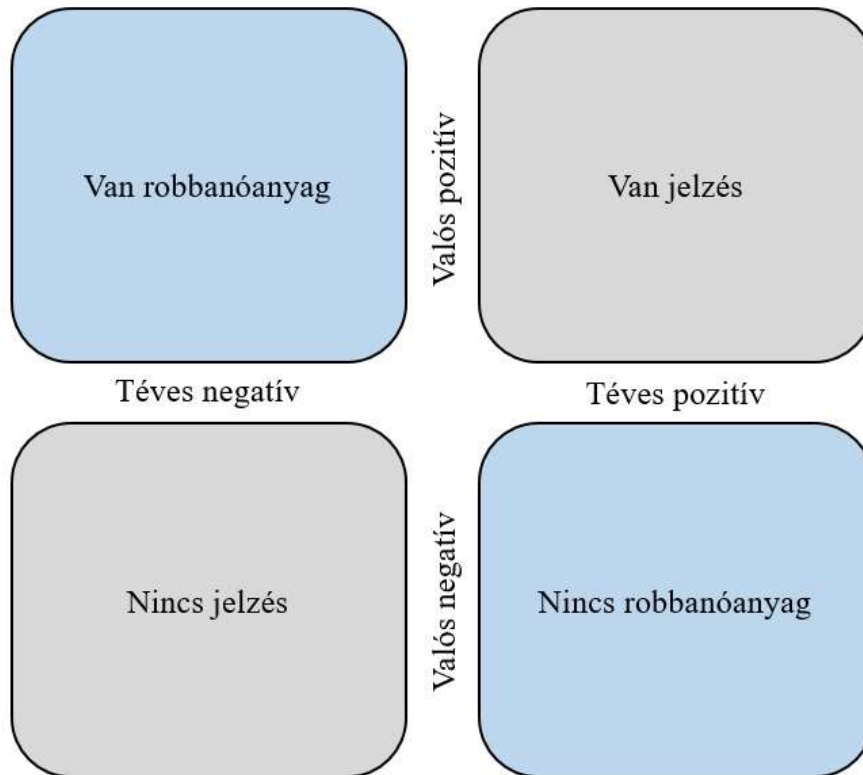
---

<sup>456</sup> A vizsgálat időpontjában az MH 1. HTHE állományában 16 képzett robbanóanyag-kereső kutya szolgált. A vizsgálatokat az egyéb szolgálati elfoglaltság figyelembevételével, 10 kutya bevonásával végeztük el, azaz az összlétszámhoz viszonyítva, a képzett kutyák 62,5 %-a részt vett a vizsgálatban.

<sup>457</sup> A helyzettől függően a bevezetett rendszabály lehet lezárás, kiürítés, forgalomlassítás és egyéb állampolgári korlátozás.

<sup>458</sup> A biztonsági rendszabályok bevezetését követően kezdetét veszi a tűzszerész mentesítési folyamat, amely speciális eszközök és eljárások alkalmazását jelenti, ezért általában időigényes tevékenység.

vonz magával semmilyen további szaktevékenységet, hiszen nincs jelzés. Viszont kialakul egy téves biztonságérzet, miszerint az ellenőrzött területen vagy objektumban nem található robbanóanyag. Mindez a feladat jellegétől függően, nagyon magas biztonsági kockázatot hordozhat magában.



79. ábra: Valós és téves jelzések előfordulása

Forrás: A szerző saját szerkesztése

Éppen ezért a felderítő műszereket fejlesztő és gyártó vállalatok törekednek ennek kiküszöbölésére, továbbá a robbanóanyag-kereső kutyák kiképzésével foglalkozó szervezetek is kiemelt fontossággal kezelik ezt.

A vizsgálatokat az Magyar Honvédség Parancsnokság, Szárazföldi Haderőnemi Szemléző engedélyével, az MH 1. HTHE parancsnoka által kijelölt objektumban hajtottam végre, az eszközök és a robbanóanyag-kereső kutyák kezelésére felkészített szakállomány közreműködésével 2021. július 26 és 29 között. Az általam tervezett vizsgálatok végrehajtásakor törekedtem az egységes helyzet megteremtésére és a mérési változókat ennek megfelelően alakítottam ki. Azonban figyelembe kellett vennem, hogy bizonyos változók kontrollálásával bármennyire is szeretném, nem tudok minden mérésnél ugyanolyan helyzetet teremteni, mert bizonyos változókat nem tudok befolyásolni.

8.táblázat: A változók vizsgálatra gyakorolt hatása

Változók	Változó megnevezése	A vizsgálatra gyakorolt várható hatás
<b>kontrollálható változók</b>	A rejtett robbanóanyag típusa	Megfelelő kiképzettség esetén a vizsgálat eredményére nincs hatással.
	A rejtett robbanóanyag mennyisége	Nagyobb robbanóanyag mennyiség esetén, nagyobb robbanóanyag kipárolgás érhető el egységnyi idő alatt.
	A rejtés típusa	A rejtés lehet zárt, nyitott vagy félig nyitott és ez befolyásolja a szagmolekulák kiáramlását.
	A rejtési idő	A rejtési időnek jelentős szerepe van a szagmolekulák terjedésében.
	A rejtési mélység	Befolyásolja a talaj feletti levegőrétegben lévő szagmolekulák mennyiségét.
	Az ismétlések száma	A túl sok ismétlés a kutya fizikai és ingerspecifikus kifáradásához vezethet.
<b>kontrollálhatatlan változó</b>	A külső hőmérséklet	Nagyon magas hőmérséklet megnehezíti a kutya alkalmazását, azok hőtorlódásához vezethet.
	A szél erőssége, iránya	Megnehezíti a rejtekhely felderítését és pontos beazonosítását.
	A levegő páratartalma	Befolyásolja a robbanóanyag szagmolekulák kiáramlását.
	A talaj tulajdonságai	A talaj típusa, kötöttsége, szemcseszerkezete befolyásolja a szagkiáramlást.
	A kutya „kedélyállapota”	A kutya élőlények, így azok napi egészségügyi állapota, hangulata befolyásolja munkavégzésüket.

*Forrás: A szerző saját szerkesztése*

#### 4.4 A ROBBANÓANYAG-KERESŐ KUTYÁK HATÉKONYSÁGVIZSGÁLATA

Az előzőekben ismertetett szempontok figyelembevételével a vizsgálat során végrehajtott feladatokat az alábbi három fő csoportra osztottam:

- a) 1. feladat: áru- és csomag átvizsgálás;
- b) 2. feladat: gépjármű átvizsgálás;
- c) 3. feladat: helyiségek átvizsgálása.

A gyakorlatok végrehajtása közben minden esetben burkolat nélküli, szabvány katonai robbanóanyagot vagy a kutya kiképzéshez használt szagminta robbanóanyagot rejtettünk. A vizsgálatokhoz HME-t nem használtunk. A robbanóanyagok mennyiségét 50 gr és 2,5 kg között változtattuk, a robbanóanyag-kereső kutya teljesítménybírálati rendjéhez igazodva. A robbanóanyagok rejtési idejét 30 és 180 perc között változtattunk. Az azonos rejtési idő



biztosításához több, egymással megegyező rejtési helyet alakítottunk ki, amelyek között adott időegységen belül a kutyákat mozgattuk.

A kutyák szükséges pihentetését figyelembe véve, egyes rejtési helyeket többször is ki kellett alakítani. Mindhárom végrehajtott feladat esetében „üres rejtést” is kialakítottunk, azaz a kutyák minden feladat típust végrehajtottak olyan esetben is ahol nem rejtettünk robbanóanyagot.

#### 4.4.1 A hatékonyságvizsgálatok ismertetése

##### *1. feladat: áru- és csomagok átvizsgálása*

A vizsgálat végrehajtása közben, egy ellenőrző áteresztő ponton, katonai ki- és berakodó helyeken, illetve repülőtereken végzett tűzszerészbiztosítási feladatot modellezzünk. Az alaphelyzet szerint, a talajra öt darab, egyenként egy közepes táskák méretének megfelelő csomagot helyezünk egymástól azonos távolságra, amelyek egyikében robbanóanyagot helyezünk el. Az egység mérés érdekében különösen fontos, hogy a csomagok egyformák legyenek, hiszen ellenkező esetben, a csomagok mérete, anyaga vagy kialakítása eltérő lehet, ami különböző szagterjedést eredményez, és ez jelentősen befolyásolná a vizsgálati eredményeket.

Tekintettel arra, hogy a vizsgálatához szükséges mennyiségű teljesen egyforma táskák vagy csomagok beszerzése bonyolult és költséges lett volna, a csomagok helyett a kutyakiképzés során alkalmazott és e célra átalakított falazóblokkokat használtuk. Ennek eredményeképpen a nyitott rejtéseket csináltunk, amelyben a robbanóanyag szagkiáramlása szabadon biztosított volt, hiszen az alkalmazott falazóblokkok kialakítása lehetővé tette a rejtett robbanóanyag olyan módú elhelyezését, hogy arra a kutya közvetlenül szimatmunkát tudott végezni. A feladathoz az alábbi robbanóanyagokat alkalmaztuk 50 gramm mennyiségben:

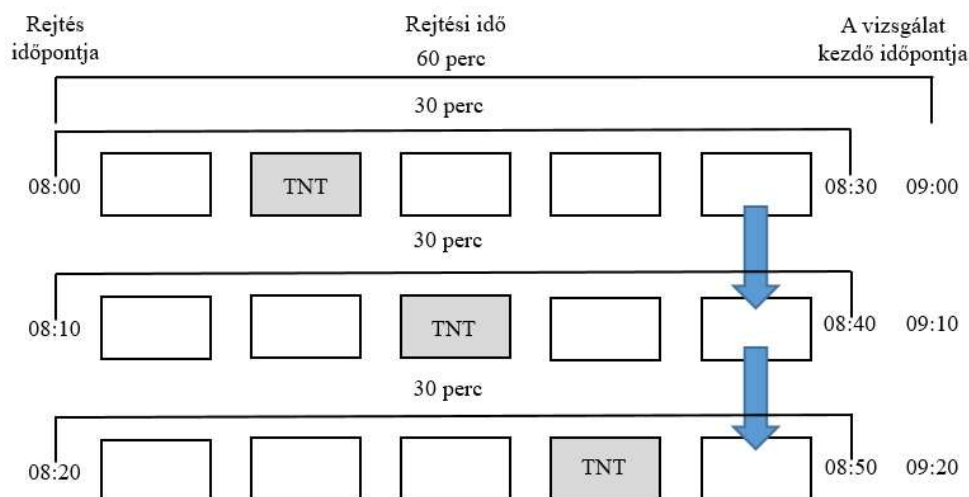
- a) TNT.
- b) Feketelőpor.
- c) Semtex H.
- d) C4
- e) AN

Az alkalmazható robbanóanyag mennyiségnek határt szabott, hogy a falazóblokkokban kialakított rejtésre szolgáló üregbe ennél a mennyiségnél több robbanóanyag nem helyezhető be. Ez elsőre talán kevésnek tűnhet, azonban szakmai tapasztalataim alapján kijelenthetem, hogy a kutyák teljesítményvizsgálatához, ilyen nyílt rejtés esetén ez a mennyiség megfelelő.

Továbbá a valós negatív és téves pozitív jelzések mérésének érdekében, olyan mérést is végeztünk, ahol robbanóanyag nem került rejtésre.

A vizsgálatban 10 kutya vett részt, amelyek ivara és fajtája mérés szempontjából nem meghatározó. A kutyakiképzők tájékoztatása alapján, minden kutya érvényes minősítéssel és megfelelő tapasztalattal rendelkezett. A vizsgálat során a kutyavezetők és kutyáik adatait nem használtam, a kutyák megkülönböztetésére egységes jelzést alkalmaztam K1-K10-ig. A feladat közben kétféle változót alkalmaztam. Egyik esetben a robbanóanyagok típusát változtattuk meg. Ebben az esetben a rejtési idő a nem volt meghatározó, a kutyák a feladatot egymást követve hajtották végre, de az egységes vizsgálat miatt a minimum rejtési időt 30 percen határoztam meg.

A másik esetben kiválasztottam a korábban az előző mérésnél alkalmazott robbanóanyagok közül két fajtát – TNT és feketelőpor – és a robbanóanyagok változtatása nélkül a mérés közben a rejtési időt változtattam meg úgy, hogy a tényleges vizsgálatokat 30, 60, 90, 120 és 180 perces rejtésnél végeztük el. A tényleges végrehajthatóság érdekében a 30 perces rejtési idő után 10 perc mérési időtartamot állapítottam meg, és az idő jobb kihasználásának érdekében az első kutya feladatvégrehajtását követően, több kutya is végrehajthatta a feladatot ugyanazon a vizsgálati helyszínen, amennyiben a végrehajtás a 10 perces mérési időtartamon belül volt. A gördülékeny végrehajtás érdekében három vizsgálati helyszínt alakítottunk ki, amelyek között a kutyákat megfelelő rendben mozgattuk az alábbiak szerint:



80. ábra: A levezetés rendjének elvi vázlatja, a rejtési idő megváltoztatásával

Forrás: A szerző szerkesztése

## *2. feladat: gépjárművek átvizsgálása*

A gépjárművek átvizsgálása feladattal az ellenőrző áteresztő ponton illetve a katonai ki- és berakodó helyeken végzett biztosítási feladatokat modellezzük. Ennek megfelelően a gépjárművön robbanóanyagot rejtettünk. A rejtett robbanóanyagokat minden esetben a gépjármű külső felületén helyeztük el, ugyanis a vezetőfülke és a rakodótér ilyen irányú alkalmazása, nagyon összetette tette volna a feladatot, ami véleményem szerint befolyásolta volna a vizsgálat eredményét és jelentősen megnövelte volna annak időtartamát. A feladatban az áru- és csomag ellenőrzéshez alkalmazott kutyák vettek részt, melyek esetében szintén a K1-K10-ig jelzést alkalmaztam.

A feladathoz az alábbi robbanóanyagokat alkalmaztuk 200 gramm mennyiségben:

- a) TNT.
- b) Feketelőpor.
- c) Semtex H.
- d) C4
- e) AN

A feladat közben ebben az esetben is kétféle változót alkalmaztam. Egyik esetben a robbanóanyagok típusát változtattuk meg. Ebben az esetben a rejtési idő a nem volt meghatározó, a kutyák a feladatot egymást követve hajtották végre, azonban a minimum rejtési időt 30 percen határoztam meg. A másik esetben az előző vizsgálatához képest nem a rejtési időt változtattam meg, hanem a robbanóanyag mennyiségét. Ugyanis ebben az esetben a gépjárművek összetett felépítése, illetve azok átvizsgálásakor alkalmazott kutatástaktikai módszerek miatt, a feladatvégrehajítás ideje nem számítható ki pontosan, így a pontos rejtési idő sem tartható.

A robbanóanyag mennyiség növelésekor két robbanóanyag típust választottam ki megvizsgálva, hogy mely anyagokból biztosítható a feladat végrehajtásához közel azonos nagyobb mennyiség. Ennek megfelelően TNT-ből 2,4 kg-ot, míg Semtex H-ből 2,5 kg-ot rejtettünk, az előző méréshez hasonlóan a gépjármű külső felületén. A minimális rejtési idő ebben az esetben is 30 perc volt és további időpontot nem határoztam meg, a kutyák egymást követve hajtották végre a feladatot.

## *3. feladat: helyiségek átvizsgálása*

A vizsgálat közben a preventív biztosítási feladatok során előforduló illetve az előzetes bejelentés alapján végrehajtott helyiségek átvizsgálását modelleztük. A helyiségek mérete

átlagosan 30-40 m<sup>2</sup> alapterületű, közepesen berendezett egykori katonai lakókörletek voltak. A robbanóanyagokat többségében félig nyitott rejtésként helyeztük el. A feladatban az előző vizsgálatokban is alkalmazott kutyák vettek részt, melyeket beazonosítás érdekében ebben az esetben is K1-K10-ig jelzéssel láttam el. A feladathoz az alábbi robbanóanyagokat alkalmaztuk 200 gramm mennyiségben:

- a) TNT.
- b) Feketelőpor.
- c) Semtex H.
- d) C4
- e) AN

A feladathoz a gépjármű átvizsgáláshoz hasonlóan, esetben is kétféle változót alkalmaztam. Egyik esetben a robbanóanyagok típusát változtattam meg. Ebben az esetben a rejtési idő a nem volt meghatározó, a kutyák a feladatot egymást követve hajtották végre, azonban a minimum rejtési időt 30 perc volt. A másik esetben az előző vizsgálatához hasonlóan a robbanóanyag mennyiségét változtattam meg. Ugyanis a helyiség kutatás összetettsége miatt a feladatvégrehajtás ideje nem számítható ki pontosan, így a pontos rejtési idő sem tartható.

A robbanóanyag mennyiség növelésekor ebben az esetben is két robbanóanyag típust választottam ki megvizsgálva, hogy mely anyagokból biztosítható a feladat végrehajtásához közel azonos nagyobb mennyiség. Ennek megfelelően TNT-ből 2,4 kg-ot, míg Semtex H-ből 2,5 kg-ot rejtettünk, az előző méréshez hasonlóan a helyiségekben félig nyitottan. A minimális rejtési idő 30 perc volt és további időpontot nem határoztam meg, a kutyák egymást követve hajtották végre a feladatot, úgy minden kutya két helyiséget vizsgált át, az egyikben volt robbanóanyag, míg a másikban nem, így az „üres rejtést” is végrehajtottuk.

#### 4.4.2 A vizsgálati mérések eredményei:

A feladatok mérési eredményeinek rögzítésekor az 1-3. feladatok esetében a valós pozitív (V+) és a téves negatív (T-) jelzéseket, míg az „üres rejtések” esetében a valós negatív (V-) és a téves pozitív (T+) jelzéseket alkalmazom.

Az 1. feladat mérési eredményei:

9. táblázat: Mérési eredmények a robbanóanyag típus megváltoztatásával

Kutya	Robbanóanyag típusa				
	TNT	Feketelőpor	Semtex H	C4	AN
K1	V+	V+	V+	V+	V+
K2	V+	V+	V+	V+	V+
K3	V+	V+	V+	T-	V+
K4	V+	V+	V+	V+	V+
K5	T-	V+	V+	V+	V+
K6	V+	V+	V+	V+	V+
K7	V+	T-	V+	V+	V+
K8	V+	V+	V+	V+	V+
K9	V+	V+	T-	V+	V+
K10	V+	V+	V+	V+	V+

Forrás: A szerző saját szerkesztése

10. táblázat: Mérési eredmények a rejtési idő megváltoztatásával, TNT rejtésekor

Kutya	Rejtési idő (perc)				
	30	60	90	120	180
K1	V+	V+	V+	V+	V+
K2	V+	V+	V+	V+	V+
K3	V+	V+	V+	V+	V+
K4	V+	V+	V+	V+	V+
K5	T-	V+	V+	V+	V+
K6	V+	V+	V+	V+	V+
K7	V+	V+	V+	V+	V+
K8	V+	V+	V+	V+	V+
K9	V+	V+	V+	V+	V+
K10	V+	V+	V+	V+	V+

Forrás: A szerző saját szerkesztése

11. táblázat: Mérési eredmények a rejtési idő megváltoztatásával, feketelőpor rejtésekor

Kutya	Rejtési idő (perc)				
	30	60	90	120	180
K1	V+	V+	V+	V+	V+
K2	V+	V+	V+	V+	V+
K3	V+	V+	V+	V+	V+
K4	V+	V+	V+	V+	V+
K5	V+	V+	V+	V+	V+
K6	V+	V+	V+	V+	V+
K7	T-	T-	V+	V+	V+
K8	V+	V+	V+	V+	V+
K9	V+	V+	V+	V+	V+
K10	V+	V+	V+	V+	V+

Forrás: A szerző saját szerkesztése

A 2. feladat mérési eredményei:

12. táblázat: Mérési eredmények a robbanóanyag típus megváltoztatásával

Kutya	Robbanóanyag típusa				
	TNT	Feketelőpor	Semtex H	C4	AN
K1	V+	V+	V+	V+	V+
K2	V+	V+	T-	V+	V+
K3	V+	V+	V+	V+	V+
K4	V+	V+	V+	V+	T-
K5	V+	V+	V+	V+	V+
K6	V+	V+	V+	V+	V+
K7	V+	T-	V+	V+	V+
K8	V+	V+	V+	V+	V+
K9	V+	V+	T-	V+	V+
K10	V+	V+	V+	V+	T-

Forrás: A szerző saját szerkesztése

13. táblázat: Mérési eredmények a robbanóanyag mennyiség megváltoztatásával

Kutya	Robbanóanyag típusa, mennyisége	
	TNT, 2,4 kg	Semtex H, 2,5 kg
K1	V+	V+
K2	V+	V+
K3	V+	V+
K4	V+	V+
K5	V+	V+
K6	V+	V+
K7	V+	V+
K8	V+	V+
K9	V+	V+
K10	V+	V+

Forrás: A szerző saját szerkesztése

A 3. feladat mérési eredményei:

14. táblázat: Mérési eredmények a robbanóanyag típus megváltoztatásával

Kutya	Robbanóanyag típusa				
	TNT	Feketelőpor	Semtex H	C4	AN
K1	V+	T-	V+	T-	V+
K2	V+	V+	V+	V+	V+
K3	V+	V+	V+	V+	T-
K4	T-	V+	V+	V+	T-
K5	V+	V+	V+	V+	V+
K6	V+	V+	V+	V+	V+
K7	V+	T-	V+	V+	V+
K8	V+	V+	V+	V+	V+
K9	V+	V+	V+	V+	V+
K10	V+	V+	V+	T-	V+

Forrás: A szerző saját szerkesztése

15. táblázat: Mérési eredmények a robbanóanyag mennyiség megváltoztatásával

Kutya	Robbanóanyag típusa, mennyisége	
	TNT, 2,4 kg	Semtex H, 2,5 kg
K1	V+	V+
K2	V+	V+
K3	V+	V+
K4	V+	V+
K5	V+	V+
K6	V+	V+
K7	V+	V+
K8	V+	V+
K9	V+	V+
K10	V+	V+

Forrás: A szerző saját szerkesztése

Az „üres rejtés” mérési eredményei:

16. táblázat: Mérési eredmények „üres rejtés” esetén

Kutya	A feladat típusa		
	1. feladat	2. feladat	3. feladat
K1	V-	V-	V-
K2	V-	V-	V-
K3	V-	V-	T+
K4	V-	V-	V-
K5	T+	V-	V-
K6	V-	V-	V-
K7	V-	V-	V-
K8	T+	T+	V-
K9	T+	V-	T+
K10	V-	V-	V-

Forrás: A szerző saját szerkesztése

4.4.3 A vizsgálati eredmények összesítése és azok értékelése:

17. táblázat: Az 1-3. feladat összesített adatai

1. feladat	Robbanóanyag típusa					Megjegyzés
	TNT	Lópor	Semtex	C4	AN	
Mérések száma	10	10	10	10	10	
Valós pozitív jelzés	9	9	9	9	10	
Téves negatív jelzés	1	1	1	1	0	
Hatékonyság (%)	90	90	90	90	100	
TNT rejtése esetén	Rejtési idő (perc)					Megjegyzés
	30	60	90	120	180	
Mérések száma	10	10	10	10	10	
Valós pozitív jelzés	9	10	10	10	10	
Téves negatív jelzés	1	0	0	0	0	
Hatékonyság (%)	90	100	100	100	100	
Feketelópor rejtése esetén	Rejtési idő (perc)					Megjegyzés
	30	60	90	120	180	
Mérések száma	10	10	10	10	10	
Valós pozitív jelzés	9	9	10	10	10	
Téves negatív jelzés	1	1	0	0	0	
Hatékonyság (%)	90	90	100	100	100	
2. feladat	Robbanóanyag típusa					Megjegyzés
	TNT	Lópor	Semtex	C4	AN	
Mérések száma	10	10	10	10	10	
Valós pozitív jelzés	10	9	8	10	9	
Téves negatív jelzés	0	1	2	0	1	
Hatékonyság (%)	100	90	80	100	90	
Nagy mennyiségű robbanóanyag esetén	Robbanóanyag típusa, mennyisége					Megjegyzés
	TNT, 2,4 kg		Semtex H, 2,5 kg			
Mérések száma	10		10			
Valós pozitív jelzés	10		10			
Téves negatív jelzés	0		0			
Hatékonyság (%)	100		100			
3. feladat	Robbanóanyag típusa					Megjegyzés
	TNT	Lópor	Semtex	C4	AN	
Mérések száma	10	10	10	10	10	
Valós pozitív jelzés	9	8	10	8	8	
Téves negatív jelzés	1	2	0	2	2	
Hatékonyság (%)	90	80	100	80	80	
Nagy mennyiségű robbanóanyag esetén	Robbanóanyag típusa, mennyisége					Megjegyzés
	TNT, 2,4 kg		Semtex H, 2,5 kg			
Mérések száma	10		10			
Valós pozitív jelzés	10		10			
Téves negatív jelzés	0		0			
Hatékonyság (%)	100		100			

Forrás: A szerző saját szerkesztése

18. táblázat: Az „üres rejtések” összesített adatai



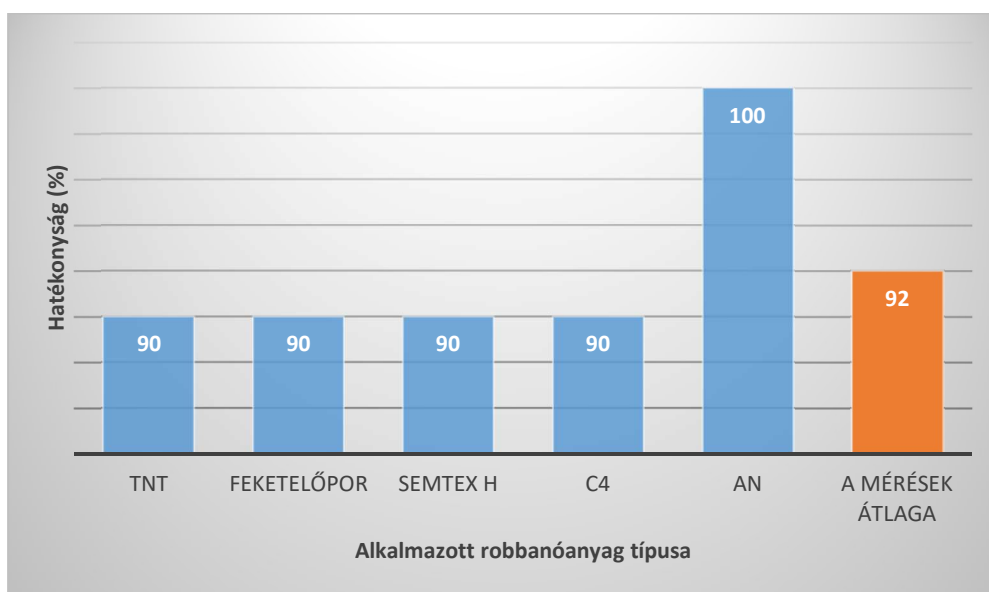
„Üres rejtés”	A végrehajtott feladat			Megjegyzés
	1. feladat	2. feladat	3. feladat	
Mérések száma	10	10	10	
Valós negatív jelzés	7	9	8	
Téves pozitív jelzés	3	1	2	
Hatékonyság (%)	70	90	80	

Forrás: A szerző saját szerkesztése

*Az 1. feladat eredményeinek értékelése:*

Az 1. feladat esetében a méréseket kétféle változtatással végeztük el. Az első esetben a robbanóanyag típusát, míg a másik esetben két kiválasztott robbanóanyag esetében azok rejtési idejét változtattam meg. Mindkét esetben a kutyák hatékonyságát a V+ és T- jelzések és a végrehajtott mérések számának aránya határozza meg. A mérési eredmények összesítését követően megfigyelhető, hogy a kutyák teljesítménye csaknem minden vizsgált robbanóanyag esetében egységes, összességében pedig 92 %.

A teljesítmény eltérések oka lehet, hogy az alkalmazott robbanóanyagok vegyi összetétele eltérő, így azok kipárolgása egységnyi idő alatt nem azonos szintű, ennek ellenére a legalacsonyabb teljesítménymutató is 90 %.



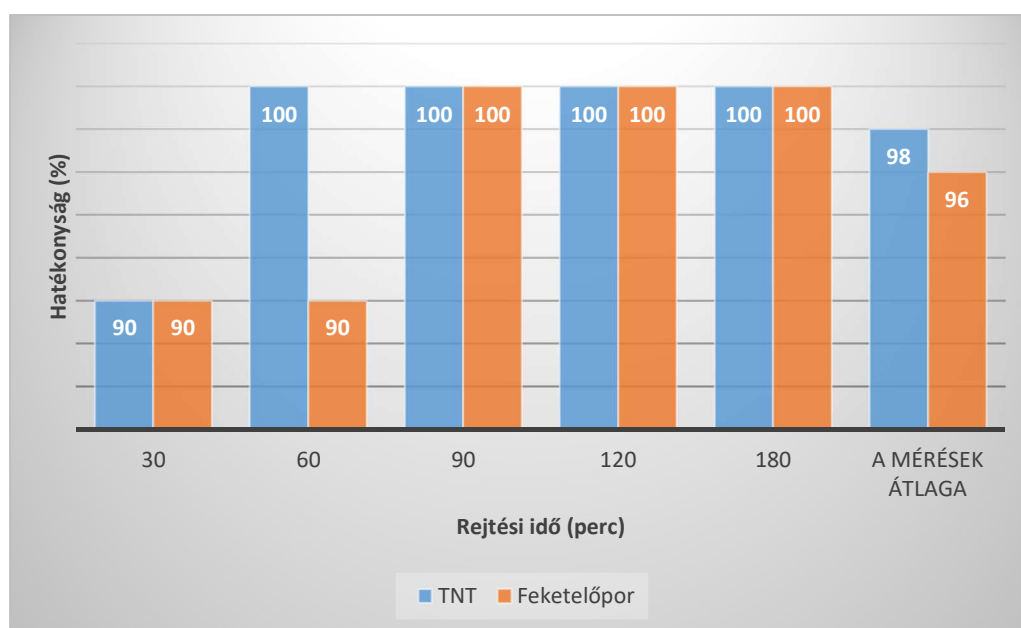
81. ábra: Előtalálási hatékonyság a robbanóanyagok típusának változtatásával

Forrás: A szerző szerkesztése

Véleményem szerint ezen kimagasló mérési eredmény egyáltalán nem meglepő, hiszen az alkalmazott nyitott rejtés esetén a szagmolekulák szabadon áramolhattak. Ezért úgy

gondolom, hogy egy ilyen viszonylag egyszerű feladat esetében ez a teljesítmény egy megfelelően képzett robbanóanyag-kereső kutyától elvárható.

A másik esetben két eltérő tulajdonságú robbanóanyagot választottam ki és a rejtési időt változtattuk. A mért eredmények alapján megállapítható, hogy a 30 perces rejtések esetén a kutyák 90 %-os előtalálási hatékonyságot mutattak mindkét robbanóanyag esetében. Ezen érték megegyezik előző vizsgálat átlagos teljesítménymutatójával. A rejtési idő növelésével a V+ mérések aránya is növekedett és a 90 perces rejtési időnél már mindkét robbanóanyag esetében a hatékonyság elérte a 100 %-ot.



82. ábra: Előtalálási hatékonyság a rejtési idő változtatásával

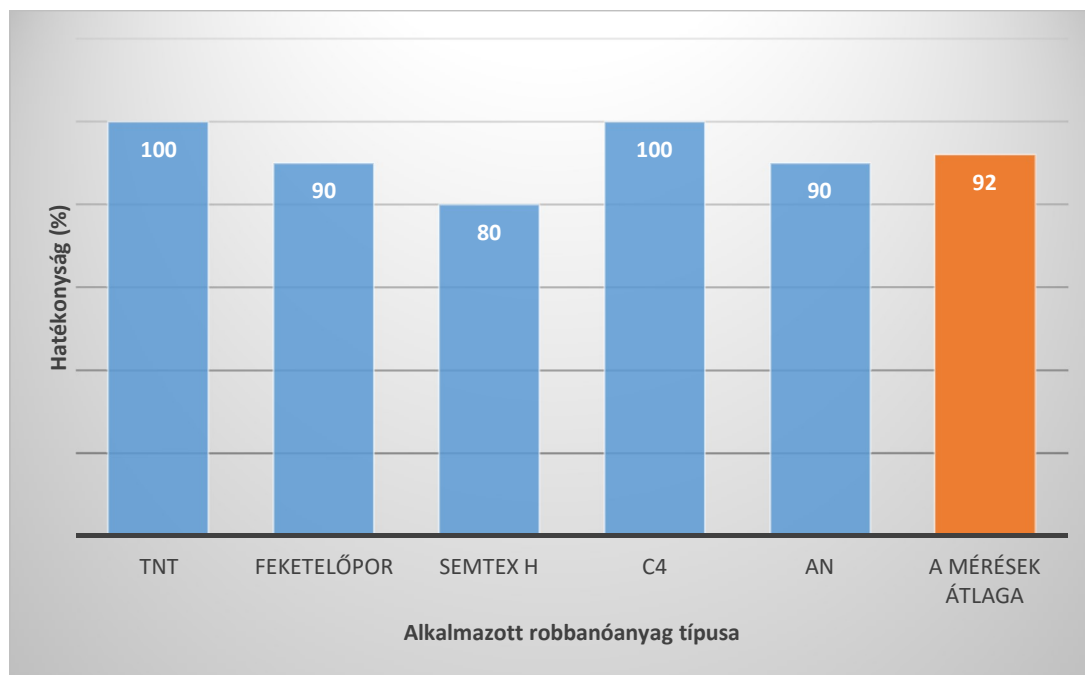
Forrás: A szerző szerkesztése

Mindkét feladat igazolja a kutyák kiemelkedő hatékonyságát, ezért úgy vélem, azok az ilyen típusú felderítési feladatok terén kellő megbízhatósággal alkalmazhatók.

*Az 2. feladat eredményeinek értékelése:*

Az 2. feladat esetében is a méréseket kétféle változtatással végeztük el. Az első esetben a robbanóanyag típusát, míg a másik esetben két kiválasztott robbanóanyag esetében azok mennyiségét változtattam meg. Mindkét esetben a kutyák hatékonyságát a V+ és T- jelzések és a végrehajtott mérések számának aránya határozza meg. A mérési eredmények összesítését követően megfigyelhető, hogy a kutyák teljesítménye a különböző robbanóanyagok esetében 80% és 100 % között változott és összesített eredmény szintén 92 % volt.

A feladat adatainak elemzése közben felfigyeltem arra, hogy a feketelópor alkalmazásakor a többi rejtett robbanóanyagokhoz képest nagyobb számban fordult elő T-jelzés, ami jelentősen befolyásolja a mérési mutatókat. Ezt a problémát részletesebben megvizsgálva megállapítottam, hogy a T- mérési eredményeket a legtöbb esetben a K7- es kutya szolgáltatta, ezért erre a 3. feladat esetében kiemelt figyelmet fordítottam.

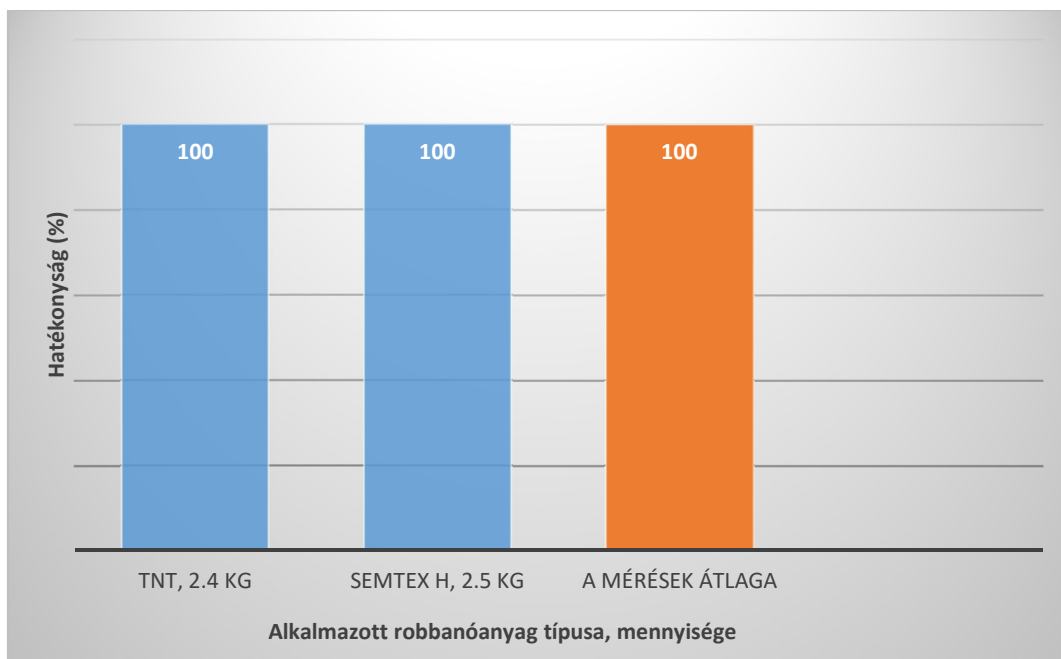


83. ábra: Előtalálási hatékonyság a robbanóanyag típusának változtatásával

Forrás: A szerző szerkesztése

A 2. feladat eredményeinek értékelésekor meg kell jegyezni, hogy az 1. feladathoz képest a rejtett robbanóanyagok mennyiségét négyszeresére növeltük, míg ezzel párhuzamosan az átvizsgálendő felület nagysága sokszorosára nőtt. Továbbá a falazóblokkoknál alkalmazott nyitott rejtéssel ellentétben, ebben az esetben félig nyitott rejtést alkalmaztunk, illetve a gépjármű átvizsgálása kutatástaktikai módszerek alkalmazását tekintve is lényegesen összetettebb feladat, mint az áru- és csomagátvizsgálás. Mindezek ismeretében a 92 %-os átlag teljesítménymutatót kiváló szintűnek értékelem.

A kiválasztott robbanóanyagok mennyiségének növelését követően, a kutyák mindkét rejtett robbanóanyag típus esetében 100 %-os teljesítményt nyújtottak.

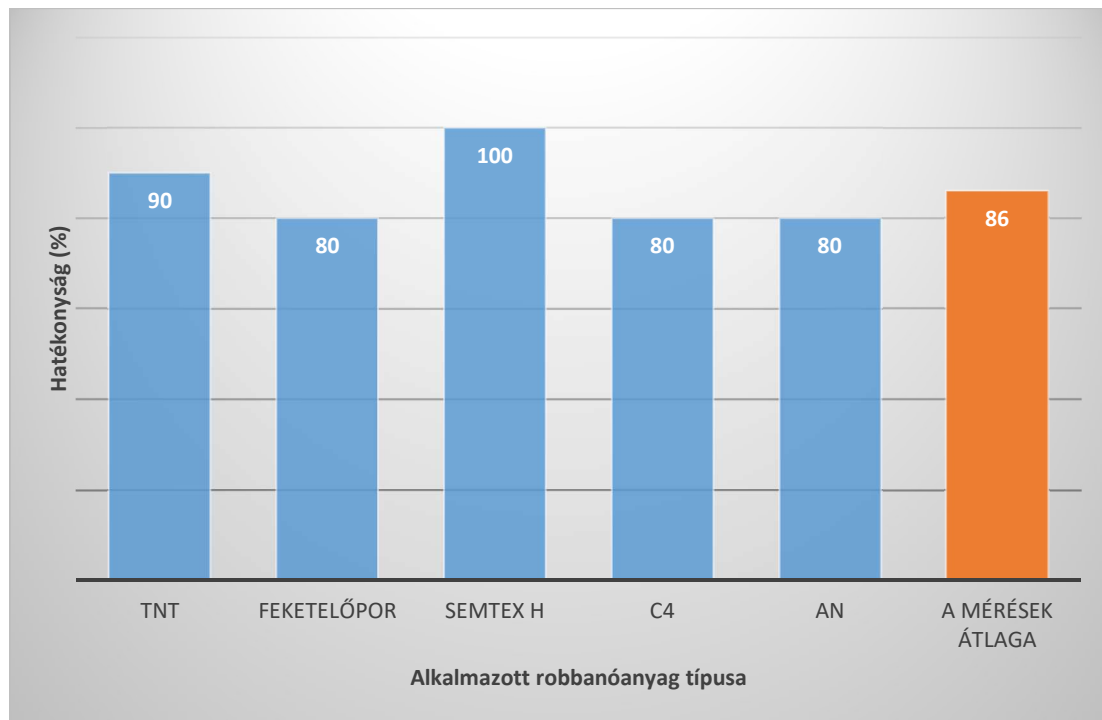


84. ábra: Előtalálási hatékonyság a robbanóanyag mennyiségének változtatásával

Forrás: A szerző szerkesztése

Az 3. feladat eredményeinek értékelése:

A 3. feladat esetében is a méréseket kétféle változtatással végeztük el. A 2. feladathoz hasonlóan első esetben a robbanóanyag típusát, míg a másik esetben két kiválasztott robbanóanyag esetében azok mennyiségét változtattam meg. A robbanóanyag típusának megváltoztatásával mért V+ és T- jelzések arányainak tanulmányozása közben megállapítható, hogy ebbe az esetben is kutyák teljesítménye 80 % és 100 % között változott. Azonban a gépjármű átvizsgáláshoz képest az egyes robbanóanyagok előtalálási hatékonysága alacsonyabb szintű, így a feladat összesített eredménye is alacsonyabb szintű, mindösszesen 86 %. Úgy gondolom ennek egyik oka, az átvizsgálendő felület megnövekedett mérete lehet, miközben a robbanóanyag mennyisége továbbra is 200 gramm volt. A változás másik oka a feladat összetettségében keresendő, hiszen a gépjárműátvizsgáláshoz képest – amikor is mindösszesen egyetlen objektumot kell a kutyáknak átvizsgálni – ebben az esetben egy lényegesen összetettebb körülmények között kellett a kutyáknak a feladataikat megoldani.



85. ábra: Előtalálási hatékonyság a robbanóanyag típusának változtatásával

Forrás: A szerző szerkesztése

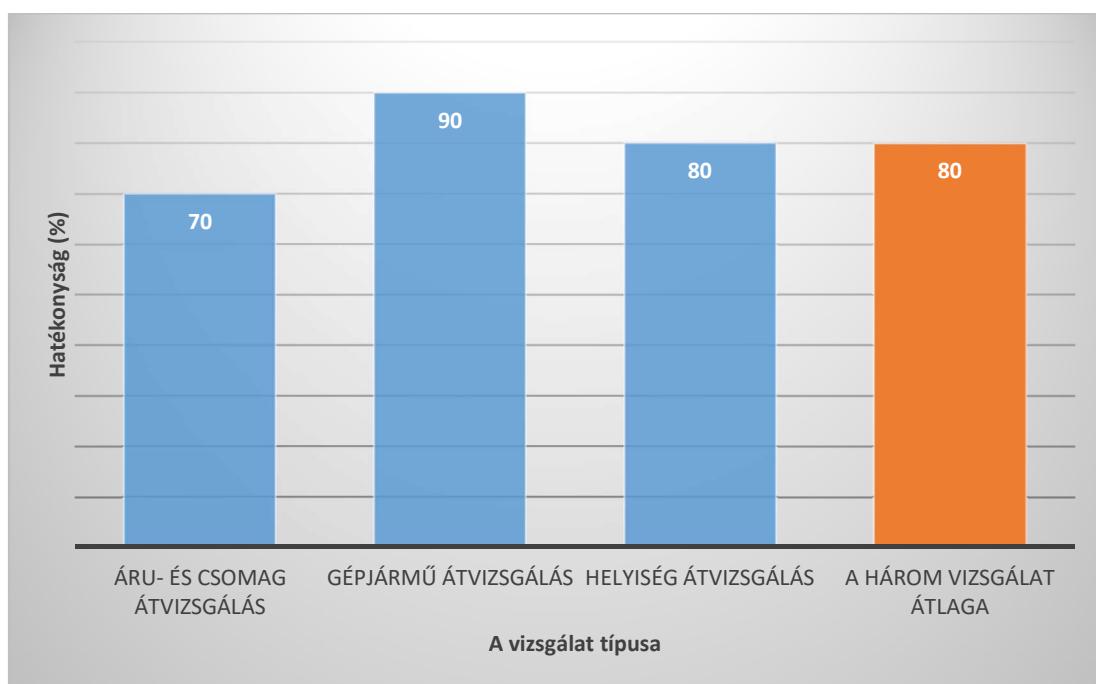
A feketelőporral alkalmazásakor ebben az esetben is T- eredmény született a K7 kutya esetében. Ez egyértelműen szagtársítási problémát jelent, vagyis a K7 kutya nem ismeri fel a feketelőport, ezért az eredményeket megosztottam a kutyakiképzőkkel. Hiszen tanulmányok<sup>459</sup> igazolják, hogy az egyes robbanóanyagok típus ismeretének fejlesztésével javítható a kutya általános szagképismerete és ez által a kutya megbízhatósága. Mindezek ismeretében a K7 kutya esetében ismételt kondicionálást javasoltam a vizsgált anyagra. A kiválasztott robbanóanyagok mennyiségének növelését követően, a kutyák a 2. feladathoz hasonlóan mindkét rejtett robbanóanyag típus esetében 100 %-os teljesítményt nyújtottak.

*Az „üres rejtések” eredményeinek értékelése:*

Az előző vizsgálatokkal ellentétben az „üres rejtések” esetén, a sikeres munka meghatározója a kutya jelzésének hiánya, hiszen a vizsgálati területen nem rejtettünk robbanóanyagot. Ennek megfelelően az ilyen típusú feladatoknál a kutyák hatékonyságát a V- és T+ mérések, összes mérési számhoz viszonyított aránya határozza meg. Ez a hatékonyság az 1. feladat esetében volt a legalacsonyabb szintű, ahol a 10 kutyából 3 kutya T+ jelzést tett. Ez arra vezethető vissza,

<sup>459</sup> JOHNSTON, J. M.(1999): Canine Detection Capabilities: Operational Implications of Recent R&D Finding, Institute for Biological Detection Systems, Auburn University, 5. In: [http://webcanine.com/wp-content/uploads/2007/04/k-9\\_det\\_capabilities.pdf](http://webcanine.com/wp-content/uploads/2007/04/k-9_det_capabilities.pdf) (Letöltés időpontja: 2021. 11. 07.)

hogya a feladathoz alkalmazott falazóblokkok nagyon ismerősek a kutyák számára, hiszen azok alkalmazása alapját képezi a tanfolyami képzésüknek, szinten tartó képzésüknek és továbbképzésüknek. A falazóblokkokba rejtett robbanóanyagok segítségével tanulják meg a kutyák robbanóanyagok szaganyagát, az érzékelésük esetén elvárt jelzsmódot, illetve az úgynevezett sorolás technikáját, amelynek ismeretében például képesek lesznek a talajra helyezett csomagok átvizsgálására. Következésképpen a kutyák számára nehezen elképzelhető, hogy éppen e falazóblokkokba nem rejtettünk robbanóanyagot. Ez véleményem szerint a kutyákban kognitív disszonanciát eredményez, amelynek hatásra megnő T+ jelzések száma. Mindezt a másik két feladat esetében mért adatok is igazolják, hiszen azon esetekben a V-mérések száma nagyobb értéket mutat.



86. ábra: Hatékonyaság „üres rejtés” esetén

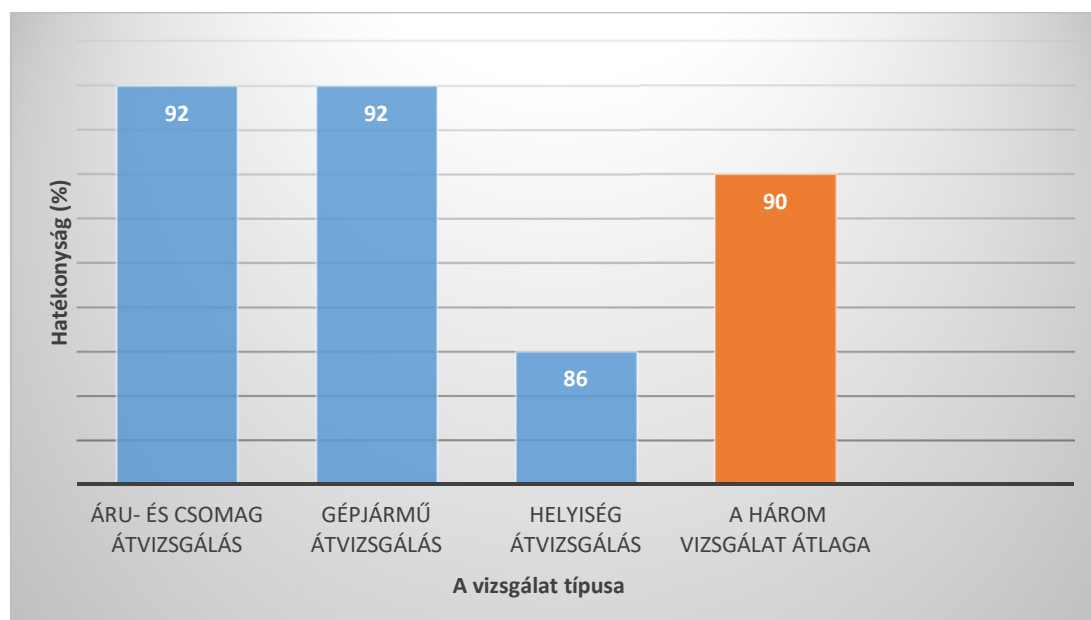
Forrás: A szerző szerkesztése

A 2-3. feladatok esetében a T+ jelzések háttérében, a kutyák eredményre történő törekvése, azaz a kutyavezetővel szembeni megfelelni vágyás áll. Gyakorlati tapasztalataim alapján kijelenthetem, hogy ezen T+ jelzések mennyisége az ilyen típusú feladatoknál annál magasabb minél hosszabb a keresési feladat időtartama. Továbbá jelentős befolyásoló tényező a feladat és a környezet monotonitása, amely hosszútávon a kutya ingerspecifikus kifáradását eredményezheti, amely hatására szintén megnő a T+ jelzések száma, vagy szélsőséges esetben a kutya nem fog szimatmunkát végezni. De mindenképp a kockázata megfelelő kiképzési módszerekkel csökkenthető, így növelhető a V- jelzések aránya és a kutya megbízhatósága,

ezáltal a kutyába vetett alkalmazói bizalom. Ugyanakkor véleményem szerint a T+ jelzés a „kisebbik rossz”, hiszen az alkalmazott eljárásrendeknek megfelelően a jelzés megerősítésének érdekében ismételt átvizsgálást tesz szükségessé, illetve egyéb rendszabályok bevezetését teszi szükségessé, de a biztonságra gyakorolt hatása nem mérhető, hiszen nincs robbanóanyag. Ugyanakkor ellentétes esetben, ugyanez már nem jelenthető ki.

#### *A hatékonysági vizsgálatok összesített értékelése*

Tekintettel arra, hogy a három vizsgálat alatt eltérő változókat is alkalmaztam, összehasonlításukhoz azon mérési eredményeket használom, amelyek mindhárom esetben előfordulnak, vagyis a robbanóanyagok változtatásával kapott értékeket, egészen pontosan azok átlagát.



87. ábra: *Robbanóanyag-kereső kutyák összesített hatékonysága*

*Forrás: A szerző szerkesztése*

A mért adatok elemzése alapján megállapítható, hogy az elvégzett feladatok tekintetében a robbanóanyag-kereső kutyák összesített hatékonysága 90 %. Úgy vélem ez az érték kiemelkedően jó szintű, így magas megbízhatósági mutatóval szolgál a kutyákat alkalmazó szervezeteknek. Különösen azért mert, a vizsgálatok közben szándékosan kerültem a tiszta, labor körülmények közötti mérést, így a mért adatok valós körülmények közötti kutatási feladatok eredményei. Természetesen ezen érték romolhat amennyiben az alkalmazási terület körülményei jelentősen eltérnek a vizsgálatkor alkalmazott körülményektől. Azonban a vizsgálat alatt tapasztaltak alapján teljes bizonyossággal kijelenthetem, hogy magyarországi alkalmazás esetén ezen értékek irányadónak tekinthetők.

## 4.5 A KISMÉLYSÉGŰ AKNAKUTATÓ MŰSZEREK ÉS A ROBBANÓANYAG-KERESŐ KUTYÁK ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA

Az összehasonlítóvizsgálat végrehajtása közben, alapvetően a talajszint alatt elhelyezett robbanószerkezetek felkutatását modelleztem, továbbra is követve a valóság hú feladatok kidolgozásának alapelvét. Ennek megfelelően, a vizsgálathoz hat különböző helyszínt alakítottam ki.

### 4.5.1 Az összehasonlító vizsgálatok ismertetése

Az 1. helyszínen 2,5 kg SEMTEX-H robbanóanyagot rejtettünk, burkolat nélkül. Ezzel imitálva, egy olyan robbanószerkezetet, amelynek alkotóelemei sem tartalmazznak fémeket. A 2. helyszínen, ugyancsak 2,5 kg SEMTEX-H robbanóanyagot alkalmaztunk, azonban ebben az esetben a robbanóanyagot egy fém kazettába helyeztük el, ezzel modellezve egy közepes méretű aknát vagy rögtönzött robbanószerkezetet.



88. ábra: A 2. számú rejtési helyen elhelyezett eszköz a telepítés előtt

Forrás: A szerző felvétele

A következő rejtési helyeken, szabvány katonai robbanószerkezeteket helyeztünk el. A 3. számú helyen egy 10 cm-es magyar romboló gránát maradványát (a féltört gránát fenékrészét), míg a 4. helyen egy 82 mm-es szovjet aknavető gránátot kupakkal, az 5. helyen pedig egy 15 cm-es német repesz-romboló gránátot rejtettünk tárolócsavarral.

A vizsgálati helyszíneken elhelyezett robbanószerkezetek mérete, annak fém- és robbanóanyag tartalma ugyan eltérő volt, de telepítési mélységet úgy határoztam meg, hogy a robbanószerkezeteket borító talajtakaró ne legyen nagyobb, mint 20 cm. A vizsgálatokat az MH Hadikikötő kijelölt területén végeztük el, ahol a talaj közepesen laza szerkezetű, töltött és helyenként gyengén fémszennyezett. Úgy vélem ez ideális helyszín a vizsgálathoz, hiszen az



esetleges hadszíntéri alkalmazás esetén sem várható fémmentes környezet, és így biztosított annak realiztikus végrehajtása. A 6. feladatban a valós negatív és téves pozitív jelzések mérésének érdekében, kijelöltem egy területet, amelynek határain belül sem robbanóanyagot, sem robbanószerkezetet nem helyeztünk el. A vizsgálatot egyaránt elvégezzük minden eszközzel, úgy hogy a műszerekkel végrehajtott mérések számát a kutyákkal végrehajtott mérések számához igazítottam és azokkal azonos számban<sup>460</sup> hajtottuk végre. Az első mérés rejtési idejét a feladatok jellegéből adódóan - a robbanóanyag-kereső kutyák hatékonyságvizsgálatához képest - megnöveltem, így a vizsgálatokat 60 és 180 perc között hajtottuk végre három alkalommal, óránkénti ütemezéssel. Figyelembe véve a feladatban résztvevő kutyák létszámát és az egyes feladatok végrehajtásához szükséges időt, valamint a kutyák szükségszerű pihentetését, a vizsgálati napon a feladatokat egymást követően két különböző helyszínen rendeztük be. A rejtési időhöz kapcsolódó tűréshatárt 15 percben határoztam meg. Tekintettel arra, hogy a műszerek esetében a rejtési idő irreleváns, a feladatokat minden eszközzel csak a kutyák mennyiségével megegyező számban hajtottuk vége úgy, hogy minden mérést új feladatként kezeltünk, azaz minden esetben ki- és bekapcsoltuk, illetve kalibráltuk az eszközöket. Ugyanezt a módszert alkalmaztuk az üres rejtés esetén is.

4.5.2 Az összehasonlító vizsgálat során alkalmazott eszközök és mért eredmények:

- a) VALLON VMH-3, kismélységű aknakutató műszer;
- b) VALLON VMH-4, kismélységű aknakutató műszer;
- c) VALLON VMXC1-3, kismélységű aknakutató műszer;
- d) Az MH 1. HTHE állományában szolgáló robbanóanyag-kereső kutyák.

---

<sup>460</sup> A vizsgálat végrehajtására 9 robbanóanyag-kereső kutya állt rendelkezésre. A vizsgálat időpontjában mindegyik kutya érvényes minősítéssel és kutyavezetők beszámolója alapján közel azonos tapasztalattal rendelkezett. A kutyák fajtája, ivara és életkora eltérő volt, azonban ezen adatok a mérés szempontjából nem meghatározóak.

1. számú feladat	Alkalmazott eszközök					Megjegyzés
	VMH-3	VMH-4	VMXC1-3	Kutya		
Rejtési idő (perc)	A vizsgált szempontjából nem értelmezhető			60	120	180
Végrehajtott mérések száma	9	9	9	9	9	9
Valós pozitív jelzések száma	0	0	0	5	8	9
Téves negatív jelzések száma	9	9	9	4	1	0
Hatékonyság (%)	0	0	0	55,55	88,88	100
<b>2. számú feladat</b>	<b>VMH-3</b>	<b>VMH-4</b>	<b>VMXC1-3</b>	<b>Kutya</b>		
Rejtési idő (perc)	A vizsgált szempontjából nem értelmezhető			60	120	180
Végrehajtott mérések száma	9	9	9	9	9	9
Valós pozitív jelzések száma	9	9	9	0	3	5
Téves negatív jelzések száma	0	0	0	9	6	4
Hatékonyság (%)	100	100	100	0	33,33	55,55
<b>3. számú feladat</b>	<b>VMH-3</b>	<b>VMH-4</b>	<b>VMXC1-3</b>	<b>Kutya</b>		
Rejtési idő (perc)	A vizsgált szempontjából nem értelmezhető			60	120	180
Végrehajtott mérések száma	9	9	9	9	9	9
Valós pozitív jelzések száma	9	9	9	5	8	9
Téves negatív jelzések száma	0	0	0	4	1	0
Hatékonyság (%)	100	100	100	55,55	88,88	100
<b>4. számú feladat</b>	<b>VMH-3</b>	<b>VMH-4</b>	<b>VMXC1-3</b>	<b>Kutya</b>		
Rejtési idő (perc)	A vizsgált szempontjából nem értelmezhető			60	120	180
Végrehajtott mérések száma	9	9	9	9	9	9
Valós pozitív jelzések száma	9	9	9	0	6	8
Téves negatív jelzések száma	0	0	0	9	3	1
Hatékonyság (%)	100	100	100	0	66,66	88,88
<b>5. számú feladat</b>	<b>VMH-3</b>	<b>VMH-4</b>	<b>VMXC1-3</b>	<b>Kutya</b>		
Rejtési idő (perc)	A vizsgált szempontjából nem értelmezhető			60	120	180
Végrehajtott mérések száma	9	9	9	9	9	9
Valós pozitív jelzések száma	9	9	9	0	0	1
Téves negatív jelzések száma	0	0	0	9	9	8
Hatékonyság (%)	100	100	100	0	0	11,11

19. táblázat: Az összehasonlító vizsgálat 1-5. feladat összesített adatai Forrás: A szerző szerkesztése saját mérési eredmények alapján

#### 4.5.3 A vizsgálati eredmények összesítése és azok értékelése

Az 1. számú vizsgálati helyszínen mért eredmények gyakorlatilag igazolták a „papírformát”, hiszen a rejtés nem tartalmazott fémet és viszonylag nagy mennyiségű robbanóanyagot helyeztünk el burkolat nélkül. Ennek megfelelően mindhárom műszer típus esetén a valós pozitív jelzés nulla volt. A kutyák esetében megfigyelhető, hogy a rejtési idő növekedésével nőtt az előtalálási hatékonyság, hiszen egyre több robbanóanyag molekula abszorbeálódott a talajban és a talajfelszín feletti levegőrétegben. Ennek megfelelően a harmadik óra végére a kutyák hatékonysági mutatója 100 % lett.

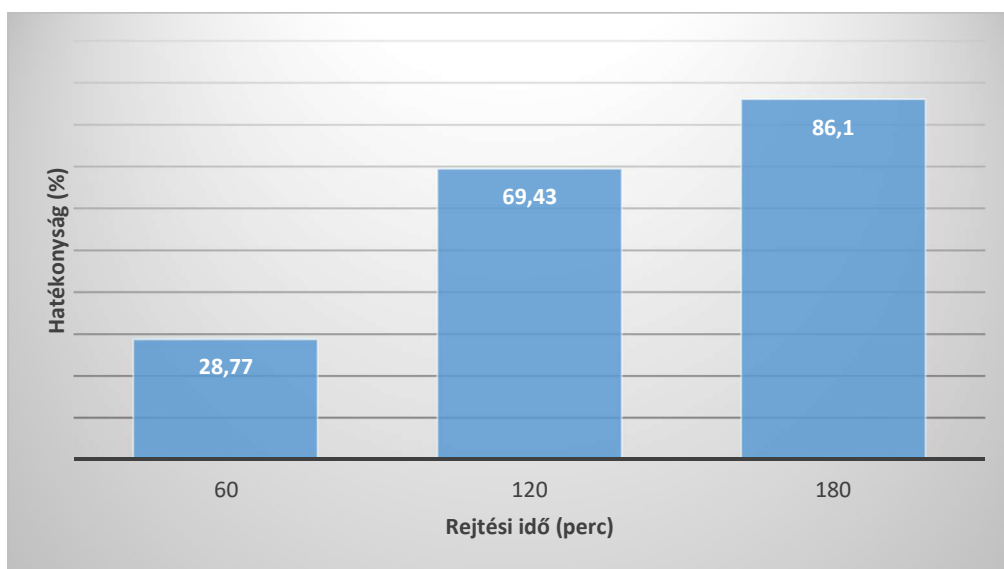
A 2. vizsgálati helyszínen az előző feladatban alkalmazott robbanóanyagmennyiség egy fém kazettában lett elhelyezve, vagyis az 1. számú rejtéshez képest jelentősen megnőtt a fémtartalom. Ennek eredményeképpen mindhárom műszer teljes hatékonysággal mutatta ki a robbanószerkezet jelenlétét. A robbanóanyag kazettába helyezése miatt, azonban a kutyák hatékonysága jelentősen romlott. Az első méréskor, amikor a rejtés 60 perces volt, egyetlen kutya sem mutatott valós pozitív jelzést. Ennek oka valószínűleg az, hogy a fémkazetta teteje jól szigetelt és az eltelt idő alatt nem került érzékelhető mennyiségű szagmolekula a vizsgálati területre. Ezt alátámasztja az is, hogy a 2. és 3. mérés esetén már nőtt az előtalálási hatékonyság, de még így is a harmadik óra végére csak a fele volt az első feladathoz képest.

A 3. feladat estében az eredmények az előző kettő kombinációját mutatták. Ami nem meglepő, hiszen a rejtett robbanótest maradvány nagymértékben tartalmazott fémet, és mivel gránát egyik fele nem volt lezárva, így az abban lévő robbanóanyag szabadon tudott párologni. Ennek megfelelően a vizsgálat során a műszerek is és a harmadik óra végére a kutyák is teljes hatékonyságot mutattak.

A 4. feladatban egy aknavető gránátot rejtettünk. Ami az előző feladathoz képest közel azonos mennyiségű robbanóanyagot és fémet tartalmazó eszköz, azonban ebben az esetben a robbanóanyag kupakkal volt lezárva, így kissé akadályoztuk a szagmolekulák szabad kiáramlását. Ennek eredményeképpen a kutyák teljesítménye közel 20 %-al csökkent, míg a műszerek ebben a feladatban is teljes hatékonyságot mutattak.

A negyedik feladat eredményeiből kiindulva, az 5. feladatnál az előző eredmények javulását vártam, hiszen a méretében lényegesen nagyobb robbanószerkezet több robbanóanyagot is tartalmazott. Az eredmények azonban nem ezt igazolták. A műszerek ebben az esetben is teljes hatékonyságot mutattak, ami egyáltalán nem meglepő egy ilyen méretű gránát esetében, azonban a kutyák az első és második mérés során sem mutattak eredményes

jelzést és három óra elteltével is a pozitív jelzések aránya mindössze 11,11 % volt. Ennek oka alapvetően az lehet, hogy a nagyobb robbanóanyag mennyiség ellenére kevesebb szagmolekula került a levegőbe. Ugyanis amíg az előző rejtésnél, az aknavető gránát szájnnyílását egy a szállítás biztonságos végrehajtása miatt felhelyezett védőkupak zárta le, úgy ebben az esetben, a gyújtófészekben egy gyári tárolócsavar volt, ami abban menetesen kapcsolódott. A menetes kapcsolódás miatt valószínűsíthetően, szinte tökéletes zárás alakult ki, ami megakadályozta a robbanóanyag kipárolgását a vizsgált időegység alatt, így jelentősen megnehezítve a kutyák alkalmazását. A vizsgálat közbeni egy pozitív jelzés is véleményem szerint inkább a kutya tanácstalanságából adódó pótcselekvésnek minősül, így nem tekinthető a mérés szempontjából tanult és tudatos viselkedésnek. Mindezek után úgy gondolom, hogy amennyiben a hatékonysági adatokat szeretném objektíven összegezni, akkor a kutyák esetében nem szabad az 5. feladat eredményeit figyelembe vennem, mert az jelentősen torzítaná az eredményt és így az nem mutatna valós képet. Ennek megfelelően a robbanóanyag-kereső kutyák hatékonysága a rejtési idő figyelembevételével, talajszint alatt elhelyezett robbanószerkezetek esetében az alábbi értékeket mutatja:



89. ábra: A robbanóanyag-kereső kutyák hatékonysága a rejtési idő figyelembevételével

Forrás: A szerző szerkesztése

Ugyan ilyen megfontolásból, a műszerek hatékonyság adatainak összesítésekor sem veszem figyelembe az 1. feladat mérési eredményeit, hiszen abban az esetben a fémtartalom nem volt mérhető. Ezért az összehasonlító vizsgálat alatt mért adatok összesítése és értékelése során nem veszem figyelembe az 1. és 5. feladat mért eredményeit. Vagyis csak 2-4. rejtések

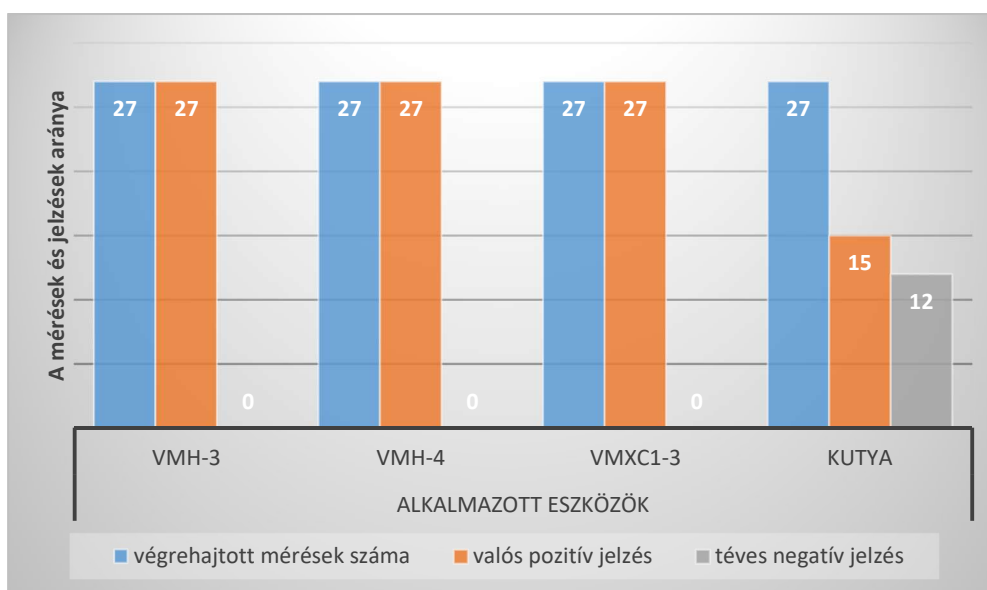
eredményeit hasonlítom össze, hiszen ezen feladatok esetében, mind a műszerek mind pedig a kutyák esetében adottak voltak a feltételek az eredményes méréshez.

20. táblázat: A mérések összesített adatai a 2-4. feladatok esetében

Összesített értékelés	Alkalmazott eszközök				Megjegyzés
	VMH-3	VMH-4	VMX-C	kutya	
Mérések robbanóanyag rejtéssel					
Végrehajtott mérések száma	27	27	27	81	
Valós pozitív jelzés	27	27	27	44	
Téves negatív jelzés	0	0	0	37	
Hatékonyság (%)	100	100	100	54,32	

Forrás: A szerző szerkesztése

Az összesített eredmények egységes kiértékelésének érdekében, a műszerekkel végzett mérések számát vettem kiindulási alapnak, ezért az arányosság miatt a kutyákkal végzett mérések és jelzések számát elosztottam hárommal. Ezzel a művelettel az arányokat nem változtattam meg, viszont az eredmények grafikonon történő megjelenítésekor egységes léptékben tudom azokat szemléltetni.

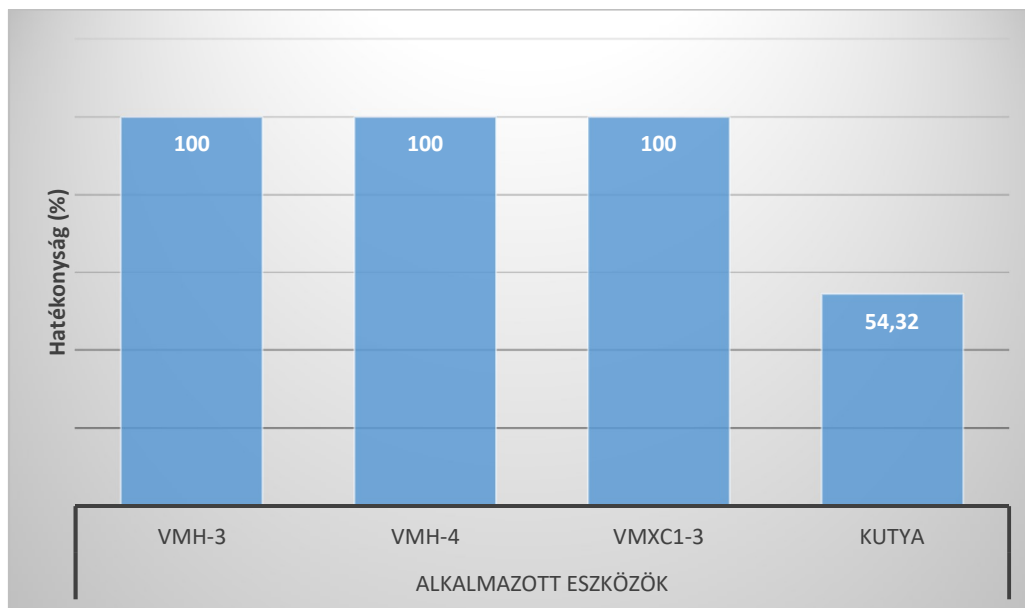


90. ábra: A mérések összesített értékelése

Forrás: A szerző szerkesztése

A végrehajtott mérések darabszámához viszonyított valós pozitív és téves negatív jelzések arányát tanulmányozva megállapítható, hogy az összehasonlító vizsgálat alapján a talajszint alatt elhelyezett robbanószerkezetek felderítésére az MH-ban rendszeresített kismélységű aknakutató műszerek jobban alkalmazhatóak, mint a robbanóanyag-kereső

kutyák. A következtetés logikusnak is tűnik, hiszen az eszközök átlagos hatékonysága a 2-4. feladatok esetében 100 %, míg a kutyák esetében ez az érték megközelítőleg csak a fele.



91. ábra: A vizsgált eszközök és kutyák összesített hatékonysága

Forrás: A szerző szerkesztése

Azonban a hatékonyság megállapítása ezen feladatok estében korántsem ennyire egyértelmű. Ugyanis figyelembe kell venni azt, hogy míg az alkalmazott eszközök viszonylag egyszerű felépítéssel és működési mechanizmussal rendelkező szerkezetek, addig a kutyák szagérzékelése egy rendkívül összetett biológiai folyamat, amelyet számos tényező<sup>461</sup> befolyásolhat. Továbbá a legfontosabb különbség az, mint ahogyan arra a fejezet bevezetőjében is utaltam, az MH 1. HTHE állományában szolgáló robbanóanyag-kereső kutyák kiképzési programja és azok teljesítménybírálati rendje nem tartalmaz ilyen irányú feladatokat, azaz a kutyák az ilyen feladatokra nincsenek felkészítve, addig a műszerek kifejezetten erre a célra lettek kifejlesztve. Mindezek után teljesen logikusan fogalmazódhat meg a kérdés: hogy akkor miért is hasonlítottam össze ezt a két teljesen különböző elven működő „eszközt”? Ezen kérdés megválaszolása nem ennyire egyszerű, hiszen az egy kicsit összetettebb választ igényel. A kutyák evolúciós fejlődésük folyamán az emberrel ellentétben megtartották földközelségüket. Következésképpen a talajfelszín szimatolása a természetes viselkedésük része, amely által információkat gyűjtenek a környezetüket illetően és azokat feldolgozzák. Vagyis a terepkutatást nem kell különösebben tanítani a kutyáknak, pusztán ezt a természetes magatartást kell

<sup>461</sup> A 3. fejezetben ismertettem a biológiai alapú felderítést befolyásoló tényezőket, úgymint az időjárás, a hőmérséklet, a szél, stb.

összekapcsolni a tanult szaganyaggal és az arra történő elvárt válaszreakcióval, vagyis hogy a kutya kívánt módon jelezze az elrejtett robbanóanyagot. Mindez után úgy gondolom, hogy a körülmények ismeretében a vizsgálatok összesítésekor megállapított 54,32 %-os hatékonyság, egyáltalán nem számít rossz értéknek. Mindazonáltal, a teljes értékeléshez fontos még megvizsgálunk a 6. feladat eredményeit is.

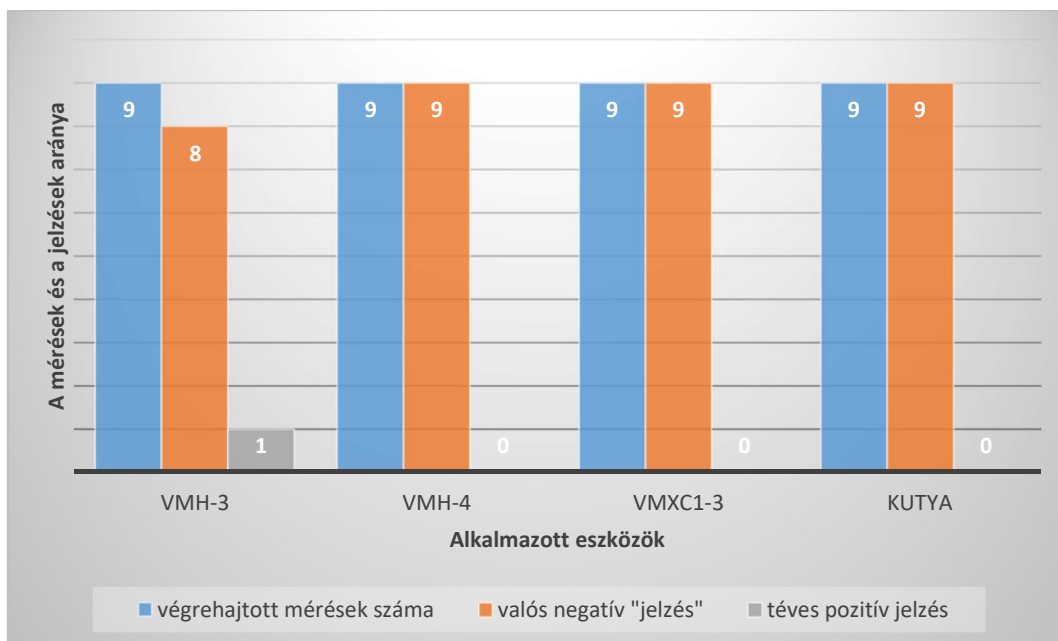
21. táblázat: Az összehasonlító vizsgálat 6. feladat mért adatai

„Üres rejtés”	Alkalmazott eszközök				Megjegyzés
	VMH-3	VMH-4	VMXC1-3	kutya	
Végrehajtott mérések száma	9	9	9	9	
Valós negatív „jelzés”	8	9	9	9	
Téves pozitív jelzés	1	0	0	0	
Hatékonyság (%)	88,88	100	100	100	

Forrás: A szerző szerkesztése

A 6. feladatban egy olyan területet vizsgáltunk, amelynek határain belül nem helyeztünk el robbanóanyagot vagy robbanószerkezetet. Ennek megfelelően az értékelés alapját ebben az esetben a V-, illetve a T+ jelzések száma és a végrehajtott mérések darabszámához viszonyított aránya határozza meg. Az előzőekben végrehajtott feladatokkal ellentétben, ebben az esetben a fő hangsúly a negatív „jelzésen” van, vagyis hogy a vizsgálatba bevont eszközök és kutyák nem tegyenek robbanószerkezet jelenlétére utaló jelzést. A vizsgálat során a VMH-3 típusú műszer kivételével a többi esetben a hatékonyság 100 % volt, vagyis T+ jelzés nem fordult elő. A VMH-3 műszer esetében egy esetben volt T+ jelzés, ennek oka véleményem szerint a terület kismennyiségű fémszennyezettsége<sup>462</sup> lehet, hiszen ez a műszer a másik kettőhöz képest lényegesen érzékenyebb a fémszennyezettségre, de az eredmény mögött állhat kezelői vagy kalibrálási hiba is.

<sup>462</sup> Korábban folytattak vizsgálatokat más módszerekkel, ahol a hatékonyság 56.6-100 % között volt. Az eredményeket abban az esetben is jelentősen befolyásolta a terület fémszennyezettsége. In: PADÁNYI József et. al (2008): Aknakeresés neurális hálózat segítségével, Műszaki Katonai Közlöny, 18. évfolyam, 1-4. szám, 103-122.



92. ábra: A 6. feladat összesített értékelése

Forrás: A szerző szerkesztése

#### 4.5.4 A vizsgálatok biztonsági, környezetvédelmi és etikai tényezői

A vizsgálatokhoz szükséges robbanóanyagot és robbanószerkezeteket előzetes egyeztetés alapján, az MH 1. Tűzsz. és fő. e. tűzserész- és kutyakiképzői szakállománya biztosította részemre. A rejtések és a visszatelepítések alkalmával is, az alkalmazott műszaki harcanyagok és gránátok kezelését ezen szakállomány végezte, a megtervezett feladatok és iránymutatásaim alapján, a vonatkozó biztonsági rendszabályok maximális betartása mellett. Továbbá a kutatásomhoz kapcsolódó összehasonlító- és hatékonyságvizsgálatokat minden esetben a vonatkozó környezet- és munkavédelmi rendszabályok maradéktalan betartásával hajtottuk végre. A robbanóanyag-kereső kutyák és aknakutató műszerek alkalmazása közben betartottuk azok kezelésére vonatkozó szabályokat, továbbá a kutyák alkalmazása közben nagy hangsúlyt fektettünk az állatvédelem rendszabályainak betartására is. A vizsgálatok alatt személyi sérülés és anyagi kár nem keletkezett, illetve a kutyák alkalmazásával kapcsolatban állategészségügyi esemény, illetve etikai kérdés nem merült fel.

#### 4.6 ÖSSZEGZÉS, RÉSZKÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A fejezetben bemutattam a robbanóanyag-kereső kutyák hatékonyság vizsgálatának, továbbá a kutyák és a kismélységű aknakutató műszerek összehasonlító vizsgálatának érdekében tervezett feladatokat és azok végrehajtásának a rendjét. Ismertettem a mérések eredményeit, azokat elemeztem és összesítettem. Az összesített eredményeket értékeltem és következtetéseket



vontam le, illetve javaslatokat fogalmaztam meg, továbbá a jobb szemléltetés céljából azokat grafikonokon is ábrázoltam.

A robbanóanyag-kereső kutyák különböző szempontok szerinti hatékonyság vizsgálatának összesített 90 %-os eredménye megerősítette bennem a több éves szakmai tapasztalatomból és más tanulmányokból származó azon véleményt, miszerint a kutyák alkalmazásának sajátos körülményei ellenére is, azok az egyik leghatékonyabb módszernek számítanak a robbanóanyag felderítésben.

Úgy vélem, hogy a kutyák és a kismélységű aknakutató műszerek összehasonlító vizsgálata merőben újszerű, hiszen a vizsgálatok közben egymástól eltérő működési elvű „eszközöket” hasonlítottam össze. Mindezek alapján a vizsgálatok új eredménnyel szolgálnak az azokat alkalmazó katonai kötelékek számára.

A vizsgálatokat nyáron, száraz melegben hajtottuk végre és ilyen körülmények között néhány kivételtől eltekintve a vegyi eredetű szagok (ld. robbanóanyag) általában intenzíven felfelé terjednek.<sup>463</sup> Ezért, úgy vélem, hogy a későbbiekben érdemes lenne a vizsgálatokat megismételni más időjárási körülmények között is.

A vizsgálatokhoz szabvány robbanóanyagokat és azokkal töltött katonai robbanószerkezeteket alkalmaztunk, azonban ahogyan arra már korábban is utaltam a talajszint alá rejtett robbanószerkezetek mellett az IED jelenti a legnagyobb veszélyt a katonai kötelékekre. Ennek ismeretében úgy vélem, hogy a keresőkutyákat nem kizárólag a szabvány robbanóanyagok ismeretére kell megtanítani, hanem az IED fő töltetét alkotó HME-re is. Ez azonban korántsem egyszerű feladat. Az HME mintái azok tulajdonságainak figyelembevételével nem kezelhetőek a hagyományos robbanóanyag szagmintákhoz hasonlóan - így eredeti állapotukban nem használhatóak a kutyakiképzés során - hiszen azok alkalmazása túl nagy biztonsági kockázattal járna. Elsőre kézenfekvő megoldásnak tűnhet, hogy a kutyáknak a kiképzés közben az HME alkotóelemeit tanítsák meg, azonban ez nem biztosítaná a kívánt eredményt, ugyanis a kutyák nem képesek a prekursorokból összetett szagképet előállítani, mivel a kutya a tanulási folyamatok közben szagkomplexet tanul. Ezen alapelveket számos kísérlettel bizonyították.<sup>464</sup> Véleményem szerint, erre a problémára megoldást a szagazonos, de

---

<sup>463</sup> Szagkezelési technológiák, II. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia összefoglalója, 2006. június 1–2., Pécs, [http://www.omikk.bme.hu/collections/mgi\\_fulltext/kornyezet/2006/07/0705.pdf](http://www.omikk.bme.hu/collections/mgi_fulltext/kornyezet/2006/07/0705.pdf) (Letöltés:2018.11.13.)

<sup>464</sup> HELTON, William S. (2009): Canine Ergonomics, The science of the working dogs, CRC Press, 146.

valós robbanóanyagot nem tartalmazó helyettesítő anyagok<sup>465</sup> alkalmazása jelenti. Ilyen anyagok elérhetőek a kereskedelmi forgalomban és a kutyakiképzés közbeni hatékonyságukat már számos vizsgálat<sup>466 467</sup> is igazolta. Ezen anyagok hazai alkalmazása véleményem szerint egyáltalán nem kutatott terület, így a jövőben célszerű lehet a kutyakiképzést és az azzal kapcsolatos kutatást ilyen irányban kiszélesíteni.

Továbbá véleményem szerint, szükséges lehet, a terepkutatási feladatok beépítése az EDD kiképzési programba, illetve teljesítményvizsgálati rendbe, ezáltal és az ilyen irányú rendszeres gyakorlásokkal növelhető a talajszint alá elhelyezett robbanószerkezetek felkutatási hatékonysága. Hiszen képzett aknakereső kutyák esetében gyakorlati tapasztalatok igazolják, hogy azok kedvező időjárás- és talajnedvességi körülmények között képesek a talajszint alá helyezett aknáknak közel 95% -ának helyzetét pontosan jelezni.<sup>468</sup>

Mindezek alapján, a kutyák terepkutatási hatékonyságának növelése érdekében kidolgoztam egy szakkiképzési programot, amelyet az alábbiakban ismertetek:

---

<sup>465</sup> Az úgynevezett helyettesítő vagy pszeudo anyag nem tartalmazza az eredeti vegyületet, azaz nem tartalmaz robbanóanyagot, de kipárolgási tulajdonsága nagy hasonlóságot mutat az eredeti anyag kipárolgási és abszorpciós tulajdonságaival.

<sup>466</sup> SHELDAHL, Kevin (2011): Bomb Dog Training Aid Evaluation, <https://leerburg.com/scentlogix.htm> (Letöltés: 2021. 11. 08.)

<sup>467</sup> HARVES, Nate – THOMAS, Lorna: Scentlogix Detection Training Aids Double Blind Study, <https://sportwaffenk9.com/scentlogix-detection-training-aids-double-blind-study/> (Letöltés: 2021. 10. 24.)

<sup>468</sup> MACDONALD 2003: 68.

# A terepkutatás szakkiképzés tárgyköreinek tartalma és óraszámja

## 1. tárgykör: alapismeretek

*Kiképzés célja:* Megismertetni a kutyavezetőket a különféle terepek jellemzőit, azok kutatásra gyakorolt hatásaival. Megismertetni a talajszinten vagy a talajszint alatt elhelyezkedő robbanószerkezetekkel szennyezett területen történő mozgás szabályait, azok felderítésének és felismerésének módszereit. Megismertetni az aknafelderítés és a biztonságos átjáró létesítésének feladatait és a keresőkutyával végrehajtható eljárásrendet, annak rendszerét és szabályait.

### 1. foglalkozás: Alapismeretek

Tartalma: A terep fajtái, a domborzat, valamint a növényzettel fedett és átszegdelt terep fő jellemzői, azok hatása a robbanószerkezet felderítésre, különös tekintettel a kutyák alkalmazhatóságára. A terepkutatási feladatok közben a robbanóanyag-kereső kutyák alkalmazását nehezítő, illetve gátló tényezők. A terepkutatás általános biztonsági rendszabályai.

### 2. foglalkozás: A terepkutatás módszerei I.

Tartalma: A terepkutatás módszerei és az alkalmazható eljárások talajszint alatt és a fölött elhelyezett robbanószerkezetek esetében, sík terepen, továbbá növényzettel fedett terepen.

### 3. foglalkozás: A terepkutatás módszerei II.

Tartalma: A terepkutatás módszerei és az alkalmazható eljárások vízi akadályok és azok partszakaszain elhelyezett robbanószerkezetek esetében.

### 4. foglalkozás: Aknakutatás

Tartalma: A kutyával történő aknakutatás módszereinek ismertetése, a végrehajtásra vonatkozó speciális szabályok.

### 5. foglalkozás: Biztonságos átjáró létesítése

Tartalma: A kutyával történő biztonságos átjáró létesítésének lehetséges módszerei.

## 2. tárgykör: terepkutatási gyakorlatok

*Kiképzés célja:* Gyakoroltatni a kutyavezetőkkel és kutyáikkal a különféle fajtájú és összetettségű terepen végzett kutatási feladatokat. Az eljárásrendek begyakorlása és az önálló, illetve csapatban történő kutatási tevékenységek begyakorlása. A kutyák és vezetőik kiképzettségi szintjének megfelelő gyakorlatok alkalmazásával a megszerzett ismeretek megszilárdítása, szinten tartó kiképzések végrehajtása, továbbá a kikészítettségi szint növelése.

1. **foglalkozás:** Terepkutatás I.

Tartalma: A kutyavezetők és a robbanóanyag kereső kutyák képzése és gyakoroltatása nyílt terepen, talajszinten és talajszint alá rejtett robbanóanyag alkalmazásával.

2. **foglalkozás:** Terepkutatás II.

Tartalma: A kutyavezetők és a robbanóanyag kereső kutyák képzése és gyakoroltatása szegdelt, növényzettel fedett terepen, talajszinten és talajszint alá rejtett robbanóanyag alkalmazásával.

3. **foglalkozás:** Terepkutatás III.

Tartalma: A kutyavezetők és a robbanóanyag kereső kutyák képzése és gyakoroltatása vízi akadályok és azok partszakaszain elhelyezett robbanóanyagok alkalmazásával.

4. **foglalkozás:** Aknakutatás

Tartalma: A kutyavezetők és a robbanóanyag kereső kutyák képzése és gyakoroltatása a különféle aknásított területeken, az egyes aknák felderítésének gyakorlása. A csoportmunka gyakorlása aknacsoportok és aknamezők felderítési feladatai során.

5. **foglalkozás:** Biztonságos átjáró létesítése

Tartalma: A kutyavezetők és a robbanóanyag kereső kutyák képzése és gyakoroltatása a kutyával történő biztonságos átjáró létesítésének feladatai során. Megközelítési útvonalak felderítése veszélyes pont átvizsgálása érdekében, illetve aknamezőről történő mentés esetén.

### 3. tárgykör. Ellenőrző-felmérő foglalkozások

Kiképzés célja: Meggyőződni arról, hogy a katonák és robbanóanyag-kereső kutyáik a kiképzés során megfelelő szinten elsajátították az oktatók ismereteket és rendelkeznek a felkészítési szintnek megfelelő kompetenciákkal.

1. **foglalkozás:** Ellenőrző-felmérő foglalkozás

Tartalma: A szaktanfolyam lezárását követő elméleti és gyakorlati vizsga végrehajtása. A terepkutatási ismeretek szintjének felmérése, amelyet minden esetben a robbanóanyag-kereső kutyákra érvényes értékelési és teljesítménybírálati rendnek megfelelően, azzal összhangban kell végrehajtani.

2. **foglalkozás:** Komplex gyakorlat

Tartalma: Terepkutatási feladatok végrehajtása kutyával, komplex gyakorlat keretében. A kutyavezetők más szakterülettel történő együttműködésének felmérése, illetve a parancsnoki állomány gyakoroltatása, a kutyák alkalmazásának megtervezése és vezetése terén.

*22. táblázat: A terepkutatás kiképzés tárgyköreinek javasolt óraszám*

Tárgykör	Foglalkozás	Megnevezés	Óraszám	
			Elmélet	Gyakorlat
1.TK.	1. foglalkozás	Alapismeretek	2	-
	2. foglalkozás	Terepkutatás módszerei I.	2	-
	3. foglalkozás	Terepkutatás módszerei II.	2	-
	4. foglalkozás	Aknakutatás	2	-
	5. foglalkozás	Biztonságos átjáró létesítése	1	-
2.TK.	1. foglalkozás	Terepkutatás I.	-	12
	2. foglalkozás	Terepkutatás II.	-	12
	3. foglalkozás	Terepkutatás III.	-	6
	4. foglalkozás	Aknakutatás	-	6
	5. foglalkozás	Biztonságos átjáró létesítése	-	6
3.TK.	1. foglalkozás	Ellenőrző-felmérő foglalkozás	-	3
	2. foglalkozás	Komplex gyakorlat	-	6
<b>Kiképzési óraszám összesen:</b>			<b>9</b>	<b>51</b>
			<b>60</b>	

*Forrás: A szerző szerkesztése.*

A javasolt kiképzési tárgykörök kutyavezetők szakfelkészítésébe történő beépítésével véleményem szerint növelhető a kutyák alkalmazásához kapcsolódó eljárások eszköztára, ezáltal szélesítve azok alkalmazhatóságának vertikumát és növelve a katonai kötelékek biztonságát.

# ÖSSZEGZÉS, KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK, ELÉRT EREDMÉNYEK, TOVÁBBI KUTATÁST IGÉNYLŐ TERÜLETEK

## ÖSSZEGZÉS, KÖVETKEZTETÉSEK

Az értekezés első fejezetében az egységes értelmezés érdekében ismertetem az értekezésben használt fogalmakat, és a kutatási témámhoz legjobban illeszkedő szempontok alapján rendszereztem a robbanóanyagokat és a robbanószerkezeteket. Bemutattam a kutatás témájához leginkább kapcsolódó robbanószerkezetek főbb jellemzőit és alkalmazásuk sajátosságait és megvizsgáltam a katonai kötelékek biztonságát leginkább veszélyeztető robbanószerkezeteket.

A második fejezetben áttekintem a robbanóanyagok és robbanószerkezetek fejlődését, továbbá azok felderítésének történetét 700-tól napjainkig. A kidolgozáshoz kapcsolódó irodalom feldolgozása közben megállapítottam, hogy a robbanószerkezetek felderíthetőségére való igény azonos időre nyúlik vissza, mint a robbanószerkezetek alkalmazása. Vagyis az elmúlt évszázadok katonai cselekményei során a robbanószerkezetek felderítés mindvégig hangsúlyos területnek számított.

A harmadik fejezetben ismertetem a robbanószerkezetek felderíthetőségének alapelveit. Bemutattam a robbanószerkezetek felderítéséhez alkalmazható eszközöket és módszereket, illetve azok főbb jellemzőit az általam felállított szempontrendszer alapján. A fejezet megírása közben megállapítottam, hogy katonai gyakorlatban alkalmazott robbanószerkezet és robbanóanyag felderítési módszerek legfontosabb alapkövetelménye a valósídejűség, vagyis a robbanóanyagok jelenlétét a vizsgálat pillanatában ki kell tudni mutatni. Ezért a katonai alkalmazási követelményeknek nem minden eljárás felel meg. Ugyan is vannak olyan eljárások amelyek nagyon magas megbízhatósággal alkalmazhatóak labor környezetben, de nem felelnek meg a katonai alkalmazás követelményeinek. A fejezetben meghatároztam azokat a paramétereket amelyek befolyásolják vagy meggátolják az egyes eljárások és eszközök alkalmazását, továbbá meghatároztam azok alkalmazásával összefüggő előnyöket és hátrányokat, továbbá a lehetséges katonai alkalmazhatóságot.

A negyedik fejezetben ismertetem az MH-ban rendszeresített kismélységű aknakutató eszközök, valamint a robbanóanyag-kereső kutyák összehasonlításának érdekében elvégzett vizsgálataimat, továbbá ismertetem a kutyák hatékonyságának megállapítása érdekében

elvégzett kutatási eredményeimet. Az összehasonlító vizsgálatok eredményeit elemezve megállapítottam, hogy szükséges lehet, a terepkutatási feladatok beépítése az EDD kiképzési programba. A kiképzési a program megváltoztatására irányuló elgondolásomat a fejezet végén ismerttettem.

## A KUTATÁSI CÉLKITŰZÉSEKKEL KAPCSOLATOS HIPOTÉZISEK VIZSGÁLATA:

A kutatási célkitűzésekkel kapcsolatos hipotézisek vizsgálata után az alábbi eredményeket kaptam:

1. *Hipotézis:* A robbanószerkezetek felépítésének és alkalmazási elveinek tanulmányozásával megállapítható azon eszközök köre, amely kiemelt veszélyforrásként jelennek meg a katonai műveletek során.

*Következtetés:* A felállított hipotézist igazoltam. A különféle robbanószerkezetek alkalmazási elveit megvizsgálva megállapítottam, hogy a katonai műveletek során a műveleti területen szolgáló katonákra az aknák és a rögtönzött robbanószerkezetek jelentik a legnagyobb veszélyt, így az erők védelme feladatok során, a személyi állomány nagyobb védelmének megteremtése érdekében ezen csoportba sorolható eszközök felderítésére, mint a robbanószerkezetek elleni védekezés egyik lehetőségére kell a legnagyobb hangsúlyt fordítani.

2. *Hipotézis:* A felderítési lehetőségek összegyűjtésével, az alkalmazható módszerek és eljárások egységes rendszerbe foglalásával, illetve az eljárások átfogó vizsgálatával, az alkalmazásuk előnyeire és hátrányaira, valamint katonai alkalmazhatóságára irányuló elemzéssel biztosítható, hogy az adott katonai művelethez leginkább illeszkedő felderítési módszer kerüljön alkalmazásra.

*Következtetés:* A felállított hipotézist igazoltam. A robbanószerkezetek különféle felderítési lehetőségeinek elemzésével, azok összehasonlításával, megállapítottam az egyes módszerek előnyeit és hátrányait, továbbá javaslatot tettem azok katonai műveletekben történő alkalmazási lehetőségeire.

3. *Hipotézis:* Az egyes eszközök és eljárások valós hatékonyságának megállapítása érdekében elvégzett hatékonyság vizsgálat, illetve összehasonlító vizsgálat eredményeinek elemzésével növelhető a robbanószerkezetek felderítési hatékonysága a katonai műveletek során.

*Következtetés:* A felállított hipotézist igazoltam. Vizsgálati módszert dolgoztam ki a robbanóanyag-kereső kutyák valós hatékonyságának mérésére és az elvégzett vizsgálatok

eredményeinek értékelését követően, megállapítottam azok valós hatékonyságát. Összehasonlító vizsgálatot dolgoztam a talajszint alatt elhelyezett robbanószerkezetek felkutatása során alkalmazott katonai aknakutató eszközök és robbanóanyag-kereső kutyák hatékonyságvizsgálatának érdekében. Az elvégzett mérésekkel megállapítottam azok alkalmazási hatékonyságát. A vizsgálatok eredményei támpontot jelentenek a katonai döntéshozatal során, hogy az adott szakfeladathoz leginkább alkalmazható módszer kerüljön alkalmazásra.

4. *Hipotézis:* Az IED felderítési lehetőségek rendszerezésén és átfogó vizsgálatán alapuló kiképzés korszerűsítési javaslatokkal a személyi veszteségek megelőzhetők vagy csökkenthetők.

*Következtetés:* A felállított hipotézis igazoltam. Értekezésemben javaslatot tettem egy a tényleges összehasonlító vizsgálat eredményein alapuló kiképzési tematika bevezetésére, amellyel növelhető a robbanóanyag-kereső kutyák hatékonysága a talajszint alatt elhelyezett robbanószerkezetek felderítése során. Azonban annak gyakorlati megvalósítása a vezetői akarat és a rendelkezésre álló erőforrások együttes teljesülése esetén lehetséges.

5. *Hipotézis:* A szakkifejezések pontosításával, azok egységes alkalmazásával és fogalmi, tartalmi meghatározásával bővíthető a magyar katonai kifejezés és szókészlet.

*Következtetés:* A felállított hipotézist részben igazoltam. Kidolgoztam az egyes, a robbanószerkezetek felderítéséhez kapcsolódó szakkifejezések kifejezések tartalmát és javaslatot tettem az új kifejezések elfogadására, azok bevezetésére. Azonban a szakterülethez kapcsolódó teljes kifejezésekészlet vizsgálata egy átfogó megközelítésen alapuló részletesebb vizsgálatot követel, amelynek végrehajtása túlmutat ezen értekezés keretein.

## A KIDOLGOZÁS SORÁN ELÉRT ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Megvizsgáltam a hagyományos és rögtönzött robbanószerkezetek által a műveletekben résztvevő katonákra leselkedő veszélyforrásokat. Kutattam, összegyűjtöttem és rendszereztem a leggyakrabban alkalmazott robbanószerkezeteket. Megvizsgáltam a különféle robbanószerkezetek felépítését, alkalmazásuk jellemzőit. Meghatároztam azon eszközök csoportját, amelyek kiemelt veszélyforrásként jelennek meg a katonai műveletek során.
2. Kutattam, rendszereztem és az összefüggéseket feltárva beazonosítottam a robbanószerkezetek felderíthetőségének lehetőségeit. Összehasonlító elemzést



folytattam és az általam felállított szempontrendszer szerint egységes keretbe foglaltam a robbanóanyag- és robbanószerkezet felderítő eszközöket, illetve módszereket. Elemzéseim és következtetésem alapján rámutattam azok előnyeire, hátrányaira, melyek alapján meghatároztam a módszerek és eszközök katonai alkalmazási lehetőségeit.

3. A Magyar Honvédségben elsőként, kidolgoztam és megterveztem a robbanóanyag-kereső kutyák valós hatékonyság vizsgálatának módszereit. Az elvégzett vizsgálataim alapján igazoltam és bizonyítottam a kutyák magas szintű megbízhatóságát a felderítési feladatok során. Összehasonlító vizsgálat keretén belül elemeztem az MH-ban rendszeresített robbanóanyag-kereső kutyák és kismélységű aknakutató műszerek hatékonyságát a talajszint alatt elhelyezett robbanószerkezetek felkutatása közben. Elemzéseim és következtetésem alapján rámutattam az alkalmazott eszközök és módszerek esetleges fejlesztési vagy szinkronizálási lehetőségeire, javaslatot tettem az azokhoz kapcsolódó kiképzési tematika megváltoztatására.
4. Összegyűjtöttem, elemeztem és értékeltem a rögtönzött robbanószerkezetek folyamatosan változó alkalmazásának elveit, újszerű módszereit és eszközrendszerét. Az IED felderítési lehetőségeit megvizsgálva, bizonyítottam azon módszereket, amelyek legjobban alkalmazhatóak a katonai műveletekben.
5. Megvizsgáltam a kutatási területhez kapcsolódó magyar katonai terminológiát és megállapítottam azon szakterülethez tartozó kifejezések körét, amelyek véleményem szerint ki- vagy átdolgozásra szorulnak. Javaslatot tettem egyes kifejezések pontosítására, illetve új fogalmak és kifejezések bevezetésére.

## JAVASLATOK ÉS AJÁNLÁSOK A KUTATÁSI EREDMÉNYEK ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGE

Az értekezésem elméleti és gyakorlati felhasználhatóságára vonatkozó ajánlásaim:

1. A kutatás során összegyűjtött robbanóanyag- és robbanószerkezet felderítő módszerek és eljárások elemzésével, rendszerbe foglalásával és katonai alkalmazási lehetőségeinek vizsgálatával olyan tanulmány készült el, amely a későbbiekben segítséget nyújthat szakmai kézikönyvek, szabályzatok, jegyzetek és segédletek elkészítéséhez.
2. Az értekezés megfelelő alapot biztosít a robbanószerkezetek elleni harc feladataira történő felkészülésben, illetve alapot biztosít ugyanezen témakörben egy parancsnoki kézikönyv egyes részeinek elkészítéséhez.

3. Az elvégzett hatékonysági vizsgálatok eredményei hozzájárulnak a robbanóanyag-kereső kutyákba vetett bizalom erősítéséhez, illetve az összehasonlító vizsgálat eredménye elősegíti a szakterületi döntéshozatalt az adott körülményekhez legjobban igazodó felderítési módszert illetően, ezáltal meggyorsítva a parancsnoki döntéshozatal folyamatát. A vizsgálatok tapasztalatai rámutattak a meglévő rendszerek megváltoztatásának szükségességére, ezáltal új kiképzési módszerek és kiképzéstechnikai anyagok implementálására a robbanószerkezetek felderítését végző katonák kiképzése terén.
4. Az értekezés rendszerbe foglalva mutatja be a robbanószerkezetek elleni védekezés egyik kiemelten fontos módszerét, az eszközök felderítésének lehetőségeit, ezáltal elősegítve a szakterülethez kapcsolódó alkalmazói döntéshozatalt, ezáltal növelve a katonai műveletekben szolgáló kötelékek biztonságát.
5. A terminológiai hiányosságokra rámutatva, hozzájárul a magyar katonai szókészlet bővítéséhez, továbbá az alkalmazott NATO terminológia szerinti kifejezések magyar nyelvre történő átültetésére, ezáltal kifejezések helyes és egységes használatával növelhető a szakterületre vonatkozó kifejezések pontos használata és csökkenthető a szakmai félreértés.

## TOVÁBBI KUTATÁST IGÉNYLŐ TERÜLETEK

A kutatásomhoz kapcsolódó szakanyagok és a kutatás tapasztalatainak feldolgozását követően, a következő lehetséges kutatási irányokat fogalmaztam meg:

1. A robbanóanyag-kereső kutyák hatékonyság vizsgálatát viszonylag optimális időjárási körülmények között hajtottuk végre, közepesen meleg hőmérsékleti viszonyok között. Ezért úgy vélem, célszerű a vizsgálatokat elvégezni rossz időjárási viszonyok között, hideg időben is, illetve lehetőség szerint más éghajlati viszonyok között is.
2. Új kutatási területként javasolt a robbanóanyag-kereső kutyák és a robbanóanyag kimutató detektorok összehasonlító vizsgálatának elvégzése, annak érdekében, hogy igazolható legyen az azonos működési elvet, vagyis a robbanóanyag kipárolgása útján levegővel abszorbeálódó részecskék érzékelését, alkalmazó technikai eszköz és biológiai elven működő felderítési módszer alkalmazhatósági mutatói.
3. A hatékonysági vizsgálatok ismételt elvégzése a szabvány robbanóanyagok és robbanószerkezetek alkalmazásán túl, HME és IED alkalmazásával.
4. Összehasonlító elemzés elvégzése a CBRN töltetet tartalmazó hagyományos és rögtönzött robbanószerkezetek tekintetében. Azok felderíthetőségének vizsgálata és a módszerek és eljárások lehetséges katonai alkalmazhatóságának vizsgálata.
5. Felderíthetőségi hatékonyságvizsgálatok elvégzése valós hagyományos és házilag készített robbanóanyag rejtésével, olyan robbanóanyag-kereső kutya alkalmazásával, amely a kiképzése közben nem találkozott éles anyaggal, hanem annak felkészítése során kizárólag szagazonos, pszeudo anyagot használtak.
6. A robbanószerkezetek felderíthetőségének vizsgálata nem csak a szárazföldi műveletekhez kapcsolódóan, hanem a katonai kötelékekre veszélyt jelentő vízi- és légi veszélyforrások esetében is.

## A HIVATKOZOTT IRODALOM JEGYZÉKE

### TÖRVÉNYEK, JOGSZABÁLYOK, HATÁROZATOK

1. 1997. évi CXXXIII. törvény a „Mértéktelen sérülést okozónak vagy megkülönböztetés nélkül hatónak tekinthető egyes hagyományos fegyverek alkalmazásának betiltásáról, illetőleg korlátozásáról” szóló egyezmény és a hozzá csatolt jegyzőkönyvek kihirdetéséről rendelkező 1984. évi 2. törvényerejű rendelet módosításáról és kiegészítéséről, kihirdetve: 1997. XII. 10.
2. 274/2016 (IX.15.) Kormányrendelet a robbanóanyag prekursorok forgalmazásáról és felhasználásáról.
3. Az Európai Közösségek Bizottságának Közleménye a robbanóanyagok biztonságának fokozásáról, COM 651, Brüsszel, 2007.
4. Human Rights, Terrorism and Counter-terrorism Office of the United Nations High Commissioner for Human Rights, Fact Sheet No. 32, Geneva, 1994.
5. Regulation (EU) No 98/2013 of the European Parliament and of the Council, on the marketing and use of explosives precursors, Strasbourg, 15.01.2013, Article 9/3.

### SZABVÁNYOSÍTÁSI EGYEZMÉNYEK, SZABÁLYZATOK, SZAKUTASÍTÁSOK

6. 21/380 Szakutasítás a Magyar Honvédség robbanóanyag-kereső kutyaállománya kiképzésére, ellátására és a szolgálat szabályozására, MH HEK kiadványa, 2012.
7. AAP-6, NATO Glossary of Terms and Definitions, NATO Standardization Agency (NSO), 2006.
8. AJP-3.12 (A) NATO STANAG 2238, Allied Doctrine for Military Engineer Support to Joint Operations, Brussels, NATO Standardisation Office, 2010.
9. ATP-3.12.1.3, Allied Tactical Doctrine for Route Clearance, Edition A, Version 1, NATO Standardization Office (NSO), 2016.
10. Field Manual 20-32, Mine/Countermine Operations, Headquarters Department of the Army, Washington DC, 2001.
11. Field Manual 5-31, Booby Traps, Headquarters Department of the Army, Washington D. C., 1965.
12. FMFRP 13-43, Professional Knowledge Gained from Operational Experience in Vietnam, 1969, Special Issue, Mines and Boobytraps, Department of the Navy, Headquarters United States Marine Corps, Washington DC, 1989.
13. International Mine Action Standard (IMAS) 04.10, Glossary of mine action terms, definitions and abbreviations, second edition, United Nations Mine Action Service (UNMAS), New York, 2019.
14. International Mine Action Standard (IMAS) 08.40., Second Edition, Marking mine and ERW hazards, United Nations Mine Action Service (UNMAS), New York, 2013.
15. International Mine Action Standards (IMAS) 09.10., Clearance Requirements, Second Edition, United Nations Mine Action Service (UNMAS), New York, 2020.

16. International Mine Action Standard (IMAS) 09.11., First Edition, Battle Area Clearance (BAC), United Nations Mine Action Service (UNMAS), New York, 2017.
17. International Mine Action Standard (IMAS) 09.41., Operational Procedures for Animal Detection Systems, 4. edition, United Nations Mine Action Service (UNMAS), New York, 2020.
18. NATO Standard AEODP 03, Volume II, Inter-service Improvised Explosive Device Disposal (IEDD) operations on multinational deployments, a guide for operators, edition c, version 1, NATO Standardization Office (NSO), 2014.
19. NATO Standard AIntP-10 Technical Exploitation, edition B, version 1, Study Draft, NATO Standardization Office (NSO), 2018.
20. NATO Standard AEODP-10, Explosive Ordnance Disposal (EOD) principles and minimum standards of proficiency, edition B, version 1, NATO Standardization Office (NSO), 2014.
21. NATO Standard AEODP 05 Explosive Ordnance Disposal recovery operations on fixed installations, edition B, version 1, NATO Standardization Agency (NSA), 2014.
22. NATO Standard ACIEDP-02 NATO Weapons Intelligence Team (WIT) capabilities, edition B, version 1, 2018.
23. NATO Standard AJP-3.14 Allied Joint Doctrine for Force Protection, edition A, version 1, NATO Standardization Office (NSO), 2015.
24. NATO Standard AJP-3.15, Allied Joint Doctrine for Countering Improvised Explosive Devices, NATO Standardization Office (NSO), 2018.
25. NATO Standard ATP-3.12.1.3, Allied Tactical Doctrine for Route Clearance, Edition A, Version 1, NATO Standardization Office (NSO), 2016.
26. NATO Standard AJP-3.4.4 Allied Joint Doctrine for Counter-Insurgency (COIN), edition A, version 1, NATO Standardization Office (NSO), 2016.
27. NATO Standard AMWDP-1, Military Working Dog (MWD) capabilities, edition B, version 1, 2018.
28. MŰ/11, Műszaki Felderítő segédlet, a Honvédelmi Minisztérium kiadványa, Budapest, 1966.
29. Mű/41, a Magyar Honvédség Tűzszerész Szabályzata, I. rész, I-2,1.2.12, a Magyar Honvédség kiadványa, 2014.
30. MŰ/45, Magyar Honvédség Tűzszerész Szabályzata II. rész, a Magyar Honvédség kiadványa, 2015.
31. MŰ/243, Műszaki szakutasítás a nem műszaki alegységek számára, Honvédelmi Minisztérium kiadványa, 1978.
32. Test and Evaluation Protocol, Machines, Version 1.0, United Nations Mine Action Service (UNMAS), New York, 2009.

## ÉRTEKEZÉSEK, DIPLOMADOLGOZATOK

33. BUGYJÁS József (2010): A kumulatív hatás modellezése és számítógépes szimulációja végeselem módszer alkalmazásával, doktori (PhD) értekezés, ZMNE KMDI, Budapest.

34. DARUKA Norbert (2013): a bűnös célú/terror jellegű robbantások és az ellenük való védekezés lehetőségei, különös tekintettel a tűzszerész feladatok ellátására, doktori (PhD) értekezés, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola, Budapest.
35. HERNÁD Mária (2013): A robbanás és a robbanóanyagok emberi szervezetre gyakorolt hatásai és megelőzésének lehetőségei, doktori (PhD) értekezés, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola.
36. KOVÁCS Zoltán (2004): A műszaki-zárrendszer felépítésének lehetőségei a Magyar Honvédségben a NATO-elvek és a vonatkozó nemzetközi egyezmények tükrében, doktori (PhD) értekezés, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Hadtudományi Doktori Iskola, Budapest.
37. LAPAT Attila (2002): Robbanóanyag-analitikai vizsgálati módszerek alkalmazása az igazságügyi szakértői munkában, szerepük a robbanóanyaggal elkövetett bűncselekmények felderítésében, doktori (PhD) értekezés, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest.
38. MUELLER Othmár(1995): Korszerű szükséganyagokból készített robbanószerkezetek alkalmazásának és hatástalanításnak sajátossága, a jövőbeli fejlesztés irányai a terrorizmus figyelembevételével, kandidátusi értekezés, Zrínyi Miklós Katonai Akadémia, Budapest.
39. PARAJULI, Suman (2011): Sensitive Detection of High Explosives Using Electrogenerated Chemiluminescence, Dissertation, The University of Southern Mississippi.

#### KÖNYVEK

40. Akadémiai Kislexikon (1989): első kötet A-K, Akadémiai Kiadó, Budapest.
41. АНДРЕЕВ, Константин Константинович (2001): Взрыв и взрывчатые вещества, Военное Издательство Министерство Обороны Союза ССР, Москва.
42. A Modern Haditechnika Enciklopédiája (2001): Budapest, Guliver Kiadó.
43. ATKINS, Peter William (1992): Fizikai kémia, első kötet-egyensúly, Tankönyvkiadó Vállalat, Budapest.
44. BÁLINT Péter (1986): Orvosi élettan, Medicina könyvkiadó, Budapest.
45. BOGNER Péter (2014): Az orvosi képzés fizikája, Medicina Könyvkiadó Zrt., Budapest.
46. BUCSÁK Mihály-CSURGÓ Attila-HORVÁTH Tibor-LÁNG László-MOLNÁR Sándor-POSTA Lajos-SZATAI Zsolt-VÖRÖS Mihály (2015): 70 év az életveszély árnyékában, a magyar tűzszerész- és aknakutató alakulatok története 1945-2015, Zrínyi Kiadó, Budapest.
47. BUDÓ Ágoston (1968): Kísérleti fizika III, Tankönyvkiadó Vállalat, Budapest.
48. CLAUSEWITZ, Carl von (1961): A háborúról I. kötet, Bp., Zrínyi Kiadó.
49. CROLL, Mike (1998): The History of Landmines, Pen and Sword, Barnsley.

50. CSENGERI János et. al (2016): Humánvédelem- békeművelési és veszélyhelyzetkezelési eljárások fejlesztése, tanulmánygyűjtemény I, e-book, Nemzeti Közszolgálati Egyetem.
51. DECUSATIS, Casimer (1998): Handbook of Applied Photometry, American Institute of Physics, College Park (USA).
52. ÉLESZTŐS László - ROSTÁS Sándor (szerk) (1994): Magyar Nagylexikon II. (And–Bag), Akadémiai Kiadó, Budapest.
53. FALUBA Zoltán (1959): Gyakorlati méhészkönyv, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
54. FEHÉR György (1980): A háziállatok funkcionális anatómiája. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
55. GELLÉRT Tibor (1981): Tűzszerészek és aknakutatók, Zrínyi Katonai Könyv- és Lapkiadó, Budapest.
56. GUDERIAN, Heinz (1999): Riadó! Páncélosok! Kossuth Kiadó, Budapest.
57. GÖRÖG István-PADÁNYI József (2005): Az IFOR-SFOR Magyar Műszaki Kontingens 1996-2002, Zrínyi Kiadó, Budapest.
58. Hadtudományi Lexikon (2019): Új kötet, Dialóg Campus, Budapest, ISBN:978-963-531-095-1
59. HAJDU-RÁFIS János (2006): Aknászok, tűzszerészek. Hős magyar honvédek a II, világháborúban és a következő években, Legatum kiadó, Mezőkövesd.
60. HIENEMAN, Sidney Toy (1966): A history of fortification from 3000 BC to AD 1700, London, Pen and Sworld.
61. HUNTER, Jane (2014): Tracking IED harm, Action on Armed Violence (AOAV), London.
62. Katonai Helyesírási Szótár, második, bővített, átdolgozott kiadás, Zrínyi Kiadó, Budapest, 2013.
63. KENDER Antal- MIKÓ Lajos (1983): Műszaki záruk telepítése és leküzdése, Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest.
64. KING, Philip J. – STAGER, Lawrence E. (2001): Life in Biblical Israel, Louisville, Westminster John Knox Publishing.
65. КОЛГАНОВ, Евгений Васильевич – СОСНИН, Вячеслав Александрович (2010): Промышленные взрывчатые вещества-1-я книга, Дзержинск Нижегородской обл, издательство Госнии Кристалл.
66. LAW, Randall D. (2009): Terrorism a history, Polity Press, Cambridge.
67. LORENZ, Konrad (1983): So kam der Mensch auf den Hund. Dtv Verlagsgesellschaft mbH&Co.KG, München.
68. Magyar Életrajzi Lexikon (1982): 2. kötet L-Z, Akadémiai Kiadó, Budapest.
69. MARSDEN, John (1995): Tomorrow, when the war began, Macmillan Children's Books, London.
70. MIKLÓSI Ádám (2010): A kutya viselkedése, evolúciója és kogníciója, Typotex, Budapest.

71. NAGY Lajos György - LÁSZLÓ Krisztina (1997): Radiokémia és izotóptechnika, Egyetemi tankönyv, Műegyetemi Kiadó, Budapest.
72. ПОКРОВСКИЙ, Георгий Иосифович (1980): Взрыв, издание четвертое, переработанное и дополненное, Москва, Недра.
73. Révay Nagy Lexikona (1911): I. kötet A-Arany, Révai Testvérek Irodalmi Intézet Részvénytársaság, Budapest.
74. Révai Nagy Lexikona (1916): XIV. kötet Mons-Ottó, Révai Testvérek Irodalmi Intézet Részvénytársaság, Budapest.
75. REAVILL, Gil (2007): Aftermath, Inc. Cleaning up after CSI goes home, Gotham Books, Sheridan.
76. SERPELL, James (1995): The Domestic Dog: Its Evolution, Behaviour and Interactions with People. Cambridge University Press, Beccles and London.
77. SLOAN, C. E. E. (1986): Mine Warfare and land, Pergamon Press, London.
78. STOLFI, Russel H. (1972): Mine and countermine warfare in recent history 1914-1970, report no, 1582, Aberdeen, Ballistic Research Laboratory.
79. SZINÁK János–VERESS István (1977): A kutya ezer arca. Gondolat Kiadó, Budapest.
80. SZOKOLAI Gábor-NÉMETH László (1993a): Robbanóanyagok az iparban, hadseregben, pirotechnikai keverékek, Cedit kft, Budapest.
81. SZOKOLAI Gábor-NÉMETH László (1993b): Terrorizmus, álcázott eszközök, Cedit kft, Budapest.
82. SZUN-CE: A hadviselés törvényei. TŐKEI Ferenc (ford.) (1963) In: A hadművészet ókori klasszikusai, Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest.
83. Tolnai Új Világlexikona (1926): első kötet A-BAD, Tolnai nyomdai műintézet és kiadó vállalat részvénytársaság, Budapest.
84. TÓTH József – LUKÁCS László – VOLSZKY Géza (2013): Akna kisenciklopédia, Tudásmenedzsmentért, Tudás Alapú Technológiáért Alapítvány.
85. ВЕРЕМЕЕВ, Юрий Георгиевич.(2008): Мины вчера, сегодня, завтра, Современная школа, Минск.
86. VROON, P.–van AMERONGEN, A.–de VRIES, H. (2005): A rejtett csábító, a szaglás pszichológiája, Korona kiadó, Budapest.
87. WALKER, Paul Kevin (2002): Engineers of Independence, A Dokumentary History of the Army Engineers in the American Revolution 1775-1783, University Press of Pacific, Honolulu.

#### JEGYZETEK, TANULMÁNYOK, SZAKMAI KIADVÁNYOK

88. A Guide to Mine Action (2004): 2. edition, Geneva International Centre for Humanitarian Demining, Geneva.



89. A Study of Mechanical Application in Demining (2004): Geneva International Centre for Humanitarian Demining, Geneva.
90. Airport Passenger Screening Using Backscatter X-Ray Machines (2015): Compliance with Standards, The National Academies Press, Washington, DC.
91. Állatvédelem (1915): az Országos Állatvédő Egyesület Kiadványa, XII. évfolyam, 5-6. szám, Budapest.
92. BALÁZS Ádám (2020): Fizika 11. osztály, emelt szint, II. rész, az indukált elektromos mező, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, Budapest.
93. BURLAGE, Robert S.(2003) :Biological systems, In: Alternatives for landmine detections, Science and Technology Policy Institute, Santa Monica.
94. Configuration Management and Performance Verification of Explosives-Detection Systems (1998): National Academy Press, Washington, D.C.
95. Containing the threat from illegal bombings (1998): an integrated national strategy for marking, tagging, rendering inert, and licensing explosives and their precursors, National Academies Press, Washington DC.
96. Countering the Threat of Improvised Explosive Devices (2007): The National Academies Press, Washington DC.
97. Existing and Potential Standoff Explosives Detection Techniques (2004): Committee on the Review of Existing and Potential Standoff Explosives Detection Techniques, The National Academies Press, Washington.
98. Final Technical Report of Explosive Chemical Signature Based Detection of IEDs (2004): Office of Naval Research, Arlington.
99. FEROV Miklós (é.n.): Bombakutatói alapismeretek, a Készenléti Rendőrség kiadványa, Budapest.
100. GAO-02-1003 U.S (2002): Use of Land Mines in the Persian Gulf War, United States General Accounting Office, Washington, DC.
101. GARDNER, Julian – YINON, Jehuda (2004): Electronic noses and sensors for the detection of explosives, NATO Science Series, II. Mathematics, physics and chemistry, Vol. 159, Kluwer Academic Publishers.
102. Handbook of ammunition used in Iraq and surrounding areas (2003): U. S. Army Armament Research, Development and Engineering Center, New Jersey, 2003.
103. HATALA András- KELEMEN Ferenc (2002): Tankönyv a tüzserész alegységek felkészüléséhez az osztályba soroló vizsgákhoz. III.-II. osztály kidolgozott tételsora. 2000-2001, magánkiadás, Budapest.
104. HELTON, William S. (2009): Canine Ergonomics, The science of the working dogs, CRC Press.
105. HORKAY Béla (2012): A kutya egészségtana, Kísérleti jegyzet a robbanóanyag-kereső kutyavezetők kiképzéséhez.
106. HORVÁTH Tibor (2016): Az IED hálózat, mint korunk egyik aszimmetrikus kihívása, In: CSENGERI János et. al.: Humánvédelem- békeműveleti és veszélyhelyzet-kezelési eljárások fejlesztése, tanulmánygyűjtemény I, e-book, Nemzeti Közszolgálati Egyetem.

107. Improvised Explosive Devices Technical Exploitation Lexicon (2017) 5. edition, JIEDDO.
108. Improvised Explosive Device (IED) Monitor Report (2017): Action on Armed Violence (AOAV), London.
109. JANZA Frigyes (2004): A bűnügyi szolgálati kutya. In: Bócz Endre (szerk.): Kriminálisztika II, BM Duna Palota és Kiadó, Budapest.
110. JOHNSTON, J. M.(1999): Canine Detection Capabilities: Operational Implications of Recent R&D Finding, Institute for Biological Detection Systems, Auburn University.
111. JUNEJA, Ashish (2016): Flail technology in demining, The Jurnal of Conventional Weapons Destruction, 20.2, Harrisonburg.
112. Landmines, explosive remnants of war and IED safety handbook (2015): 3rd edition, United Nations Mine Action Service (UNMAS), New York.
113. Landmine Monitor Report (2019): 21. Annual Edition, International Campaign to Ban Landmines – Cluster Munition Coalition (ICBL-CMC).
114. Landmine Monitor Report,(2020): 22. Annual Edition, International Campaign to Ban Landmines – Cluster Munition Coalition (ICBL-CMC).
115. Landmine Monitor Report (2021): 23. Annual Edition, International Campaign to Ban Landmines – Cluster Munition Coalition (ICBL-CMC).
116. LAW, Randall D.(2009): Terrorism a history, Polity Press, Cambridge.
117. LIPTAY László (2003): Robbantásos sérülések és az ellátás belgyógyászati problémái, Honvéddorvosi tanfolyam előadás anyaga.
118. LUKÁCS László (2017): Szemelvények a magyar robbantástechnika történetéből, különös tekintettel a tovább fejlesztés várható irányaira és a kor új kihívásaira, Dialóg Campus Kiadó, Budapest.
119. MACDONALD, Jacqueline et.al. (2003): Alternatives for Landmine Detection, RAND's Publications, Santa Monica.
120. Méhek könyve, méhek-apró rovarok fontos szerepben (2013): Bayer AG, Bayer Bee Care Center, Monheim.
121. Mine Detection Dogs (2003): Training, Operations and Odour Detection, Geneva, Geneva International Centre for Humanitarian Demining (GICHD).
122. MISTAFA, Ron (1998): K9 Explosive Detection, a manual for trainers, Brush Education Inc., Alberta.
123. OVERTON, Iain et. al (2017): Improvised Explosive Device (IED) Monitor, Action on Armed Violence, London.
124. OTA-ISC no.481 Report, Technology Against Terrorism (1991): The Federal Effort, Appendix B, Explosive detection: Dogs, Washington D.C..
125. OXLEY, Jimmie C.-WAGGONER, L. P. (2009): Detection of explosives by dogs, In: MARSHALL, Maurice-OXLEY, Jimmie C.: Aspects of Explosive Detection, Elsevier B. V., Oxford.
126. Reducing the Threat of Improvised Explosive Device Attacks by Restricting Access to Explosive Precursor Chemicals (2018): National Academies Press, Washington DC.

127. Robbantástechnikai terminológia (1980): A robbantástechnika időszerű kérdései, 5. füzet, OMBKE Robbantástechnikai Szakbizottság kiadványa, Budapest.
128. SÖTÉR Kálmán (1895): A méh és világa, elméleti és gyakorlati bevezetés a méhek alapos ismerete és sikeres tenyésztésébe, I. kötet, elméleti rész, I. füzet, az Erdélyrészi Méhészegylet Kiadása, Kolozsvárt.
129. SZENDY István (2013): Hadelmélet és katonai műveletek, első kötet, a katonai műveletek elmélete és gyakorlata, Nemzeti Közszerológati és Tankönyvkiadó Zrt., Budapest.
130. QUARESMA, Joana Filipa Pires d'Oliveira (2013): Homemade explosives based in ammonium and urea nitrates, Coimbra.
131. Tanfolyami jegyzet a Pirotechnikus-I szakképesítéshez (2001): a Pyro-technic kft. kiadványa, Budapest.
132. Technical Note 08.20 / 01 Version 1.0 Amendment 1, PMN 3 anti-personnel mine - Technical Description (2013): Technical notes for mine action, UN kiadvány.
133. THEISEN, Lisa et. al.(2004): Survey of Commercially Available Explosives Detection Technologies and Equipment 2004, Final Report No. 208861 for The National Law Enforcement and Correction Technology Center, a Program of the National Institute of Justice, U.S. Department of Justice.
134. The humanitarian and developmental impact of anti-vehicle mines (2014): Geneva International Centre for Humanitarian Demining (GICHD), Geneva.
135. YINON, Jehuda (2007): Detection of explosives by mass spectrometry. In: YINON, Jehuda (szerk): Counterterrorist Detection Techniques of explosives, Elsevier, Oxford.

#### FOLYÓIRATOK, IDŐSZAKI KIADVÁNYOK

136. BALACHANDAR, Kannan Gajendran – THANGAMANI, Arumugam (2019): Studies on some of the Improvised Energetic Materials (IEMs): Detonation, Blast Impulse and TNT Equivalence Parameters, Oriental Journal of Chemistry, Volume 35, No. 6, Tamil Nadu, 1813-1823.
137. BOHUS Géza (1998): Robbantásos épületbontás biztonsági, gazdasági és környezetvédelmi előnyei más eljárásokkal szemben, Műszaki Katonai Közlöny, 8. évfolyam, 3-4. szám, Budapest, 23–33.
138. BOONE, John – SEIBERT, Anthony (1994): A comparison of mono- and poly-energetic x-rax beam performance for radiographic and fluoroscopic imaging, Medical Physics, Volume 21, Issue 12, 1853-1863.
139. DARUKA Norbert (2016): Robbanóanyag-ipari alapanyagok és termékek osztályozásának lehetőségei, Műszaki Katonai Közlöny, 26. évfolyam, 1. szám, Budapest, 26–43.
140. EMBER István (2019): A dunai alacsony vízállások tüzserész tapasztalatai 2018-ban, Műszaki Katonai Közlöny, 29. évfolyam, 3. szám, Budapest, 65–77.

141. FENYERES Tamás (2012): A robbanóanyagok kolorimetrikus vizsgálata, Repüléstudományi Közlemények, 24. évfolyam, 2. szám, Repüléstudományi Konferencia 2012 különszám, 42-55
142. ГРИНКЕВИЧ, Владислав (2021): Железные солдаты будущих войн, Профил, 147/Но. 7-8. Москва, 26-29.
143. GŐCZE István (2011): A tudományos kutatás módszerei; Hadtudományi Szemle, 4. évfolyam, 3. szám, Budapest, 152–166.
144. GUTIÉRREZ, Juan Pablo et. al.(2010): Transport of explosive chemicals from the landmine burial in granular soils, Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, No. 56, Medellín, 20-31.
145. HALASSY Géza (1988): Az ország akna- és lőszermentesítése (1945-1980 között), Honvédelem, 39. évfolyam, 11. szám, 17-33.
146. HÄTTENSCHWILER, Nicole et al. (2019): Detecting Bombs in X-Ray Images of Hold Baggage: 2D Versus 3D Imaging, Human Factors, Volume 61, No. 2, 305–321.
147. HEGEDŰS Katalin (2012): A robbanóanyagok tömeg spektrometriával történő felderítése és analízise, Műszaki Katonai Közlöny, 22. évfolyam. 3. szám, 84-101.
148. HORVÁTH Tibor (2018): Magyarország akna- és lőszermentesítésének története, A kezdetek 1944-1948. Műszaki Katonai Közlöny, 28. évfolyam, 1. szám, Budapest, 68–75.
149. HORVÁTH Tibor (2019): Emergency cases at countering improvised explosive devices, and their potential management. Revista Academiei Fortelor Terestre / Land Forces Academy Review, XXIV., No 2., 124-143.
150. HUSSEIN, Esam (1992): Detection of explosive materials using nuclear radiation, a critical review. in X-Ray Detector Physics and Applications, Proceedings of the International Society for Optical Engineering, Volume 1736, Bellingham, 130-137.
151. JAWAD, Aqeel Mahmood et. al (2014): Design of a Beat Frequency Oscillator Metal Detector, IOSR Journal of Electronics and Communication Engineering (IOSR-JECE), Volume 9, Issue 2, New York, 56-62.
152. KANGAS, Michael et al.(2017): Colorimetric Sensor Arrays for the Detection and Identification of Chemical Weapons and Explosives, Critical Reviews os Analytical Chemistry, Volume 47, Issue 2, 138-153.
153. KENDER Antal (1978): Aknacsapdák létesítése és hatástalanítása, Honvédségi szemle, 32. évfolyam, 7. szám, 87-95.
154. KENDER Antal (1967): Az ellenség aknamezőin átjárót készítő alegységek felkészítése, Honvédségi Szemle, 21. évfolyam, 7. szám, 13-20.
155. KENDER Antal (1984): Az aknamezők felderítése, Honvédségi Szemle, 38. évfolyam, 7. szám, 23-29.
156. KOVÁCS Zoltán (2014): Műszaki Zárak a „Nagy Háborúban”, Műszaki Katonai Közlöny, 24. évfolyam, 2. szám, Budapest, 93-107.
157. LAPAT Attila (2001): A robbanóanyagok világa, Természettudományi Közlöny, 132. évfolyam, 6. szám, Budapest, 15–23.

158. LAZAROWSKI, Lucia et. al (2020): Selecting Dogs for Explosives Detection: Behavioral Characteristics, *Veterinary Humanities and Social Sciences Review*, Volume 7, Article 597, Laussane, 89-97.
159. LUKÁCS László (2002): Kis akna-történelem, *Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények*, 6. évf. 3. szám, Budapest, 6–13.
160. LUKÁCS László (2012): Épületek elleni robbantásos cselekmények és jellemzőik, *Műszaki Katonai Közlöny*, 22. évfolyam, különszám, Budapest, 4–13.
161. LUKÁCS László (1999a): Aknahelyzet Horvátországban és Bosznia-Hercegovinában, *Honvédségi szemle*, 127. évfolyam, 1 szám.
162. LUKÁCS László (1998): A föld akna-problémája és a megoldás lehetőségei, különös tekintettel a Magyar Honvédség közreműködésének javasolható irányaira, *Műszaki Katonai Közlöny*, VIII. évf. 3-4. szám, Budapest, 3-21
163. LUKÁCS László (2010): A kumulatív töltetek és gyakorlati alkalmazásuk, *Műszaki Katonai Közlöny*, 20. évfolyam, 1-4. szám, 175-196.
164. LUKÁCS László (1999b): Gondolatok az aknákról - nemzetközi egyezmények és szakmai konferenciák tükrében, *Új Honvédségi Szemle*, 127. évfolyam, 7. szám, 123-137.
165. LŐRINCZ Gábor (2014): Válasz az aszimmetrikus fenyegetésre, C-IED képességépítés a Magyar Honvédségben rövid- és középtávon, *Honvédségi Szemle*, 142. évfolyam, 3. szám, Budapest, 39-51.
166. MALLON, Tim et al. (2019): Explosives and Propellants, *Occupational Health for the Service Member*, Chapter 28, Borden Institute, San Antonio, 561-592.
167. MARQUÉS, Silvia - RAMOS, Juan L. (2003): Transcriptional control of the *Pseudomonas putida* TOL plasmid catabolic pathways, *Molecular Microbiology*, Volume 9, Issue 5, 923-929.
168. MENDEZ PARDO, Luisa Fernando (2009): Research in Colombia on Explosives Detection by Rats, *Journal of Conventional Weapons Destruction*, Volume 14, Issue 3, Harrisonburg, 45-46.
169. MOORCROFT, Matthew - DAVIS, James (2001): Detection and determination of nitrate and nitrite: a review, *Talanta* 54, Elsevier, Oxford, 785-803.
170. MUELLER Othmár (1992): Baktériumok az aknamezők ellen, *Műszaki Katonai Közlöny*, 10. évfolyam, 2-3. szám, 101-102.
171. MUSTAFA, Seerwan - ABID, Saad Hameed: Car sticky bomb detection using laser triangulation, *AL-Mansour Journal*, no. 17., special issue, 2012, pp. 77-86.
172. PADÁNYI József (2000): A menekültek és hontalanok visszatelepítése Bosznia-Hercegovinába, *Hadtudomány*, X. évf., 2. szám, Budapest.
173. PADÁNYI József (1999): Az aknamentesítés problémái Horvátországban, *Műszaki Katonai Közlöny*, IX. évfolyam, 2. szám, 33-36.
174. PADÁNYI József et. al (2008): Aknakeresés neurális hálózat segítségével, *Műszaki Katonai Közlöny*, 18. évfolyam, 1-4. szám, Budapest, 103-122.

175. PATVAROS József (1995): A robbantástechnika fejlődésének vázlatos története, „Fúrás-robbantástechnika-1995” nemzetközi konferencia, konferenciakötet, Miskolc-Tapolca, 96–102.
176. PHELAN, James – BARNETT, James (2001): Solubility of 2,4-dinitrotoluene and 2,4,6-trinitrotoluene in water, *Journal of Chemical & Engineering Data*, Volume 46, Issue 2, Washington, 375-376.
177. REBUFFEL, Veronique - DINTEN, Jean-Mare (2007): Dual-energy X-ray imaging: benefits and limits, *Insight - Non-Destructive Testing and Condition Monitoring*, Volume 49, Number 10, 589-594.
178. RICCI, Giovanna et. al (2021): Use of detection dogs in forensic investigations: the italian scenario, *Romanian Journal of Legal Medicine (RJLM)*, Volume 29, Issue 1, Bucharest, 69-73.
179. SAKIROV, Alekszandr Sarifovics (1988): Aknazárak alkalmazása és leküzdése, (rövidített fordítás a *Vojennaja Miszl* 1987. évi 8. számából), *Honvédelem*, 39. évfolyam, 3. szám, 66-69.
180. SANDSTROM, Mary et al. (2015): Variation of Methods in Small-Scale Safety and Thermal Testing of Improvised Explosives, Propellants, Explosives, Pyrotechnics, Volume 40, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 109-126.
181. SZABÓ Sándor et al. (2014): Az utak, területek akadálymentesítése I., *Műszaki Katonai Közlöny*, 24. évfolyam, 3. szám, Budapest, 15–29.
182. SZABÓ Sándor (1997): A műszaki zárás néhány problémája, *Műszaki Katonai Közlöny*, VII. évfolyam, 3. szám, 15–21.
183. SZABÓ Sándor - TÓTH Rudolf (2012): Építmények robbantásos cselekmények elleni védelmének növelési lehetőségei. *Műszaki Katonai Közlöny*, 22. évfolyam, különszám, Budapest, 14–25.
184. SZATAI Zsolt József (2019a): Aknák, aknamezők felderítési lehetőségei, *Műszaki Katonai Közlöny*, 29. évfolyam, 4. szám, Budapest, 43–63.
185. SZATAI Zsolt József (2018): A rögtönzött robbanószerkezetek elleni harc képességének létrehozása a Magyar Honvédségben, *Felderítő Szemle*, XVII. évfolyam, 3. szám, Budapest, 85–90.
186. SZATAI Zsolt József (2019b): A fémtartalmú robbanószerkezetek felderítéséhez alkalmazott technikai eszközök, *Műszaki Katonai Közlöny*, 29. évfolyam, 1. szám, Budapest, 121–138.
187. SZATAI Zsolt József-HORVÁTH Tibor (2020): A robbanószerkezetek felderítésének története 1. (700-1950), *Honvédségi Szemle*, 148. évfolyam, 6. szám, Budapest, 81–95.
188. SZATAI Zsolt József-HORVÁTH Tibor (2021): A robbanószerkezetek felderítésének története 2. (1951-től napjainkig), *Honvédségi Szemle*, 149. évfolyam, 1. szám, Budapest, 101-115.
189. SZATAI Zsolt József (2019c): A robbanóanyag-kereső kutyák alkalmazási lehetőségei napjainkban, *Műszaki Katonai Közlöny*, 29. évfolyam, 1. szám, Budapest, 65-81
190. SZATAI Zsolt József (2020a): A robbanóanyag felderítés az utasbiztonság szolgálatában, *A hadtudomány és a 21. század 2020*, tanulmánykötet, Budapest, 313-328.

191. SZATAI Zsolt József (2020b): Innovative solutions in mine detection, Hadtudomány, 2020 elektronikus lapszám, Budapest.
192. SZATAI Zsolt József (2021): Gépel vagy kézzel? A mechanikai (gépi) aknamentesítő eszközök alkalmazásának jelene és jövője, Katonai Logisztika, 29. évfolyam, 1-2. szám, Budapest, 203-231.
193. SZINÁK János (1999): A német juhászkutya szaglása és szerepe a nyomkövetésben I. rész. A kutya, LXII. évfolyam, 24-36.
194. TURECEK, Jaroslav (2017): Neutron-based methods for the detection of explosives, Security Theory and Practice, 2017/4, pp. 125-142.
195. VOGEL, Hermann (2010): X-ray control of borders and internal security, Journal of the belgian society of radiology, Volume 93, Issue 4, 211-217.
196. YINON, Jehuda (2003): Detection of explosives by electronic noses, Analytical Chemistry, 99-105.

#### ELEKTRONIKUS PUBLIKÁCIÓK, INTERNETES HIVATKOZÁSOK

197. Európai Közösségek Bizottságának 651. sz. közleménye a robbanóanyagok biztonságának fokozásáról, 2007, Brüsszel, p. 4. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:52007DC0651&from=EN> (A letöltés időpontja: 2020.02.03.)
198. A brit nemzetközösség országai. <https://www.arcanum.com/hu/online-kiadvanyok/TenyekKonyve-tenyek-konyve-1/nato-16647/fobb-nemzetkozi-szervezetek-180D4/brit-nemzetkozosseg-commonwealth-18102/> (Letöltés időpontja: 2021. 11. 02.)
199. A CT története a röntgensugártól a többszeletes CT-ig, <https://medicoverdiagnosztika.hu/blog/a-ct-tortenete-a-rontgensugartol-a-tobbszeletes-ct-ig/> (Letöltés időpontja: 2022.02.16.)
200. A meztelen kutyákról, <http://www.erand.hu/kopasz.htm> (Letöltés időpontja: 2018. 11. 11.)
201. A méhek élete és mindennapjai, <https://www.mehpempo.eu/mehek-elete/> (Letöltés időpontja: 2021. 10. 29.)
202. Appetit auf explosives, Der Spiegel, 2/2000, <https://www.spiegel.de/wissenschaft/appetit-auf-explosives-a-33ea2eda-0002-0001-0000-000015376110?context=issue> (Letöltés időpontja: 2021. 10. 13.)
203. BELL Barbara et al.: Komputertomográfia, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2020, (digitális kiadás), [https://mersz.hu/dokumentum/m681kt\\_11](https://mersz.hu/dokumentum/m681kt_11) (Letöltés időpontja: 2022.02.02)
204. BERTI, Adele: Timeline: the history of airport body scanners, [https://airport.nridigital.com/air\\_mar20/timeline\\_the\\_history\\_of\\_airport\\_body\\_scanners](https://airport.nridigital.com/air_mar20/timeline_the_history_of_airport_body_scanners) (Letöltés időpontja: 2022.02.15.)
205. BERTUS-BARCZA Péter: A patkányok kifinomult orra térhatású szaglást tesz lehetővé [https://ng.hu/termeszet/2006/02/03/a\\_patkanyok\\_kifinomult\\_orra\\_terhatasu\\_szaglasi\\_tezs\\_lehetove/](https://ng.hu/termeszet/2006/02/03/a_patkanyok_kifinomult_orra_terhatasu_szaglasi_tezs_lehetove/) (Letöltés időpontja: 2020. 03. 24.)

206. COLL, Blanche D. et al.: U.S. Army in WWII, The corps of engineers, Troops and equipment, Wahington, D.C., CreateSpace Independent Publishing Platform,2015, 468. <https://www.amazon.com/Corps-Engineers-Troops-Equipment-Technical/dp/1514724480> (Letöltés időpontja: 2020. 02.13.)
207. Csomag- és szállítmányvizsgáló röntgenberendezések, <https://zandz.hu/megoldasaink/repuloteri-megoldasok/> (Letöltés időpontja: 2020.02.22.)
208. Detecting Explosives With Honeybees: Experts Develop Method To Train Air Force Of Bomb-sniffing Bees. <https://www.sciencedaily.com/releases/2006/11/061128140820.htm>, (Letöltés időpontja: 2020. 08. 15.)
209. Explosive Detection and Identification Kits, <https://www.mistralsecurityinc.com/Our-Products/Explosive-Detection-and-Identification-Field-Test-Kits> (Letöltés időpontja: 2022. 01. 12.)
210. Explosives detection using prompt-gamma neutron activation and neural networks, [https://www.researchgate.net/profile/Ademir-Silva-2/publication/11274653\\_Explosives\\_detection\\_using\\_prompt-gamma\\_neutron\\_activation\\_and\\_neural\\_networks/links/5cf5e49b92851c4dd026ec09/Explosives-detection-using-prompt-gamma-neutron-activation-and-neural-networks.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ademir-Silva-2/publication/11274653_Explosives_detection_using_prompt-gamma_neutron_activation_and_neural_networks/links/5cf5e49b92851c4dd026ec09/Explosives-detection-using-prompt-gamma-neutron-activation-and-neural-networks.pdf) (Letöltés időpontja: 2022.02.13.)
211. ExPray termékleírás, [https://assets-global.website-files.com/5edf9e74d5a7585ab5e77dc2/5f6cae09d601081a1ec737e0\\_Exspray-Explosives-Detection-Identification-Field-Test-Kit-1.pdf](https://assets-global.website-files.com/5edf9e74d5a7585ab5e77dc2/5f6cae09d601081a1ec737e0_Exspray-Explosives-Detection-Identification-Field-Test-Kit-1.pdf) (Letöltés időpontja: 2022.01.13.)
212. Detection of buried explosives with immobilized bacterial bioreporters, Microbial Biotechnology, Volume 14, Issue 1, 2021, pp. 251-261. <https://sfamjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1751-7915.13683> (Letöltés időpontja: 2021. 10. 14.)
213. Falkland's Demining Project fourth phase draws to a close, <https://en.mercopress.com/2016/02/24/falkland-s-demining-project-fourth-phase-draws-to-a-close>, (Letöltés időpontja: 2020.03.27.)
214. Forest giant pouched rat, <https://www.nationalgeographic.org/projects/photo-ark/animal/cricetomys-eminii/> (Letöltés időpontja: 2021. 10. 28.)
215. Főzőedényből készített IED alapanyagai, <https://www.breitbart.com/europe/2016/04/07/trainee-teacher-bought-components-boston-style-pressure-cooker-bomb-die-name-god/> (Letöltés időpontja: 2021. 10.04.)
216. GILLILAN, Haley Cohen: Why explosives detectors still can't beat a dog's, <https://www.technologyreview.com/2019/10/24/132201/explosives-detectors-dogs-nose-sensors/> (Letöltés időpontja: 2022.03.20.)
217. GHAZAL, Belal Ahmed – ISMAIL, Ahmed Faris: The contribution of Hassan Al-Rammah to gunpowder and rocket technology, International Islamic University, Malaysia, 2011, 36-40. <http://irep.iium.edu.my/21131/> (Letöltés időpontja: 2020. 03.02.)
218. Glowing bacteria offer hope for safe detection of 100m landmines, <https://www.theguardian.com/science/2017/apr/13/glowing-bacteria-detect-landmines-israel-safe-hebrew-university> (Letöltés időpontja: 2021. 10. 14.)



219. HABIB, Maki K: Bio-Inspiration and Mine Detection, American University in Cairo, School of Sciences and Engineering, Mechanical Engineering Department, 2017, p. 35. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.300.7293&rep=rep1&type=pdf#page=33> (Letöltés időpontja: 2021. 10. 24.)
220. HARVES, Nate – THOMAS, Lorna: Scentlogix Detection Training Aids Double Blind Study, <https://sportwaffenk9.com/scentlogix-detection-training-aids-double-blind-study/> (Letöltés időpontja: 2021. 10. 24.)
221. HBI-120 Handheld X-Ray Imager, <https://www.officer.com/investigations/drug-alcohol-enforcement/product/21212931/viken-detection-hbi120-handheld-xray-imager> (Letöltés időpontja: 2022.02.01.)
222. История создания металлоискателей: отечественное развитие, <https://www.mdregion.ru/o-kladoiskatelstve/28-rasskazi-kladoiskatelstvo/3475-istoria-sozdania-metalloiskatelei-chast-3.html> (Letöltés időpontja: 2020. 04. 16.)
223. JOHNSTON, J. M.: Canine Detection Capabilities: Operational Implications of Recent R&D Finding, Institute for Biological Detection Systems, Auburn University, 1999, p. 5. In: [http://webcanine.com/wp-content/uploads/2007/04/k-9\\_det\\_capabilities.pdf](http://webcanine.com/wp-content/uploads/2007/04/k-9_det_capabilities.pdf) (Letöltés időpontja: 2021. 11. 07.)
224. Landmine detection technologies to face the demining problem in antioquia, [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0012-73532014000100013](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532014000100013) (Letöltés időpontja: 2021. 10. 22.)
225. LYE, Harry: Can bacteria be used for bomb detection? <https://www.army-technology.com/features/can-bacteria-be-used-for-bomb-detection/> (Letöltés időpontja: 2021. 10. 13.)
226. Nanobionic spinach plants can detect explosives, <https://www.eurekalert.org/news-releases/768085> (Letöltés időpontja: 2021. 10. 23.)
227. Man arrested by police after TSA prevents him from carrying handgun and several gun magazines onto flight, <https://www.tsa.gov/news/press/releases/2022/01/24/man-arrested-police-after-tsa-prevents-him-carrying-handgun-and> (Letöltés időpontja: 2022.01.31.)
228. MCFEE, John – FAUST, Anthony: Nuclear methods for explosive detection, <https://spie.org/news/3761-nuclear-methods-for-explosive-detection?SSO=1> (Letöltés időpontja: 2022.02.07.)
229. MERTL, Melissa: Dogs can smell land mines, but humans cannot. Sensitive new chemical sniffers could fix that, <https://www.discovermagazine.com/technology/future-tech-1> (Letöltés időpontja: 2022.03.21.)
230. MobilTrace felhasználói kézikönyv, [https://microsegur.pt/wp-content/uploads/2019/04/Datasheet\\_MobileTrace.pdf](https://microsegur.pt/wp-content/uploads/2019/04/Datasheet_MobileTrace.pdf) (Letöltés időpontja: 2022.03.30.)
231. Pat Down or Full Body Scan? Security Gets More Personal at Airports, <https://abcnews.go.com/WN/tsa-pat-procedure-airports/story?id=11998304> (Letöltés időpontja: 2022.01.31.)

232. PRIGG, Mark: The Croatian 'bomb bees' that can sniff out landmines from THREE MILES away, <https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2315198/The-bomb-bees-sniff-landmines-THREE-MILES-away.html> (Letöltés időpontja: 2020. 08. 12.)
233. RAUSCHER István: Elektrotechnikai alapismeretek, 5.6 elektromágneses indukció, [http://centroszet.hu/tananyag/elektro\\_new/56\\_elektromgneses\\_indukci.html](http://centroszet.hu/tananyag/elektro_new/56_elektromgneses_indukci.html) (Letöltés időpontja: 2021.12.14.)
234. Optical detection of honeybees by use of wing-beat modulation of scattered laser light for locating explosives and land mines, [https://www.researchgate.net/publication/7206133\\_Optical\\_detection\\_of\\_honeybees\\_by\\_use\\_of\\_wing-beat\\_modulation\\_of\\_scattered\\_laser\\_light\\_for\\_locating\\_explosives\\_and\\_land\\_mines](https://www.researchgate.net/publication/7206133_Optical_detection_of_honeybees_by_use_of_wing-beat_modulation_of_scattered_laser_light_for_locating_explosives_and_land_mines) (Letöltés időpontja: 2020.03.09.)
235. Quick and easy explosive detector kit, Lawrence Livermore Laboratory develops the 'ELITE', <https://www.cnet.com/news/quick-and-easy-explosive-detector-kit/> (Letöltés időpontja: 2022.01.12.)
236. SCHNECK, William C.: The Origins of Military mines, part II, The Engeneer Bulletin, 1998, <https://fas.org/man/dod-101/sys/land/docs/981100-schneck.htm> (Letöltés időpontja: 2020.02.11.)
237. SEEKERe, Handheld Drug and Explosive Detector, <https://www.detectachem.com/product-info/seekere/> (Letöltés időpontja: 2022.02.01.)
238. SEEKERe user manual, <https://manualzz.com/doc/7162577/seekere-user-manual> (Letöltés időpontja: 2022.02.01.)
239. SHELDAHL, Kevin: Bomb Dog Training Aid Evaluation, <https://leerburg.com/scentlogix.htm> (Letöltés időpontja: 2021. 11. 08.)
240. SIMIĆ, Mitar et. al: Honeybee Activity Monitoring in a Biohybrid System for Explosives Detection, [https://www.researchgate.net/publication/333023289\\_Honeybee\\_Activity\\_Monitoring\\_in\\_a\\_Biohybrid\\_System\\_for\\_Explosives\\_Detection](https://www.researchgate.net/publication/333023289_Honeybee_Activity_Monitoring_in_a_Biohybrid_System_for_Explosives_Detection) (Letöltés időpontja: 2021. 10. 28.)
241. Szagkezelési technológiák, II. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia összefoglalója, 2006. június 1–2., Pécs, [https://dokutar.omikk.bme.hu/collections/mgi\\_fulltext/kornyezet/2006/07/0705.pdf](https://dokutar.omikk.bme.hu/collections/mgi_fulltext/kornyezet/2006/07/0705.pdf) (Letöltés időpontja:2018.11.13.)
242. SZINÁK János–VERESS István: Kutyatár. Arcanum Adatbázis Kft., Budapest, 2006. <https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/kutyatar-kutyatar/ch03.html#id634337> (Letöltés időpontja: 2018. 11. 08.)
243. Three guilty of airline bomb plot, [http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk\\_news/8242238.stm](http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/8242238.stm) (A letöltés időpontja: 2020. 01.12.)
244. Track Width Mine Plough (TWMP), <https://www.army-technology.com/products/track-width-mine-plough/> ,(Letöltés időpontja:2021. 04. 22.)

## **1. MELLÉKLET – ÁBRÁK ÉS TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE**

## ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra: A világ aknaszennyezettsége 2021-ben.....	7. o.
2. ábra: A gyújtási lánc elvi felépítése.....	23. o.
3. ábra: A robbanóanyagok felhasználási terület szerinti csoportosítása.....	24. o.
4. ábra: Néhány jellemző HME fő felhasználási területe.....	30. o.
5. ábra: A robbanószerkezetek felhasználási terület szerinti csoportosítása.....	31. o.
6. ábra: Az aknák alaprendeltetés szerinti csoportosítása.....	34. o.
7. ábra: Gyalogság elleni aknák egyes változatai.....	36. o.
8. ábra: Harcjármű elleni aknák egyes változatai.....	39. o.
9. ábra: Az IED elvi felépítése.....	42. o.
10. ábra: Főzőedényből készített IED alapanyagai.....	43. o.
11. ábra: Egyszerű házi készítésű nyomólap.....	44. o.
12. ábra: Irányított hatású repeszaknák a XVIII. század végén.....	52. o.
13. ábra: Német tüzérségi lövedékből készített rögtönzött akna.....	54. o.
14. ábra: Metaloszkóp összecukott és működésre kész helyzetben.....	56. o.
15. ábra: Szovjet katonák a Nagy Honvédő Háború alatt VIM-210 műszerrel.....	57. o.
16. ábra: Amerikai katona PRS-1 indukciós aknakutató műszerrel 1944-ben.....	58. o.
17. ábra: Német SD-2 szórt bomba törött szóró konténerben.....	60. o.
18. ábra: Szovjet aknakereső kutya a Nagy honvédő Háborúban.....	64. o.
19. ábra: „Tankelhárító” kutyák kiképzése.....	64.o.
20. ábra: IMP típusú indukciós aknakutató műszer.....	68. o.
21. ábra: Indukciós aknakutató egység BRDM-2 harcjárműre szerelve.....	69. o.
22. ábra: Meglepőaknákkal szennyezett terület jelzése.....	72. o.
23. ábra: Az aknafelderítés lehetséges kapcsolódó területei.....	82. o.
24. ábra: A robbanószerkezetek felderítéséhez alkalmazott módszerek.....	83. o.
25. ábra: A kipárolgott robbanóanyag elosztását befolyásoló folyamatok a talajban.....	85.o.
26. ábra: 2,4 DNT és TNT koncentrációja a talaj közelében.....	87.o.
27. ábra: Az elektromágneses indukció.....	89.o.
28. ábra: A robbanószerkezetek elleni fellépés átfogó rendszere.....	90.o.
29. ábra: Az IED készítéséhez jellemzően alkalmazott robbanóanyagok 1970.....	91. o.
30. ábra: Az IED készítéséhez jellemzően alkalmazott robbanóanyagok 2001.....	92.o.
31. ábra: Az ellátási lánc biztonsági összetevői.....	94.o.
32. ábra: A veszélyes területek jelzésére szolgáló szabványosított táblák.....	96.o.

33. ábra: A német hadsereg által a KFOR-ban alkalmazott emlékeztető kártya.....	98.o.
34. ábra: Az IED rendszer.....	99. o.
35. ábra: A C-IED feladatrendszere.....	101.o.
36. ábra: Az ATF által megállapított biztonsági távolságok.....	104.o.
37. ábra: Vidisco Defender 12 hordozható röntgenkészülék.....	107.o.
38. ábra: Repülőtéri kétsugaras röntgenberendezéssel készített kép.....	108.o.
39. ábra: Teljes test-scanner alkalmazása egy kereskedelmi repülőtéren.....	110.o.
40. ábra: A Viken Detection HBI-120 kézi képalkotó.....	111.o.
41. ábra: CTX-9800 DSi csomagellenőrző rendszer.....	113.o.
42. ábra: Fluoroszkóppal készített biztonsági felvétel.....	115.o.
43. ábra: A Carbomb Fighter 3C4 alkalmazásának elvi vázlata.....	117.o.
44. ábra: ILDS multiszenzoros aknakutató gépjármű.....	118.o.
45. ábra: ExPray aerosol alapú robbanóanyag kimutató reagens készlet.....	122.o.
46. ábra: DropEx Plus cseppentő-palackos robbanóanyag kimutató reagens készlet.....	124.o.
47. ábra: ExPen ampullás robbanóanyag kimutató reagens készlet.....	125.o.
48. ábra: ELITE félautomata kolorimetrikus robbanóanyag kimutató készlet.....	126.o.
49. ábra: SEEKERe automata kolorimetrikus robbanóanyag kimutató eszköz.....	128.o.
50. ábra: Tömegspektrométer elvi vázlata.....	132.o.
51. ábra: Mobile Trace robbanóanyag felderítő műszer.....	133.o.
52. ábra: Az érzékelt szagok feldolgozásának elvi vázlata.....	134.o.
53. ábra: A FIDO XT hordozható robbanóanyag detektor.....	135.o.
54. ábra: A FIDO XT detektor a USMC Dragon Runner robotra telepítve.....	136.o.
55. ábra: A BS03 mikroba törzs lumineszcens válasza egy PRB-M35 aknára.....	140.o.
56. ábra: Az afrikai óriáspatkány alkalmazása aknamezőn.....	153.o.
57. ábra: Mézelő méhek kiképzése Horvátországban.....	155.o.
58. ábra: A fémérzékelő aknakutató műszerek meghatározó paraméterei.....	163.o.
59. ábra: Garrett PD 65i fémérzékelő kapu működése.....	164.o.
60. ábra: Garrett Super Scanner-V kézi fémkereső.....	165.o.
61. ábra: BFO-rendszerű fémkereső.....	166.o.
62. ábra: Az IB fémkereső működési elve.....	167.o.
63. ábra: Alacsony frekvenciás fémérzékelő műszer.....	168.o.
64. ábra: Impulzus üzemű fémkereső készlet.....	169.o.

65. ábra: A TIRAMISU amerikai aknafelderítő robot.....	170.o.
66. ábra: A TMA-4 harckocsi elleni akna és annak röntgenfelvétele a talajban.....	173.o.
67. ábra: Talajradar által alkotott kép.....	174.o.
68. ábra: Talajradar alkalmazása a hadszínterén.....	175.o.
69. ábra: Gépjárműre telepített talajradar.....	176.o.
70. ábra: Kézi aknafelderítés Luhanszkban.....	178.o.
71. ábra: A szlovák gyártmányú Bozena-5 ütőhatású aknamentesítő eszköz.....	184.o.
72. ábra: A munkaszerv működése közben fellépő erőhatások.....	185.o.
73. ábra: Távirányított kultivátor alkalmazása Szenegálban.....	186.o.
74. ábra: Megerősített kezelőfülkével rendelkező kotrógép alkalmazása Irakban...	188.o.
75. ábra: Aknataposó hengerrel felszerelt Leopard 2A4 harckocsi Finnországi gy.	190.o.
76. ábra: M-ATV járműre szerelt aknataposó henger útfelderítés közben.....	192.o.
77. ábra: Husky páncélozott aknakutató gépjármű.....	193.o.
78. ábra: A KMT-8 szovjet aknakifordító eke elvi felépítése.....	194.o.
79. ábra: Valós és téves jelzések előfordulása.....	205.o.
80. ábra: A levezetés rendjének elvi vázlata, a rejtési idő megváltoztatásával.....	209.o.
81. ábra: Előtalálási hatékonyság a robbanóanyagok típusának változtatásával.....	215.o.
82. ábra: Előtalálási hatékonyság a rejtési idő változtatásával.....	216.o.
83. ábra: Előtalálási hatékonyság a robbanóanyag típusának változtatásával.....	217.o.
84. ábra: Előtalálási hatékonyság a robbanóanyag mennyiségének változtatása.....	218.o.
85. ábra: Előtalálási hatékonyság a robbanóanyag típusának változtatásával.....	219.o.
86. ábra: Hatékonyság „üres rejtés” esetén.....	220.o.
87. ábra: Robbanóanyag-kereső kutyák összesített hatékonysága.....	221.o.
88. ábra: A 2. számú rejtési helyen elhelyezett eszköz a telepítés előtt.....	222.o.
89. ábra: A robbanóanyag-kereső kutyák hatékonysága a rejtési idő figyelem.....	226.o.
90. ábra: A mérések összesített értékelése.....	227.o.
91. ábra: A vizsgált eszközök és kutyák összesített hatékonysága.....	228.o.
92. ábra: A 6. feladat összesített értékelése.....	231.o.

## TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat: A primer robbanóanyagok jellemzői.....	25. o.
2. táblázat: A szekunder robbanóanyagok jellemzői.....	26. o.
3. táblázat: Robbanóanyag prekursorok.....	29. o.
4. táblázat: HME-vel végrehajtott néhány jelentősebb terrortámadások.....	29. o.
5. táblázat: Néhány jellemző HME tulajdonságai.....	30. o.
6. táblázat: Néhány katonai gyakorlatban alkalmazott robbanóanyag fő összetev..	86.o.
7. táblázat. Összefoglaló táblázat az MWD alkalmazhatóságáról.....	160.o.
8. táblázat: A változók vizsgálatra gyakorolt hatásai.....	207.o.
9. táblázat: Mérési eredmények a rejtési idő megváltoztatásával, feketelőpor rej.	212.o.
10. táblázat: Mérési eredmények a robbanóanyag típus megváltoztatásával.....	212.o.
11. táblázat: Mérési eredmények a robbanóanyag mennyiség megváltoztatása.....	212.o.
12. táblázat: Mérési eredmények a robbanóanyag típus megváltoztatásával.....	213.o.
13. táblázat: Mérési eredmények a robbanóanyag mennyiség megváltoztatásával..	213.o.
14. táblázat: Mérési eredmények „üres rejtés” esetén.....	213.o.
15. táblázat: Az 1-3. feladat összesített adatai.....	214.o.
16. táblázat: Az „üres rejtések” összesített adatai.....	215.o.
17. táblázat: Az összehasonlító vizsgálat 1-5. feladat összesített adatai.....	215.o.
18. táblázat: Az „üres rejtések” összesített adatai.....	216.o.
19. táblázat: A mérések összesített adatai a 2-4. feladatok esetében.....	227.o.
20. táblázat: Az összehasonlító vizsgálat 6. feladat mért adatai.....	230.o.
21. táblázat: A terepkutatás kiképzés tárgyköreinek javasolt óraszám.....	236.o.

## **2. MELLÉKLET – ALKALMAZOTT RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE**



Rövidítés	Idegen nyelvű meghatározás	Magyar nyelvű meghatározás
APM	Anti-Personel Mine	gyalogság elleni akna
ATM/AVM	Anti-Tank/ Vehicle Mine	harcjármű elleni akna
BAC	Battle Area Clearance	hadszintér megtisztítás
CBRN	Chemical Biological Radiological and Nuclear	kémia, biológia, radiológiai és nukleáris
C-IED	Counter Improvised Explosive Device	rögtönzött robbanószerkezetek elleni harc
ДИМ	Дорожный Индукционный Минаискатель	közúti indukciós aknakereső
EDD	Explosive Detecting Dog	robbanóanyag kereső kutya
EOD	Explosive Ordnance Disposal	tűzszerész
EODef	Explosive Ordnance Defence	robbanószerkezetek elleni harc
EOR	Explosive Ordnance Reconnaissance	felderítő tűzszerész
ERW	Explosive Remnants of War	hadi cselekményből visszamaradt robbanószerkezetek, robbanószerkezet maradványok és robbanóanyagok
HASD	High Assurance Searching Dog	nagy megbízhatóságú kereső kutya
HME	Home Made Explosive	házi készítésű robbanóanyag
IED	Improvised Explosive Device	rögtönzött robbanószerkezet
IEDDD	IED Detecting Dog	rögtönzött robbanószerkezet kereső kutya
IMAS	International Mine Action Standard	nemzetközi aknamentesítési szabvány
ИМП	Индукционный Минаискатель Переносной	hordozható indukciós aknakereső
ИЗ	Индукционный Зонд	indukciós szonda
FP	Force Protection	erők megóvása
MAG	Mine Advisory Group	akna tanácsadó csoport
MDD	Mine Detecting Dog	aknakereső kutya
NATO	North Atlantic Treaty Organization	Észak-atlanti Szerződés Szervezete
PEDD	Petrol Explosive Detecting Dog	robbanóanyag-kereső járőr kutya
STANAG	Standardization Agreement	szabványosítási egyezmény
UN	United Nations	Egyesült Nemzetek Szervezete
UNMAS	United Nations Mine Action Service	Egyesült Nemzetek Szervezete aknamentesítési szolgálat
ВИМ	Винтовочный Индукционный Минаискатель	puska indukciós aknakereső
VO	Victim Operated	áldozat által működtetett

**3. MELLÉKLET – A SZERZŐ TÉMAKÖRI PUBLIKÁCIÓS  
JEGYZÉKE**

1. SZATAI Zsolt József (2018): A rögtönzött robbanószerkezetek elleni harc képességének létrehozása a Magyar Honvédségben, Felderítő Szemle, XVII. évfolyam, 3. szám, Budapest, 85-90.
2. SZATAI Zsolt József (2019): A robbanóanyag-kereső kutyák alkalmazási lehetőségei napjainkban, Műszaki Katonai Közlöny, 29. évfolyam, 1. szám, Budapest, 65-81.
3. SZATAI Zsolt József (2019): A fémtartalmú robbanószerkezetek felderítéséhez alkalmazott technikai eszközök, Műszaki Katonai Közlöny, 29. évfolyam, 1. szám, Budapest, 121-138.
4. SZATAI Zsolt József (2019): Aknák, aknamezők felderítési lehetőségei, Műszaki Katonai Közlöny, 29. évfolyam, 4. szám, Budapest, 43-63.
5. SZATAI Zsolt József: A robbanóanyag felderítés az utasbiztonság szolgálatában, A hadtudomány és a 21. század 2020, tanulmánykötet, Budapest, 2020, pp. 313-328.
6. SZATAI Zsolt József (2019): A rögtönzött robbanószerkezetek felderítésének lehetőségei, A hadtudomány és a 21. század 2019, tanulmánykötet, Budapest, 68-79.
7. SZATAI Zsolt József-HORVÁTH Tibor (2020): A robbanószerkezetek felderítésének története 1. (700-1950), Honvédségi Szemle, 148. évfolyam, 6. szám, Budapest, 81-95.
8. SZATAI Zsolt József-HORVÁTH Tibor (2020): A robbanószerkezetek felderítésének története 2. (1951-től napjainkig), Honvédségi Szemle, 149. évfolyam, 1. szám, Budapest, 101-115.
9. SZATAI Zsolt József (2020): Innovative solutions in mine detection, Hadtudomány, 2020 elektronikus lapszám, Budapest, 198-213.
10. SZATAI Zsolt József (2020): A robbanóanyag-kereső kutyák alkalmazásának logisztikai támogatása, Katonai Logisztika, 28. évfolyam, 4. szám, Budapest, 132-152.
11. HORVÁTH Tibor-SZATAI Zsolt József (2020): A history of detection of explosive devices 1. (700-1950), Revista Academiei Fortelor Terestre / Land Forces Academy Review, XXV. évfolyam, 3. szám, Sibiu, Románia, 189-200.

12. HORVÁTH Tibor-SZATAI Zsolt József (2020): A history of detection of explosive devices 2. (1951 to the present), *Revista Academiei Fortelor Terestre / Land Forces Academy Review*, XXV. évfolyam, 4. szám, Sibiu, Románia, 290-301.
13. HORVÁTH Tibor-SZATAI Zsolt József-VÖRÖS Mihály (2015): Új kihívások az aszimmetrikus hadviselés korszakában, könyvfejezet, In: *70 év az életveszély árnyékában, a magyar tüzserész és aknakutató alakulatok története 1945-2015*, Zrínyi Kiadó, Budapest, 119-141.
14. SZATAI Zsolt József (2021): Gépel vagy kézzel? A mechanikai (gépi) aknamentesítő eszközök alkalmazásának jelene és jövője, *Katonai Logisztika*, 29. évfolyam, 1-2. szám, Budapest, 203-231.

#### **4. MELLÉKLET – VIZSGÁLATI LAP**

## VIZSGÁLATI LAP

Hatékonyság és összehasonlító vizsgálathoz

Végrehajtás időpontja:	
Végrehajtás ideje:	
Időjárás, hőmérséklet:	
Végrehajtás helye:	
Végrehajtott feladat:	
Rejtett anyag típusa, mennyisége:	
A vizsgálat előtt eltelt rejtési idő:	
Alkalmazott eszköz:	
A vizsgálat eredménye:	
A végrehajtáshoz szükséges idő (perc):	
Megjegyzés, a vizsgálat leírása és egyéb észrevételek:	

*Forrás: a szerző saját szerkesztése*

## **5. MELLÉKLET – ÖSSZEFOGLALÓ TÁBLÁZAT**

## Összefoglaló táblázat

a robbanóanyag- és robbanószerkezet felderítési módszerek előnyeiről,  
hátrányairól és lehetséges katonai alkalmazhatóságáról

*Forrás: a szerző szerkesztése*

A ROBBANÓANYAGOK FELDERÍTÉSE	
<i>Robbanóanyag tömeg érzékelése</i>	
Képképző technológiák	
Röntgensugaras és neutron alapú technológiák	<p><u>Előnyei:</u></p> <p>A képképző technológiák alkalmazásával gyors, valós idejű és az eredményeket vizuálisan könnyen elemezhető helyszíni vizsgálat hajtható végre.</p> <p>A mérések végrehajtása akkor is lehetséges ha a környező anyag, vagy egy másik szerkezet közvetlenül eltakarja a vizsgálandó tárgyat.</p> <p>Az alkalmazott eszköz függvényében jó minőségű háromdimenziós képet is előállíthatunk, ezáltal megkönnyítve a robbanószerkezet vagy annak összetevőinek azonosítását.</p> <p>Egyes eszközökkel azonosítható a vizsgált anyagok tulajdonsága és azok összetétele, ezáltal pontosan meg lehet határozni a robbanóanyagokat.</p> <p>A modern technikai eszközökkel, az előírt szabályok szerint végrehajtott vizsgálatok, biztonságosak és nem hordoznak magukban egészségügyi kockázatot.</p>



A neutron alapú technológiák egyik legfőbb előnye a nagy penetrációs képesség, amely lehetővé teszi a keresett anyag észlelését vastagfalú fém vagy egyéb anyagból készült tárolókban és falak mögé rejtve is.

#### Hátrányai:

A rendszerek beszerzése és üzemeltetése költséges, továbbá egészségvédelmi és erkölcsi okok miatt szigorú szabályokhoz kötött.

A neutron alapú rendszerek érzékelési sebessége más rendszerekhez képest viszonylag lassabb.

Egyes eszközök nem biztosítanak háromdimenziós képet, ezáltal a felvétel nem minden esetben jó minőségű.

Egyes röntgenalapú rendszerek alkalmazásához szükség van képalkotó lemez elhelyezésére, amely elhelyezése a vizsgálandó tárgy elhelyezkedéséből adódóan, nem minden esetben lehetséges.

A neutronsugárzás nem használható személyek ellenőrzésére, mert káros az élő szervezetekre. Azonban vegyi anyagok, élelmiszereket és italok esetében nincs sugárvédelmi kockázat.

A terepen végrehajtott vizsgálatokat egyes esetekben megnehezítheti az eszközhöz tartozó kábelek nem megfelelő hosszúsága. Ez hosszabb kábelek beszerzését vagy a vezeték nélküli alkalmazás lehetőségének biztosítását követeli meg.

Az eszközök kezelése célirányos felkészítést igényel, annak hiányában a kezelők nem hajthatnak végre vizsgálatokat.

#### Katonai alkalmazhatósága:

A képalkotó technológiák lehetséges katonai alkalmazhatósága rendkívül széleskörű. A rendszerek jól alkalmazhatók a robbanóanyag felderítés során az ellenőrző-áteresztő pontokon a gépjárműre vagy személyekre rejtett anyagok felkutatására, továbbá a preventív biztosítási feladatok során az objektumok, helyiségek ellenőrzésére. A röntgen és neutron alapú technológiák alkalmasak a talajszint alá rejtett robbanóanyagok és robbanószerkezetek felderítésére, illetve a tűzszerész biztosítási feladatok során az előtalált hagyományos és rögtönzött robbanószerkezetek állapotának nem invazív módon történő felmérésére is. A képalkotó berendezések

	használatával növelhető a robbanás utáni helyszínelési feladatok hatékonysága, illetve a CBRN EOD feladatok biztonsága.
<i>Robbanóanyag nyom érzékelése</i>	
<b>Elektro-kémiai elven működő felderítési módszerek</b>	
Kolorimetria	<p><u>Előnyei:</u></p> <p>A mobilitás és hordozhatóság, hiszen a készültek tömege más eszközökhöz viszonyítva alacsony.</p> <p>Könnyű kezelhetőség. A mintavétel, továbbá az észlelési és azonosítási folyamat nem igényel speciális technikai háttérrel vagy szakképzettséget.</p> <p>Egyszerű mintavétel. Alapesetben nem igényel előzetes üzemi körülményeket vagy melegítést és nincs speciális tápegység ellátási követelménye sem, bár bizonyos tesztelési helyzetekben kiegészítő fényforrás (zseblámpa) szükséges lehet.</p> <p>Gyors vizsgálati eredmény a reagensekre történő válaszreakció függvényében.</p> <p>Az összetettebb robbanóanyag felderítő és azonosító rendszerekhez képest alacsony beszerzési és fenntartási költség.</p> <p>Az kolorimetrikus eljárások kül- és beltéren egyaránt alkalmazhatóak, bármilyen időjárási körülmények között.</p> <p>Automatizált eszközök alkalmazása esetén gyors üzemkésztség érhető el és nincs állásidő az észlelések között, továbbá a hosszú élettartamú akkumulátoroknak köszönhetően minimális karbantartás mellett hosszú üzemeltetési idő érhető el.</p> <p><u>Hátrányai:</u></p>

	<p>A színazonosításon alapuló rendszerek legnagyobb hátránya, hogy az eredmény minden esetben függ a vizsgálatot végző személy színértelmezésétől. Ennek megfelelően ilyen típusú manuális és félautomata vizsgálatot szintévesztő vagy színvakságban szenvedő személy nem végezhet.</p> <p>A kezelői utasításokban szereplő meghatározások szerint, csak a mintatáblázatban szereplő színek értékelhetők pozitív eredményként (kivételt képez az automatizált azonosítás), azoktól eltérő elszíneződés esetén más típusú vizsgálat is szükséges lehet.</p> <p>A robbanóanyagok kimutathatóságának szintjét befolyásolhatja a minta koncentrációja.</p> <p>Mivel módszer egyszerűségéből adódóan a helyszíni vizsgálatokat olyan személyek is elvégezhetik, akik nem rendelkeznek kémia és fizikai tudományos ismeretekkel, ezért a helyszíni tesztek eredményei önmagukban nem elegendőek a bűnügyi bizonyítási eljárás során, így azok csak a laboratóriumi tesztekkel együtt bizonyító erejűek.</p> <p><u>Katonai alkalmazhatósága:</u></p> <p>Összességében megállapítható, hogy a kolorimetrikus vizsgálatok a terepen is megbízhatóan elvégezhető vizsgálatok közé tartoznak, így jól alkalmazhatóak a katonai gyakorlatban, robbanóanyag maradványok kimutatására. Ennek megfelelően a tűzszerész műveletek támogatásának, a robbanóanyag-kereső kutyás egységek jelzései megerősítésének, illetve a robbanás utáni hadszíntéri helyszínelés anyagmaradvány begyűjtésének fontos eszköze. Továbbá, hatékonyan alkalmazható módszer a preventív célú erők megóvása érdekében végzett biztosítási feladatok során is ellenőrző pontokon, a kritikus infrastruktúrák védelmében vagy a határvédelemben.</p>
<p>Robbanóanyag felderítő műszerek</p>	<p><u>Előnyei:</u></p> <p>A kézi eszközök esetében könnyű hordozhatóság és mobilitás, hiszen a készletek tömege viszonylag alacsony.</p> <p>Pontos és megbízható elemzés, amely alapján egyértelműen beazonosítható a vizsgált anyag vegyi összetétele.</p> <p>A röntgen alapú képalkotó technológiákkal ellentétben, egyáltalán nincs sugárzás a vizsgálat közben.</p>

	<p>Könnyű kezelhetőség, de a kezelése külön felkészítést igényel.</p> <p>Egyes eszközök robotra szerelhetők, így növelhető az ellenőrzött tárgy és a kezelők közötti biztonsági távolság.</p> <p>Az adatok számítógépre menthetők, így minden vizsgálat jól dokumentálható.</p> <p>A kiértékelő adatbázisok folyamatosan frissíthetők, illetve egyes típusoknál a rendszer „öntanuló” módon is működik.</p> <p>Az eszközök folyamatosan üzemben tarthatók, akár 24 órán keresztül is a hét minden napján.</p> <p><u>Hátrányai:</u></p> <p>Az eszközök beszerzési ára magas.</p> <p>A sikeres mintavételhez és kiértékeléshez a legtöbb esetben melegedési idő szükséges és az eszköz csak az üzemi hőmérséklet elérését követően alkalmas a feladatvégrehajtásra. Folyamatos üzembentartás esetén ez a hiba kiküszöbölhető.</p> <p>A mérés végrehajtásához és mintavételhez megfelelő közelség szükséges.</p> <p>Gyakori probléma az eszköz szűrőinek eltömítődése, amelynek rendszeressége és mértéke nagyban függ a levegő szállópor koncentrációjától.</p> <p>Egyes vegyületekkel szemben bizonyos típusok nem kellően érzékenyek, ezért új összetételű HME esetén, nem minden esetben biztosított a kellő felderítési hatékonyság.</p> <p><u>Katonai alkalmazhatósága:</u></p> <p>A műszerek katonai alkalmazhatósága széles körű. Alkalmazhatók az ellenőrző pontokon csomagok, rakomány és gépjárművek ellenőrzésére felületi mintavétellel és levegőből történő mintavétellel egyaránt. Továbbá</p>
--	--

	alkalmazhatóak személyek ellenőrzésére a robbanóanyag maradványok kimutatása érdekében, illetve a hadszíntéri helyszínelési feladatoknál az alkalmazott anyagok kémiai összetételének megállapítása céljából.
<b>Biológiai elven működő felderítési módszerek</b>	
Mikrobiális felderítés	<p><u>Előnyei:</u></p> <p>A baktériumok viszonylag könnyen nevelhetők különösen nagy anyagi ráfordítás nélkül, hiszen mindehhez csak néhány olcsóbb vegyi anyagra és cukorra van szükség. Ennek ismeretében az MMDS technológia könnyen elérhető lehet a súlyos aknaproblémával küzdő fejlődő országok számára is.</p> <p>Sok jelenleg alkalmazott felderítési technológiát hátrányosan befolyásol a területen lévő növényzet, de az MMDS esetén ez éppen ellenkezőleg van, hiszen a növényzet felerősíti a jelet és ez által fokozza a felderítés hatékonyságát. Ezért a mikrobiális felderítés jól alkalmazható olyan területeken ahol a növényzet kiirtása környezeti károkat okozhatna.</p> <p>Mivel a mikróbák nem a robbanószerkezetet érzékelik, hanem csak a robbanóanyagok összetevőjeként alkalmazott vegyi anyagokat, ezért a módszer eredményesen alkalmazható erősen fémszennyezett területeken is, ahol a nagy mennyiségű repesz miatt más módszerek alkalmazása nehézségekbe ütközik.</p> <p>A baktériumok viszonylag gyorsan lebomlanak és ezt követően műtrágyához hasonló tápanyagként szolgálnak a talaj számára, így a módszer kifejezetten nem invazívnak tekinthető és így megfelelhet az aknafelderítéssel szemben támasztott legmagasabb szintű a környezetvédelmi előírásoknak is.</p> <p><u>Hátrányai:</u></p> <p>A katonai alkalmazhatóság érdekében talán legfontosabb kritérium a baktériumok alkalmazhatósági időtartama és azok élettartama. Jelenleg az általuk kibocsájtott fluoreszcens jel a telepítést követő 24 órában a legerősebben mérhető és ez követően a baktériumok exponenciálisan elpusztulnak néhány nap alatt. Ezért a fluoreszcencia érzékelésének sebessége meghatározó tényező, azonban ez fizikai korlátokba ütközik, így jelenleg nagy kiterjedésű</p>

	<p>aknásított területek egyszerre történő felderítése nem megoldható, annak ellenére, hogy technikailag az MMDS ekkora területen történő kipermetezése megoldható lenne.</p> <p>Ugyancsak megoldandó kérdés az MMDS különböző éghajlati viszonyok közötti alkalmazása, hiszen az erős hideg vagy a száraz meleg negatívan hat a baktériumok természetes működésére. Erre megoldást jelenthet a baktériumok egyfajta telepítés előtti kapszulázása – a módszer jelenleg tesztelés alatt áll – ez által alkalmazásuk biztosított lenne a közel-keleti és az afrikai sivatagos régiókban található aknamezők felszámolásához is.</p> <p>A rendszer hatékony alkalmazásának másik fontos pillére az érzékelő rendszerek, amelyek segítségével meghatározható a fluoreszcens jel pontos helyzete. A cél olyan rendszerek kifejlesztése, amelyek segítségével rövid idő alatt akár több száz hektárt is le lehet fedni. Erre megoldást jelenthet a drónokkal hordozható érzékelők kifejlesztése, de az ilyen módú alkalmazáshoz az érzékelő rendszereknek meg kell felelniük speciális méret és tömeg követelményeknek.</p> <p><u>Katonai alkalmazhatósága:</u></p> <p>Aknaszennyezett területek, katonai gyakorlóterek, továbbá lőszer- és robbanóanyag tároló létesítmények felszámolása, mentesítése és a terület rekultivációja során.</p>
<p>Növényekkel történő felderítés</p>	<p><u>Előnyei:</u></p> <p>A célnövények viszonylag könnyen nevelhetők különösen nagy anyagi ráfordítás nélkül, hiszen a géntechnológia fejlődésével az alkalmazott módszerek egyre olcsóbbak lesznek. A célnövények rendkívül olcsón és egyszerűen nevelhetők, mivel közönséges fajtákról van szó, mint a dohányfélék, a spenót vagy a zsálya.</p> <p>Mivel a növények nem a robbanószerkezetet érzékelik, hanem csak a robbanóanyagok összetevőjeként alkalmazott vegyi anyagokat, ezért a módszer eredményesen alkalmazható erősen fémszennyezett területeken is, ahol a nagy mennyiségű repesz miatt más módszerek alkalmazása nehézségekbe ütközik.</p> <p>A növények élettartamát követően azok gyorsan lebomlanak és ezt követően természetes tápanyagként szolgálnak a talaj számára, így a módszer kifejezetten nem invazívnak tekinthető és így megfelelhet az aknafelderítéssel szemben támasztott legmagasabb szintű a környezetvédelmi előírásoknak is.</p>

	<p><u>Hátrányai:</u></p> <p>A génmódosított növények élettartamuk közben természetesen kapcsolatban kerülnek a robbanóanyagokból kiáramló nitrogén-dioxiddal. Ennek hatására a nitrogén-dioxidpt semlegesítő baktériumok termelődnek, amelyek a területen elterjedve téves jelzéseket eredményeznek.</p> <p>Az alkalmazott növények nem magas növésűek, így azok megfigyelése nehézkes, továbbá azok vetése eredeti növényzettel benőtt területeken, nehezen vagy egyáltalán nem megoldható.</p> <p>A mikrobákhoz hasonlóan a szélsőséges időjárási körülmények befolyásolják a növények alkalmazhatóságát.</p> <p>Aggodalomra adhat okot, a génmódosított növények és a területen őshonos növények keveredése, esetleges kereszt beporzása, amelynek eredményeképpen olyan új növényfajok jöhetnek létre, amelyek tulajdonságai előre nem ismertek.</p> <p><u>Katonai alkalmazhatósága:</u></p> <p>A módszer katonai alkalmazását nem tartom elképzelhetőnek.</p>
<p>Állatokkal támogatott felderítés</p>	<p><u>Előnyei:</u></p> <p>A gyakorlati tapasztalatok és a vizsgálati tesztek eredményei alapján kijelenthető, hogy a megfelelően kiképzett állatok ilyen irányú alkalmazása gyors és pontos feladatvégrehajtást tesz lehetővé és ez nagyon magas megbízhatósági hatékonyságot biztosít a módszernek.</p> <p>A kiképzett állatok alkalmazásának előnye, hogy azok a kipárologott robbanóanyagot észlelik, ezért jól alkalmazhatóak erősen fémszennyezett területen is.</p> <p>Az állatok alkalmazásának költségei, figyelembe véve azok beszerzési vagy tenyésztési költségeit, a kiképzésre fordított összegeket, továbbá a napi fenntartás költségeit is, összességében sokkal alacsonyabbak, mint a modern technikai eszközök üzemben tartási és alkalmazási költségei.</p>

Az állatok célterületre juttatása lényegesen egyszerűbb logisztikai feladat, mint a sok esetben nagyméretű, nagy tömegű, vagy kialakításából adódóan sajátos szállítást igénylő technikai eszközöké.

Az állatok alkalmazása a modern kor elvárásainak megfelelő innovatív felderítési módszerek alkalmazását teszi lehetővé, ennek megfelelően a robbanóanyagok felderítése nem invazív módon végrehajtható.

Az állatokkal támogatott felderítés nem jár környezetterheléssel, hiszen a természettel összhangban lévő biológiai elven működő eljárásokon alapul, így a módszerek alkalmazhatóak a legszigorúbb természetvédelmi rendszabályok betartása mellett is.

Az állatokkal történő felderítés annak ellenére, hogy azok ellátásához szükséges állategészségügyi feltételeket biztosítani kell, nem igényel a technikai eszközökhöz hasonló kiterjedt szervízhálózatot és időszakos karbantartást.

#### Hátrányai:

Az élő szervezet nem automatizált önműködő rendszer, vagyis a környezeti körülmények és hatások befolyásolóan hatnak a teljesítőképességére.

Az éghajlati viszonyok meghatározóak az állatok munkavégző képességére, befolyásolja azok alkalmazhatóságának időtartamát és szélsőséges esetben annak eredményességét is. Egyes emlősállatok többsége magas külső hőmérséklet esetén lihegés útján hűti le a testét, vagyis az emberrel ellentétben nem tudnak izzadni, ebből következik, hogy a szükséges párologtatás miatt ilyen körülmények között csökken azok felderítés közbeni eredményessége. Amennyiben az alkalmazás körzetében a hőmérséklet a megszokottól eltérő, a kutyák természetesen is elkezdenek akklimatizálódni, ehhez azonban idő kell. Az éghajlati viszonyokhoz történő alkalmazkodás időszakának hossza egyedenként eltérő lehet, de gyakorlati tapasztalatok alapján megállapítható, hogy az általában két hét alatt végbemegy.

Nem csak a szélsőségesen meleg, hanem a szélsőségesen hideg időjárás is befolyásolhatja az állatok teljesítményét és alkalmazásuk ilyen körülmények között is fokozott figyelmet igényel. A kutya és a patkány átlagos testhőmérséklete az emberénél magasabb mégis óvni kell a hideg hatásaitól. Az afrikai óriáspatkányok hideg időben történő alkalmazásával kapcsolatban nincsenek tapasztalatok, hiszen azok napjainkig csak Tanzániában és Angolában kerültek alkalmazásra. Azonban tekintettel arra, hogy ezen állatok ideális környezeti hőmérséklete 20



°C felett van, feltételezhetően hideg időben történő alkalmazásuk korlátokba ütközhet. Szintén korlátozottan alkalmazhatóak a mézelő méhek is, hiszen 5 °C alatt a méhek egyáltalán nem repülnek és a kaptárt is csak 10 °C felett hagyják el.

A területen lévő vegetáció mennyisége és milyensége szintén befolyásolja az állatok alkalmazását. A méhekkel elvégzett tesztek mindeddig tiszta, nyitott mezőkben végezték, így nem ismert, azok valós teljesítménye erdős vagy erősen vegetált környezetben. Feltételezhetően ilyen környezetben a méhek mozgásának nyomon követése is nehézségeket okozna, de ugyancsak problémát okozna ilyen területen a kutyák és patkányok alkalmazása is.

A szárazföldi állatok esetében a szél iránya és erőssége befolyásolja a tevékenységet, megnehezíti a robbanóanyag helyének pontos felderítését. Hideg időben a szél negatív hatást gyakorol az állatok hőérzetére, de pozitív hatással is lehet emlősállatok szervezetére, hiszen meleg időben hűsíti azt. A szélsőséges időjárási viszonyok nem csak az állatok szervezetére, hanem az alkalmazás környezetére és a keresett robbanóanyagra is hatást fejtenek ki. Melegben a robbanóanyag intenzívebben párolog így egy adott területen belül annak szagmolekulái hamar feldúsulhatnak, ami szintén megnehezítheti azok helyének pontos meghatározását. Szélsőségesen hideg időjárás esetén, ennek a fordítottja történik, azaz a robbanóanyag kevésbé párolog, így egy adott területen belül kevesebb szagmolekula kerül a levegőbe, mely szintén megnehezítheti a felderítést, főleg rövid rejtési idő esetén.

A kutyák és az afrikai óriás patkányok esetében felléphet szaglászervi kimerültség is, hiszen a gyakran nehéz körülmények és az élettanilag erős szagok között végrehajtott alkalmazás nem csak az állat szaglászervét, hanem annak egész szervezetét is igénybe veszi. Ilyen körülmények között a keresés végrehajtása nagyfokú idegi összpontosítást követel meg az állattól, ami fokozhatja annak fizikai és érzékszervi kifáradását. Mindezek eredményeképpen az állat kutatás közben bizonytalanná válhat vagy elveszítheti munkakedvét.

Az aknafelderítés esetében a talaj három tényezője is befolyásolhatja a feladat eredményességét. Az egyik a talaj összetétele, hiszen a TNT és DNT molekulák lassabban jutnak a talaj felszínére sűrűbb szerkezetű talajban, mint például a szorpció miatt laza homokos talaj esetén. A másik tényező a talaj hőmérséklete, hiszen minél hidegebb a talaj hőmérséklete, annál kevesebb gőz képződik a talaj felszínén. A harmadik tényező a talaj nedvességtartalma, amely különféle módon befolyásolja a TNT és a DNT koncentrációját az akna felett lévő talaj feletti levegőrétegben. Száraz talajok esetén a szorpció magas ezért a koncentráció csökken. Nedvesítéskor a víz kiszorítja a TNT és DNT molekulákat a közvetlen talajfelszínéről, így azok a levegőrétegben abszorbeálódnak, amely sokkal nagyobb

	<p>koncentrációt eredményez. Azonban a folyamatos nedvesítés estén a víz ellenkező hatást vált ki és lemossa a robbanóanyag molekulákat a talaj felszínéről, melynek hatására a koncentráció jelentősen csökken.</p> <p>A terep szegdeltsége, fedettsége, járhatósága is kihatással van az állatok eredményes alkalmazására. Ilyen lehet, az állat számára járhatatlan és leküzdhetetlen terep, valamint a talajfelszínt borító fizikai sérülést okozó tárgyak (pl.: éles kőzúzaletek, szemét vagy nagymennyiségű összetört üveg).</p> <p><u>Katonai alkalmazhatósága:</u></p> <p>Az állatokkal támogatott felderítés katonai alkalmazhatóságát az értekezés x. számú táblázatában (x.o.) szemléltem.</p>
<p><b>A ROBBANÓSZERKEZET FELDERÍTÉSE</b></p>	
<p><b>Fizikai elven működő felderítési módszerek</b></p>	
<p>Fémérzékelők</p>	<p><u>Előnyei:</u></p> <p>Gyors és egyszerű használat.</p> <p>Alkalmazása nem igényel hosszú időtartamú kiképzést és nincs szakmai követelmény.</p> <p>A fémkeresők a beállítástól függően akár egészen kicsi fémtárgyakat is érzékelnek, ezáltal a fémszerkezetek elhelyezkedése könnyen behatárolható. Ennek megfelelően alkalmazásukkal végrehajtható a talajszint alatt elhelyezkedő fémszerkezetek felkutatása a lehető legnagyobb mélységben és pontossággal.</p> <p>A folyamatosan fejlődő technológiai eljárások lehetővé teszik az új eszközcsaládok kifejlesztését.</p> <p>Az átlagos felszíni fémkeresők a kisebb tárgyakat (pl. érem, gyűrű) max. 30–35 cm-ig képesek érzékelni vannak azonban erősebb modellek, amelyek nagyobb fémtárgyakat, például egy 10 cm átmérőjű tűzérségi lövedéket képesek akár 4–5 méter mélyen is érzékelni. A kereskedelmi forgalomban vásárolható fémérzékelők árai általában arányban vannak a teljesítményükkel, tudásukkal és megbízhatóságukkal.</p> <p><u>Hátrányai:</u></p>

A felkutatás mélysége és pontossága függ a talaj vezetőképességétől, a fémszerkezet méretétől, a fémszerkezet alakjától és az ottlétének időtartamától.

A talaj vezetőképessége függ annak ásványianyag-tartalmától, ami befolyásolja egyes eszközök alkalmazhatóságát. Ugyan is a súlyosan ásványos talaj általában csökkenti a szonda behatolási erejét. A talajásványosodás elnyomása nagyon fontos feladat egy fémkereső tervezésekor, hiszen amennyiben ez nem megfelelő, számtalan téves jelzést eredményezhet, ami időigényessé és akár eredménytelenné is teheti a keresés folyamatát. A téves jelzések kiküszöbölésének érdekében csökkenteni kell a műszerek érzékenységet azonban ez általában a behatolási mélység csökkenését is eredményezheti.

A fémtárgy mérete befolyásolja a felkutatásának eredményességét. Minél nagyobb a fémes tárgy, annál könnyebben és annál mélyebbről is ki lehet mutatni. Hiszen minél több fémes területet érzékel egy fémkereső felülről, annál mélyebben lesz kimutatható. Például egy fémhordót sokkal könnyebben ki lehet mutatni, mint egy pénzérmét.

A méretén kívül a fémtárgy alakja is befolyásoló tényezőként hat. A gyűrű vagy hurok alakú tárgyak fekvő pozícióban a föld alatt, a legjobb eredményeket hozzák mérés szempontjából, de a lapos vagy tál alakú objektumok is hasonlóan könnyen észlelhetők. Szintén könnyen érzékelhetők a tűzérési lövedékek, repülőbombák, azonban a rúd alakú tárgyakat, fémkábeleket nagyon nehéz észlelni, így felkutatásukhoz más módszerek szükségesek.

Fontos tényező még, hogy a fémtárgy mennyi ideje van eltemetve a talajban. A különféle vegyi anyagok a talajban korróziós hatással vannak a fémekre. Néhány fém gyorsabban rozsdásodik, míg mások kevésbé. A modern cinket például nagyon gyorsan megtámadják ezek a talajban levő vegyi anyagok, míg a réz és az ezüst sokkal jobban ellenáll ezeknek. Mivel ezek a vegyi anyagok „eszik” a fémet, így azon rozsda keletkezik, ami felszívódik a környező talajban. Ez okozza azt, hogy talaj a fémtárgy közelében vezetőképessé válik, így a fémtárgy jóval messzebből észlelhető lesz a fémérzékelővel, mint az pár évvel korábban volt. Ezzel párhuzamosan azonban a talaj elrozsdásodása a fémszerkezet helyének és elhelyezkedésének pontos meghatározását is megnehezíti.

Egyes fémkeresők képesek bizonyos idő elteltével elhangolódni, ami az apróbb tárgyak érzékelését befolyásolja, továbbá néhány típus esetében annak fülhallgatójában folyamatos sípolás (fütty) hallható, ami a működés elvéből következően nem szüntethető meg. Ez tartós használat esetén rendkívül zavaró.

	<p>Nem tiltható ki egyes fémek érzékelése, így például „szemetes” területen (alufóliadarabok, robbanás okozta szilánkok, stb.) használhatatlanná válik, mert állandóan jelezni fog.</p> <p>Egyes típusok a talaj egyenetlensége miatt is hamis találatot jelezhetnek.</p> <p><u>Katonai alkalmazhatósága:</u></p> <p>Számos olyan biztonsági terület van, ahol a fémérzékelő műszerek eredményesen alkalmazhatóak. Ide sorolható a kiemelt objektumok beléptetőpontjainak biztosítása, de eredményesen használhatóak a humanitárius akna- és lőszermentesítés, a tűzszerész-biztosítás vagy akár a hadisírok felkutatása, illetve a Hadtörténeti témájú hadszíntérkutatás területén is. A katonai műveletekben jól alkalmazhatóak a mozgástámogató műveletek során, például az útfelderítő és mentesítő csoportok eszközeiként gépjárműre szerelve vagy kézi használattal.</p> <p>Megállapítható azonban, hogy a szembenálló felek vagy ellenérdekelt csoportok technikai és taktikai fejlődésének következtében a robbanószerkezetek elkészítése közben egyre gyakrabban kerülnek a fémszerkezetek alkalmazását. Nagy mennyiségben gyártanak házilag készített robbanóanyagokat és annak felhasználásával olyan rögtönzött robbanószerkezeteket készítenek, melyek a fémtartalom hiánya vagy az alkalmazott eljárás miatt nem mutathatók ki ezen eszközökkel, illetve azok használata az adott körülmények között korlátozott. Az ilyen szerkezetek kimutatására is kifejlesztettek technikai eszközöket, melyek nagy hatékonysággal alkalmazhatóak önállóan vagy a tanulmányban említett eszközökkel kombinálva.</p>
Talajradarok	<p><u>Előnyei:</u></p> <p>Alkalmas fémtartalommal nem rendelkező talajszint alatt elhelyezkedő tárgyak pontos helyének meghatározására.</p> <p>Roncsolásmentes vizsgálatot biztosít, azaz a terület feltérképezhető annak előzetes feltárása nélkül is.</p> <p><u>Hátrányai:</u></p>

	<p>A túlzottan szennyezett talaj képes leárnyékolni a különböző rétegeket, így egyes részek nem láthatóak a kiértékelés során.</p> <p>A munkaterület kijelölése időigényes és egyes műszerek esetében a nagy mérési pontosság érdekében sűrűn kell felvenni a mérési pontokat, amelyek kijelölése szintén időigényes.</p> <p><u>Katonai alkalmazhatósága:</u></p> <p>Egyes robbanószerkezetek felkutatása a fémtartalomtól függetlenül, föld alá elhelyezett nagy mennyiségű fegyver és robbanószerkezet felkutatása, illegális raktárak felkutatása, útvonalak átvizsgálása.</p>
<b>Mechanikai elven működő felderítési módszerek</b>	
Kézi felderítő eszközök	<p><u>Előnyei:</u></p> <p>Pontos és megbízható felderítést tesz lehetővé.</p> <p>Az eljárások nem igényelnek összetett felszereléseket, ennek megfelelően a végrehajtói állomány felkészítése a feladatra lényegesen egyszerűbb.</p> <p>A kézzel történő felderítés módszerek alkalmazása olcsó és költséghatékony.</p> <p>Az egészen szélsőséges esetektől eltekintve, az alkalmazás lehetséges különböző talaj típusoknál, különböző évszakokban és időjárási körülmények között is.</p> <p><u>Hátrányai:</u></p> <p>A kézzel történő robbanószerkezet felderítés lassú és időigényes.</p> <p>Az egyéni védőfelszerelések ellenére, a tevékenység a végrehajtó állomány számára fokozottan veszélyes.</p>

	<p>A dobókörte korlátozottan alkalmazható növényzettel erősen benőtt területeken, hiszen kialakítása miatt beakad a növények részeibe ezzel megakadályozva az eszköz rendeltetésszerű használatát.</p> <p>Békeidőszakban az IED felderítésére irányuló egyes átvizsgálási módszerek (motozás), a szabályok fokozott betartása mellett is társadalmi ellenérzést váltanak ki.</p> <p><u>Katonai alkalmazhatósága:</u></p> <p>Az egyes talajszint alatt elhelyezett hagyományos- és rögtönzött robbanószerkezetek felderítése.</p>
<p>Gépi felderítő/mentesítő eszközök</p>	<p><u>Előnyei:</u></p> <p>Egyes gépi mentesítő eszközöknél a munkaszerv a mentesítő jármű teljes szélességében működik és egyaránt biztosítja a talajfelszín alatt, illetve a talajfelszínen elhelyezett aknák megsemmisítését is, továbbá hatékonyan megsemmisíti vagy működésképtelenné teszi a különböző működési elvű (nyomásra működő, húzásra működő, közelségi) gyújtószerkezettel szerelt aknákat is.</p> <p>Egyes munkaszervek esetében a mentesítés lehetséges különböző talajtípusok esetén is.</p> <p>A robbanás hatásaitól károsodott munkaszerv egyes elemei gyorsan és viszonylag olcsón cserélhetők.</p> <p>A gépek többsége alkalmas aljnövényzettel erősen benőtt területeken, bozótosokban és cserjésekben is az aknamentesítésre.</p> <p>Mentesítés közben a kezelőfülke kialakítása szavatolja a kezelők biztonságát, továbbá kisebb méretű eszközök a kialakításuk függvényében távvezérléssel is működtethetők.</p> <p>Az ütőhatású mentesítő eszközök kivételével, az aknák megsemmisítési valószínűsége magas, míg azok kidobódásának valószínűsége alacsony szintű.</p> <p>A földmunkagépek alkalmazása esetén nem sérül a talaj felső termőrétege, ennek megfelelően a visszaterítés után rekultiváció nélkül megkezdhető a földterület mezőgazdasági célú hasznosítása, továbbá az alkalmazott eljárásnak köszönhetően a mentesítés után a földterület mentes a robbanószerkezet maradványoktól.</p>

A földmunkagépekkel történő mentesítési eljárás jól alkalmazható városi környezetben is és az alkalmazott eszközök nem igényelnek különleges tervezést, hiszen azok a kereskedelmi forgalomban könnyen beszerezhetők, így az esetleges átalakításuk ellenére, más mentesítő eszközök beszerzési árához képest jelentős költség takarítható meg.

A taposóhengerek egyaránt alkalmasak a nyomásra működő gyalogság elleni és harckocsi elleni aknákkal szennyezett területek mentesítésére.

Az aknakifordító ekék alkalmasak minden típusú akna nyomsávból történő eltávolítására, továbbá a többi gépi aknamentesítő eszközhöz képest viszonylag kis tömegű és olcsó eszközök, illetve különböző méretben elérhetőek és kialakításuk igazodik a páncélozott hordozó eszköz paramétereikhez.

#### Hátrányai:

Sziklás talaj esetén az eszközök egy része nem alkalmazható;

Az ütőhatású mentesítő eszközök alkalmazásakor sérül a talaj felső termőrétege így annak esetleges mezőgazdasági újra hasznosítása csak utólagos talajrekultiváció után lehetséges.

Az ütőhatású eszközök alkalmazása közben előfordulhat, hogy a mentesítés közben elműködött aknák robbanásának hatására vagy éppen az ütőhatású rendszer működésének hatására robbanószerkezetek repülnek ki a mentesített sávhatáron kívülre, így az alkalmazás közben fokozottan kell ellenőrizni a mentesítés környezetét is. Továbbá a működés jellegéből adódóan előfordulhat, hogy egy akna a mentesítés közben nem semmisül meg, hanem csak fizikailag károsodik, de még mindig működőképes és ez által veszélyesebb, mint az eredetileg volt.

Ütőhatású eszközök esetében ugyancsak előfordulhat, hogy a megsemmisített eszközök darabjai gyakran nagyobb sugárban szóródnak ki mint a mentesített terület. A kiszóródás mértéke függ a talaj típusától és a mentesítés mélységétől. Minél nagyobb a mélység annál kevésbé szóródnak ki az anyagmaradványok, viszont nagyobb mélység esetén az aknák megsemmisülési valószínűsége is csökken. Továbbá, a gépi és kézi aknamentesítő eljárás együttes alkalmazása esetén, a fém testű aknákból kiszóródott fémszilánkok és repeszek szintén megnehezíthetik a gépkalkuláció utáni kézi utóellenőrzést, így a kombinált tevékenység jóval időigényesebb lehet, mint ha csak kézzel mentesítették volna. Ugyan ez igaz, aknakereső- kutyák utóellenőrzése esetén, hiszen az aknarobbanásokból

származó robbanóanyag molekulák és maradványok, befolyásolhatják a kutyák eredményes munkáját és annak időtartamát.

Egyes eszközök esetében, az alapgép és a munkaszerv nagy mérete és nagy tömege miatt, azok szállítását befolyásolja az alkalmazási terület infrastruktúrája, továbbá, az ilyen nagy tömegű eszközök működtetése nagy teljesítményű erőforrást igényel, ezáltal az üzemeltetési költségük magasabb.

Egyes eszközök főleg a gyalogság elleni aknamezők mentesítésre, alkalmazhatók kellő biztonsággal, ezért a harckocsi elleni aknákkal és nagyobb méretű egyéb robbanószerkezetekkel szennyezett területen történő munkavégzés, a mentesítés jellegéből adódóan fokozottan veszélyes lehet.

Földmunkagépek alkalmazásakor, a mentesítendő terület és az átvizsgáló hely közötti távolság miatt, a talaj oda- és visszaszállítása időigényes, illetve a szállítás útvonalán fokozott figyelemmel kell eljárni, a szállított talaj esetleges kiömlése miatt.

Az aknataposó hengerek és ekék (a teljes szélességében ható hengerek és ekék, illetve tolólapok kivételével) kizárólag a hordozó eszköz illetve a közvetlenül mögötte ugyanazon nyomvonalon haladó járművek számára létesít nyomsávot, így a nyomsávok közötti hézag további mentesítése szükséges. Továbbá nem hatásos a nyomsávok között telepített érintkezés nélküli gyújtószerkezettel szerelt aknák ellen, így a hordozójármű és annak kezelőszemélyzete veszélynek van kitéve, illetve nem semmisíti meg azokat az aknákat, amelyek bármely okból nem működnek rendeltetésszerűen, így azok továbbra is a területen maradnak.

A hengerek csak meghatározott mennyiségig alkalmazhatóak harckocsi elleni aknák mentesítésére, ugyanis az aknák robbanásának hatására, a görgők sérülnek, így azokat cserélni kell.

A felszerelt aknataposó henger és eke némileg mozgásában korlátozza a harcjárművet, így annak manőverező képessége csökken.

#### Katonai alkalmazhatósága:

A talajon vagy a talajszint alatt elhelyezett robbanószerkezetekkel szennyezett területek mentesítése. Átjárónyitás aknamezőkön, illetve a művelet mozgásszabadságát akadályozó veszélyes területek megtisztítása.



Optikai elven működő felderítési módszerek	
Vizuális felderítés	<p><u>Előnyei:</u></p> <p>Olcsó és nem igényel különösen összetett felkészítést, illetve technikai eszközt.</p> <p>Bármilyen területen, különösebb előkészítés nélkül végrehajtható.</p> <p>A kutatástaktika szabályainak betartása mellett, viszonylag megbízható módszer.</p> <p><u>Hátrányai:</u></p> <p>Túlzottan függ az emberi tényezőtől.</p> <p><u>Katonai alkalmazhatósága:</u></p>
LIDAR	<p><u>Előnyei:</u></p> <p>N/é.</p> <p><u>Hátrányai:</u></p> <p>N/é.</p> <p><u>Katonai alkalmazhatósága:</u></p> <p>Ellenőrző áteresztő pontokon. Robbanóanyaggal és robbanószerkezetekkel szennyezett területek felderítésére.</p>

## **6. MELLÉKLET – TÁRSSZERZŐI NYILATKOZATOK**

## TÁRSSZERZŐI NYILATKOZAT

Alulírottak ezennel kijelentjük, hogy a dr. habil Horváth Tibor és Szatai Zsolt József szerzők által készített:

A HISTORY OF DETECTION OF EXPLOSIVE DEVICES 1. (700-1950) <sup>469</sup>

című publikáció létrejöttében, mint társszerzők az alábbi arányban vettünk részt, illetve működöttünk közre:

	Társszerző neve	részvételi arány	Aláírás
1.	Dr. habil Horváth Tibor	50 %	
2.	Szatai Zsolt József	50 %	

Budapest, 2021. január 16.

## TÁRSSZERZŐI NYILATKOZAT

Alulírottak ezennel kijelentjük, hogy a dr. habil Horváth Tibor és Szatai Zsolt József szerzők által készített:

A HISTORY OF DETECTION OF EXPLOSIVE DEVICES 2. (1951 to the present) <sup>470</sup>

című publikáció létrejöttében, mint társszerzők az alábbi arányban vettünk részt, illetve működöttünk közre:

	Társszerző neve	részvételi arány	Aláírás
1.	Dr. habil Horváth Tibor	50 %	
2.	Szatai Zsolt József	50 %	

Budapest, 2021. január 16.

---

<sup>469</sup> Megjelenés: Revista Academiei Fortelor Terestre / Land Forces Academy Review XXV. évf. 3. sz., megjelenés angol nyelven.

<sup>470</sup> Megjelenés: Revista Academiei Fortelor Terestre / Land Forces Academy Review XXV. évf. 4. sz., megjelenés angol nyelven.

## TÁRSSZERZŐI NYILATKOZAT

Alulírottak ezennel kijelentjük, hogy a dr. habil Horváth Tibor és Szatai Zsolt József szerzők által készített:

A ROBBANÓSZERKEZETEK FELDERÍTÉSÉNEK TÖRTÉNETE 1. (700-1950) <sup>471</sup>

című publikáció létrejöttében, mint társszerzők az alábbi arányban vettünk részt, illetve működtünk közre:

	Társszerző neve	részvételi arány	Aláírás
1.	Dr. habil Horváth Tibor	50 %	
2.	Szatai Zsolt József	50 %	

Budapest, 2021. január 16.

## TÁRSSZERZŐI NYILATKOZAT

Alulírottak ezennel kijelentjük, hogy a dr. habil Horváth Tibor és Szatai Zsolt József szerzők által készített:

A ROBBANÓSZERKEZETEK FELDERÍTÉSÉNEK TÖRTÉNETE 2.(1951 től napjainkig)

472

című publikáció létrejöttében, mint társszerzők az alábbi arányban vettünk részt, illetve működtünk közre:

	Társszerző neve	részvételi arány	Aláírás
1.	Dr. habil Horváth Tibor	50 %	
2.	Szatai Zsolt József	50 %	

Budapest, 2021. január 16.

<sup>471</sup> Megjelenés: Honvédségi Szemle, 148. évf. 2020/6. sz., megjelenés magyar nyelven.

<sup>472</sup> Megjelenés: Honvédségi Szemle, 149. évf. 2021/1. sz., megjelenés magyar nyelven.

**7. MELLÉKLET – ZÁRÓ GONDOLATOK,  
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS**

Doktori értekezésem több mint 10 éves kutatómunka és közel 25 év szakmai tapasztalatának eredménye. Azonban bármilyen magas szintű is a szakmai elhivatottságom, úgy gondolom, hogy témavezetőm tanácsai és útmutatásai nélkül ez az értekezés nem készült volna el. Ezért legnagyobb köszönetem fejezem ki dr. habil Horváth Tibor alezredes úrnak, amiért a témaválasztástól az értekezés elkészültéig mindvégig támogatott. Követendő iránymutatásai és javaslatai folyamatosan segítettek abban, hogy a kutatásomat megvalósítsam, illetve azt a meghatározott keretek között tartsam.

Köszönetem fejezem ki Takács Attila altábornagy úrnak, hogy engedélyezte a kutatómhoz kapcsolódó hatékonysági és összehasonlító vizsgálatok végrehajtását. Köszönettel tartozom továbbá Szilágyi Zsolt Lajos ezredes úrnak, a vizsgálatok gyakorlati helyszínének biztosításáért, köszönöm az MH 1. tűzsz. és főő. e. állományából vizsgálatokban résztvevő tűzszerészeknek és kutyavezetőknek a segítséget, akik magas szintű szakmai tudásukkal, ötleteikkel és lelkesedéseikkel mindvégig segítettek a vizsgálatok végrehajtását.

Hálásan köszönöm felségemnek a támogatását, hogy nyugodt és kiegyensúlyozott családi háttérrel biztosított a kutatóm elvégzéséhez és az értekezés megírásához, illetve mindvégig türelemmel és megértéssel fordult felém, a néha nem egyszerű helyzetekben is. Úgy gondolom, hogy az értekezés ilyen formában történő elkészítését nagyban segítette, hogy az elkészült anyagaimat néha „nem szakmai szemmel” átnézte és javaslatokat tett azok könnyebb érthetőségére és a helyenként túlzó katonai terminológia mellőzésére, törekedve a könnyebb érthetőségre.

Köszönettel gondolok néhai Édesapámra, aki mindig a feladatok „legjobb tudásom szerinti” végrehajtására nevelt és néha csak egy jó szóval vagy egy pozitív töltetű beszélgetéssel biztatott a céljaim elérésében.

És végül, de nem utolsó sorban szeretettel és köszönettel tartozom lányomnak, aki, segített a helyes idegennyelvi terminológia használatában, továbbá az egyes részeket új megvilágításba helyezve, ötleteivel és javaslataival további lendületet adott a kutatómunkámnak.