

PILÓTA NÉLKÜLI REPÜLŐGÉPEK ÉS FÖLDI ESZKÖZÖK A RÁDIÓ-TÁVIRÁNYÍTÁSÚ ALKALMI ROBBANÓTESTEK (RCIED) ELLENI HARCBAN

BEVEZETÉS

A béketeremtő, békefenntartó missziókban szolgálók biztonságának növelésére (force protection) a küldő országok egyre nagyobb figyelmet kell, hogy fordítsanak, mert a hadműveleti területen napjainkban nem a reguláris fegyveres erőkkel vívott harc dominál, hanem a paramilitáris, vagy egyenesen terrororganizációkkal vívott harc.

A küzdelem aszimmetrikussá vált, ugyanis az ellenség jószerével megfoghatatlan és ez mind nagyobb terhet ró a felderítő, hírszerző, CIMIC és más szervezetekre, a korábbiaknál bonyolultabb eljárásokat igényel. A merényletekkel való fenyegetés és a békefenntartókat ért támadások, robbantásos merényletek már jóval több áldozatot szedtek, mint maga a hagyományos értelemben vett fegyveres küzdelem. Ezt támasztották alá az iraki háború ötödik évfordulóján elhangzott értékelések világszerte.

Mint a honvédelmi vezetés korábbi sajtónyilatkozataiból nyilvánosan ismert, a katonai rendeltetésű pilóta nélküli repülőgépek beszerzési tendere folyamatban van. Ez egy olyan eszköz lesz, amelytől azt várják, hogy az időben szerzett felderítési információk segítségével felfedhetők lesznek a konvojok mozgására veszélyt jelentő támadások jelei. Ezek mellett a külszolgálatot teljesítők védelmét szolgáló, konvojokat oltalmazó elektronikai zavaró berendezések beszerzése is rendkívüli fontossággal bírna, hiszen az utak mentén elhelyezett alkalmi robbanótestek a személyi és járműveszteségek igen nagy százalékát okozták és okozzák napjainkban is

Jelen cikk egy speciális fenyegetési formával, a rádió-távírányítású alkalmi robbanószerekkel, polkolgépekkel és az ellenük való védekezés lehetséges megoldásaival foglalkozik.

Az első fejezet bemutatja ezen eszközök néhány már eddig alkalmazott kiviteli formáját, működésük jellemzőit és azt elemzi, mik az ellenük való küzdelem legneuralgikusabb pontjai.

A második fejezet a pilóta nélküli repülőgépek és földi robotjárművek elektronikai zavarási alkalmazási lehetőségeit vizsgálja a hatékony zavarójel előállíthatóságának szempontjából, majd a harmadik fejezet a földi ellentevékenységek külföldön kifejlesztett eszközeit, megoldásait mutatja be.

A RÁDIÓ-TÁVIRÁNYÍTÁSÚ ALKALMI ROBBANÓTESTEK

Az alkalmi robbanóeszközök, vagy ún. házi gyártmányú alkalmi eszközök (Improvised Explosive Devices - IED), ill. ezek távvezérelt változatai (Remote Controlled Improvised Explosive Devices –

RCIED) jelentik napjainkban a legsúlyosabb fenyegetést a missziókban szolgálatot teljesítőkre a járőr-feladatokban, utazások és oszlopmenetek végrehajtása során egyaránt.

Ezek olyan házi gyártmányú robbanótestek, amelyekben az alkalmazott robbanóanyag tulajdonképpen bármi lehet, ami elérhető azon a területen, hadszíntéren vagy a feketepiacon. Az összeszedett harctéri eszközöktől, a kirabolt lőszerraktárakból származó eszközökön át a házi készítésű vegyi anyagokig mindenféle robbanás előidézésére alkalmas anyag alkalmazható. Ezek tipikusan az út mentén kerülnek elhelyezésre, az oszlopmenet végrehajtásának tervezett vagy várható helyszínein. Kivitelüket tekintve bármilyen formában kialakíthatók. Elhelyezhetők törmelék kupacban, elhullott állati tetemekben, postaszákban, eldobottnak látszó autógumiban, roncs járművekben és sok más, egyébként az úton nem feltűnő formában. (1., - 2. kép)



1.-2. kép. Út mentén elhelyezett, de idejében hatástalanított robbanótestek [1]

Alkalmazásuk célja alapvetően a mellettük elhaladó élőerő és harci technika pusztítása, elsősorban az ott állomásozó, illetve feladatot végrehajtó csapatok demoralizálása, biztonságérzetének csökkentése, az állandó, alattomos fenyegetettség tudatának, a stressz-helyzetnek a fenntartása. Tehát ezen primitív eszközökkel nagyon hatásos pszichológiai befolyás érhető el azon kívül az ember-, és technika-veszteségen kívül, ami egyébként a robbanással óhatatlanul jár.

A robbanó testek indításuk módja szerint lehetnek időzítették, amihez jól kell ismerni a napi programot, az adott gépjármű konvoj áthaladásának pontos időpontját. A robbantás előidézéséhez használhatók mechanikus és elektromos óraszerkezetek, de lehetnek adott idő alatt lezajló egyéb folyamatok is az időzítést biztosító eszközök.

Egy másik megoldás szerint a robbanás lehet az áldozat, illetve a célpont által előidézett, tehát az ott elhaladó ember, jármű, harci technika saját zajával, infraképével, mozgásával, dübörgésével, rezgésével, vagy pl. valamilyen vezeték elszakításával, stb. indítja be a robbanótestet.

Az indítás harmadik módszere lehet a távirányítás, az ún. remote control eszközök alkalmazása. A távirányításra használhatók vezetékes és vezeték nélküli eszközök. Nem kizárható természetesen műszakilag az optikai jellel, pl. lézer sugárral vezérelt robbantás sem, de jellemzően a válságövezetekben tipikus terep- és időjárási viszonyok között a por, vagy füst megbízhatatlanná tenné az akció végrehajtásában ezen optikai eszközöket, így a távvezérlésre elsősorban rádió-berendezéseket alkalmaznak.

A felsorolt robbantás kiváltási módok közül az elkövetőknek csak a távirányításos robbantási mód esetén kell a „közelben” tartózkodni. Ez első hallásra ellentmondásosnak tűnhet, de ha belegondolunk, hogy más esetekben a robbanótest és az iniciáló eszköz akár végleg is magára hagyható, és mindaddig veszélyt jelent, amíg fel nem robban, vagy jó esetben nem hatástalanítják. Ez a „közelség” persze lehet néhány száz m, ahonnan a célok figyelemmel kísérhetők, de lehetnek több ezer km-re is, például egy mobil telefonnal (3. kép) iniciált robbantás esetében. A „közelséget” ebben az esetben másfajta eszközökkel, például valós idejű képet közvetítő webkamerákkal lehet biztosítani. Ez a módszer meglehetősen infrastruktúra igényes, ami azokban az övezetekben, ahol ezek az alkalmi robbanótestek a legnagyobb problémát okozzák, szerencsére még nem elterjedtek olyan mértékben, mint az iparilag jóval fejlettebb országokban.



3. kép. Mobil telefon, mint a robbantást vezérlő eszköz [2]



4. kép. 2005. márciusában Ibrahim Rugova ellen távirányítású robbanótesttel követtek el merényletet Pristina belvárosában. [3]

A rádiós távvezérlésre használt leggyakoribb eszközöket az 1. táblázat tartalmazza, természetesen a teljesség igénye nélkül, hiszen minden adó-vevő berendezés átalakítható e célra, sőt a szabványos frekvenciasávoktól eltérő kiosztású frekvenciák is „szabadon alkalmazhatóak”¹ terrorista célokra.

Eszközfajta	Névleges, jellemző frekvenciatartomány
mobil telefonok	900, 1800, 1900 MHz
CB rádiók	26-28 MHz
modell távirányító adók	27, 35, 41, 48 MHz
gyerekjátékok távirányítói	27, 35, 41, 48 MHz
garázsnyitók, rádiós gépkocsi centrálzárak	435 MHz
vezeték nélküli csengők	435 MHz
riasztórendszerek RF elemei, WLAN eszközök	435, 868, 2400 MHz

1. táblázat. A rádiós távvezérlésre használt leggyakoribb eszközök

¹ Maga a terrorcselekmény is súlyosan törvénysértő, ezért nem várható el, hogy mindeközben az elkövetők magukra nézve kötelezőnek fogadják el pl. a Nemzetközi Rádiószabályzat frekvencia, teljesítmény, stb. előírásait.

A hatótávolság értékelésében figyelembe kell vennünk, hogy rádiós értelemben pont-pont rendszer-ről van szó, mint pl. egy vezeték nélküli csengő, vagy a CB rádió, vagy átjátszó-hálózatra épülő kapcsolatról, mint pl. a mobil telefonok esetén. Az 1. táblázatban felsorolt eszközök a polgári kereskedelmi forgalomban vagy webáruházakban engedély és gyakorlatilag nyom nélkül beszerezhetőek. A teljesítményük némi műszaki felkészültséggel manipulálható, vagy hasonló kereskedelmi csatornákon beszerezhető gyári készülékekkel fokozható.

Hasonló bizonytalanságot kell elfogadnunk az alkalmazott antennákat illetően is. A rádiótechnikában jártasabb támadók célszerűen irányított antennákat is alkalmazhatnak, amely a távvezérlőpont, illetve a robbanótest irányába néz. Ez elsősorban a magasabb, 8-900 MHz és a feletti tartományokra lehet jellemző, mivel pl. 27 MHz-en egy irányított antenna olyan nagy méretű lenne, hogy jelentősen romlana a rejtési képesség. Ennek ellenére kedvező terepi, beépítettségi körülmények között ez sem elképzelhetetlen, arról nem is beszélve, hogy ha van elég idő és mód a telepítésre, lehetséges kábelben összekötni a robbanótestet vezérlő rádiót egy távolabb elhelyezett nagyobb nyereségű antennával.

Az eddig leírtakból tehát látható, hogy akkor, amikor az orvtámadáshoz használt egyik elem – a rádiótávvezérlő eszköz – várható paramétereit elemezzük, csak abban lehetünk biztosak, hogy semmi sem biztos. Ez pedig azzal a komoly műszaki következménnyel jár, hogy nekünk a legrosszabb esetre kell felkészülnünk, vagyis arra, hogy a szabványos sávokon kívül is megjelenhetnek megnövelt teljesítményű rádióeszközök és a szériaparamétereiknél jobb ERP-t² produkálhatnak. Ennek következménye az is, hogy a rádió-távvezérlésű IED-k ellen kifejlesztett mobil berendezések több száz Watt kimenő teljesítményűek. Mivel a fenyegetés iránya nem tudható pontosan, ezért irányított antennákat nemigen tudunk a zavarás során alkalmazni, ezért teljesítménnyel kell pótolnunk ezt az energiahányt, ami növeli a berendezések méretét, energiaszükségletét.

A továbbiakban azt vizsgáljuk meg, hogy milyen teljesítmény és távolságviszonyokat jelentenek a fentebb leírtak a gyakorlatban, vagyis megoldható-e a hatékony oltalmazás az RCIED-k ellen a levegőből és a földről.

PILÓTA NÉLKÜLI REPÜLŐGÉPEK ÉS FÖLDI JÁRMŰVEK, MINT AZ ELEKTRONIKAI ZAVARÓ ESZKÖZÖK HORDOZÓI

A probléma tudományos alaposságú vizsgálata és a lehetséges megoldások kutatása sok országban van napirenden. Jelentős előrelépést jelent a konvojokat kísérő pilóta nélküli repülőgépek útvonal-felderítő feladattal való kiküldése, vagy az oszlop előtt haladó robotjárművek alkalmazása, amelyek, gyanús tárgy észlelése esetén jelzik azokat, a parancsnokok megállítják az oszlopot, műszaki eszközökkel átvizsgálják, megtisztítják a gyanús terepszakaszt és utána haladnak tovább.

² ERP – Effective Radiated Power – Hatásos kisugárzott teljesítmény, amelyet úgy kaphatunk meg, ha az adónk névleges kimenő teljesítményét összeszorozzuk az adott irányba érvényesülő antennanyereséggel. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy az irányított antennák alkalmazásából adódóan az alsó frekvenciatartományokban kb. egy, a magasabb (500 MHz feletti) tartományokban pedig több nagyságrenddel is nagyobb lehet az ERP, mint az adónk teljesítménye körsugárzó antennára mérve.

Városi környezetben, védett személyeket szállító gépkocsioszlopok elhaladásakor jellemzően a nagy sebességgel való haladás az egyik megoldás arra nézve, hogy a védett személy elleni támadás célt tévesszen. Ekkor az RCIED-k lefogása az oszlopban haladó gépjárműről történik, méghozzá oly módon, hogy nincs a hagyományos értelemben vett rádiófelderítésre, analizálásra idő, ezért a zavarás folytonos, szélessávú és nagyteljesítményű. Az oszlop elhaladta után a zavarjel megszűnik, és helyreállnak a megzavart rádióösszeköttetések. Az 5. – 6. képen ilyen speciális zavarógépjárművek láthatók polgári, illetve katonai kivitelben.



5. – 6. kép. Bombazavaró gépjárművek polgári és katonai kivitelben [4]

Ennek a megoldásnak ugyanakkor az a hátránya, hogy folytonos, szélessávú zavar esetén egyrészt a frekvenciaegységre jutó zavarójel teljesítménysűrűsége alacsony lesz, másrészt a saját konvoj híradásának biztosítása, illetve egyéb operatív összeköttetések sértetlensége céljából „lukak” lesznek a lefedett frekvenciatartományban. Az első problémára megoldás lehet az, hogy a szélessávú zavarjel nem folytonos időben, hanem scannelő jellegű, vagyis az adott frekvenciatartományban viszonylag nagy teljesítménysűrűséggel, időben periodikusan átsöpör, ami a vevőkészülékekre nézve pl. azzal a következménnyel jár, hogy a nagy jelszint „leülteti” őket, az automatikus erősítésszabályozó áramkörei megvédik ugyan a túlvezérlődéstől, ugyanakkor a feléledési idejük tartamára vételképtelenné is válnak. Ezt hívják AGC³ zavarásnak. Ez a megoldás tehát a védekező fél oldalán áll.

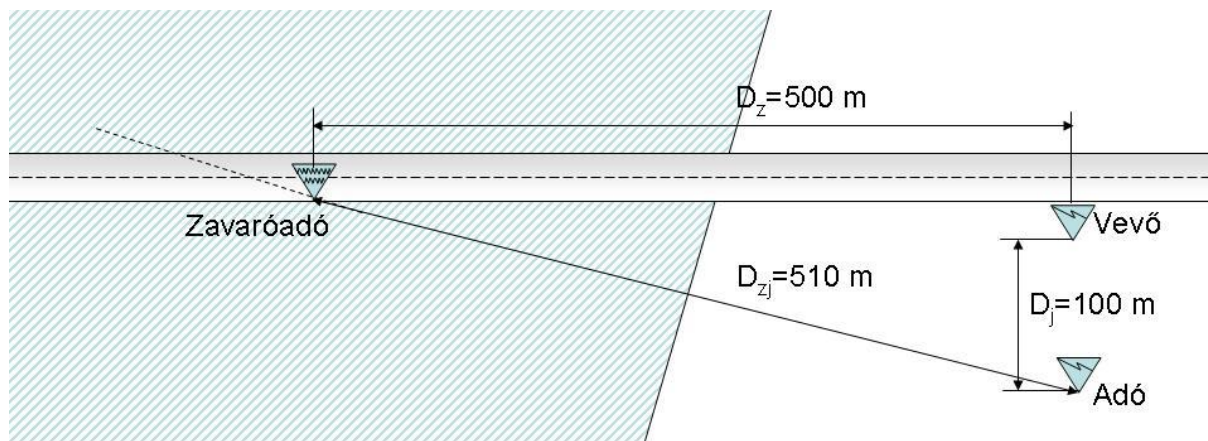
A hatékony rádiózavarás megvalósíthatóság szempontjából vizsgáljuk meg, hogy milyen zavaró teljesítményekkel, milyen lefogási zónahatárok jöhetnek létre, mik azok a domináns paraméterek, amiket az ilyen feladatokra alkalmazott berendezésekkel szemben műszaki követelményként támaszthatunk.

Az 1. ábrán egy példaképpen vett geometriai elrendezés látható. Az úton elhelyezett RCIED a vevőpont, a robbantást vezérlő helyen van az adó, és a zavaró berendezés a közeledő konvojban haladó járművön van. Legyen az adó-vevő távolsága $D_j=100$ m, a vevő-zavaróállomás távolsága $D_z=500$ m, ebből adódóan az adó-zavaróadó távolsága $D_{zj}=510$ m.

Ha a vezérlő adó teljesítményét $P_j=10$ W-ra választjuk, a zavaró adóét $P_z=100$ W-ra, a lefogási tényezőt $K_z=10$ -re, akkor azonos nyereségű antennakonstrukciókat (pl. körsugárzókat) feltételezve, elte-

³ AGC – Automatic Gain Control – automatikus erősítés szabályozás.

kintve az esetleges polarizációs veszteségtől ($\nu_z = 0$), illetve feltételezve, hogy a vevő sávszélességére az egész zavaróteljesítmény egyidőben koncentrálódik ($\Delta f_v = \Delta f_z$), elvégezzük a számítást.

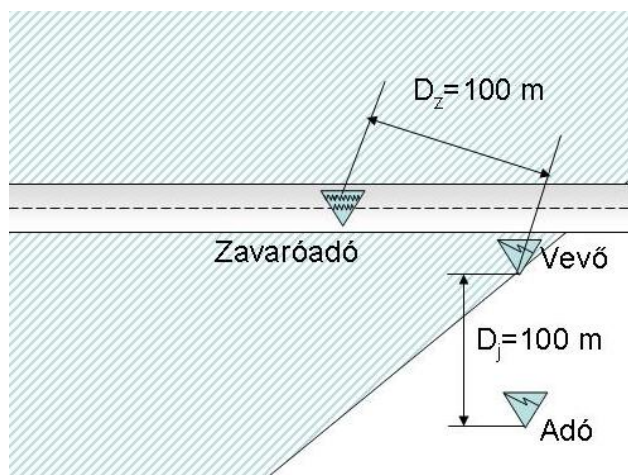


1. ábra. Az RCIED egy lehetséges terepi konfigurációja

A zavaró állomás energetikai potenciálja [5]:

$$\beta = \frac{P_z G_z \Delta f_v \nu_z}{P_j G_j \Delta f_z K_z} = 1 \quad (1)$$

Ekkor a zavarási zóna határa a zavaróállomás és az adó közé húzott egyenes felező merőlegesén lesz, a lefogott zóna pedig a zavaróállomás oldalán. Ennek az a magyarázata, hogy ilyen teljesítményviszonyok mellett, ilyen lefogási tényezőnél a két adó energetikailag paritásban van egymással. Vizsgáljuk meg, hogy hol lesz a konvojbeli zavaróállomás abban a pillanatban, amelytől kezdve a zavarás hatékony lesz, vagyis a vevőkészülék már a lefogandó zónában lesz.



2. ábra. A zavarás hatékonyra válásának helyzete

Mivel az energetikai potenciálnál figyelembe vett paraméterek nem változtak, így a lefogási zóna határa akkor éri el éppen a vevőkészüléket, amikor a zavaróállomás ugyanolyan távolságra ér, mint a vezérlő adó, vagyis jelen példánkban 100 m-re. Ettől kezdve, a vevő a zavarási zónán belül lesz, vagyis megvalósul a hatékony lefogása. Erre az esetre azt mondhatjuk, hogy az oszlop ilyen peremfeltéte-

lek felvétele esetén hatékonyan volt oltalmazható, mivel 100 m-en túli távolságból végrehajtott robbantás általában nem kellően hatékony, azon belül pedig le tudtuk fogni a vevőkészüléket.

Mit mondhatunk ugyanekkor arról, hogy ha ezt a feladatot egy pilóta nélküli repülőgép fedélzetéről kellett volna megoldanunk? Műszaki szempontból aggályosnak mondható egy 100 W teljesítményű adó elhelyezhetősége és energiaellátása bizonyos méretek alatti repülőgépeken. Ha fel is tudnánk ilyenrel szerelni a repülőgépünket, annak a vevőponthoz képest 100 m-es távolságon belül kellene lennie, amikor az oszlop a vevőponthoz ér, ami igen nehezen megvalósítható egyrészt a kis magasságból adódó sérülékenységi miatt, másrészt a vevőpont ismeretének hiányában nem lehet megmondani, hogy a konvoj mely elemei lesznek oltalmazva és melyek nem.

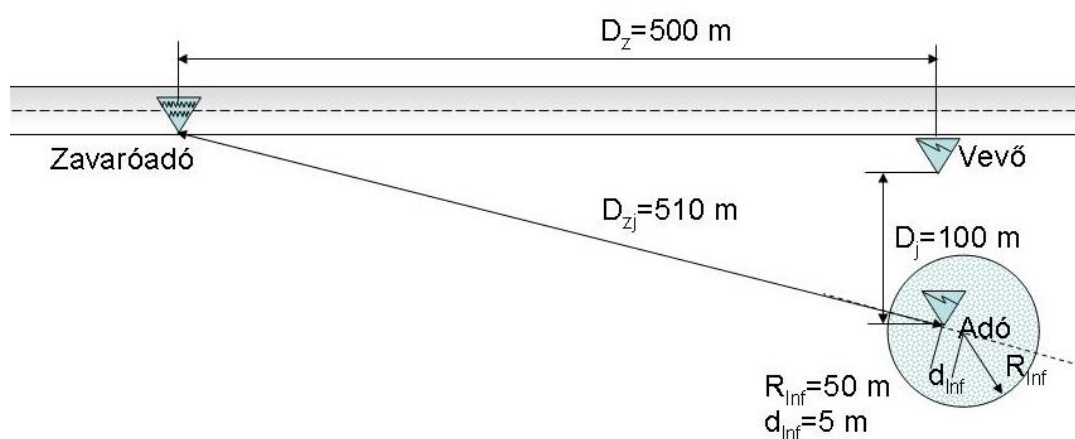
Ha számunkra kedvezőbben változtatjuk meg a peremfeltételeket, - például legyen az adóteljesítmény 1 W, akkor az energetikai potenciál értéke (1) alapján $\beta = 10$. Ekkor az adóberendezés körül kialakul egy

$$R_{inf} = D_{zj} \frac{\beta}{\beta^2 - 1} \quad (2)$$

nagyságú le nem fogható zóna és a középpontja

$$d_{inf} = \frac{R_{inf}}{\beta} \quad (3)$$

távolságra tolódik el a zavaróállomással ellenkező irányban. [5] Ez esetünkre kiszámolva azt jelenti, hogy a le nem fogható zóna az adóberendezés körül mintegy 50 m sugarú körben lesz, és a kör középpontja 5 m-re tolódik ki. (3. kép)



3. ábra. A második vizsgált energetikai potenciálnak megfelelő állapot

Egy példán megvizsgálva láthatjuk tehát, hogy ez az oka annak, hogy a várhatóan néhány W teljesítményű eszközök ellen is több nagyságrenddel nagyobb zavaróállomásra van szükség, a biztos elektronikai lefogás érdekében.

AZ IED-K ELLENI TEVÉKENYSÉG EGYES ESZKÖZEI

A válságövezetekben tevékenykedő országokban intenzív kutató-fejlesztő munka folyik annak érdekében, hogy olyan eszközöket adhassanak a missziókban tevékenykedőknek, amelyek egyrészt oltalmazzák őket az RCIED-k ellen, másrészt a valamilyen okból mégis bekövetkező robbanás esetén megóvják a járműben ülőket a robbanás erejétől. Természetesen arról nincs szó, hogy az Oklahoma City-ben 1995. április 19-én 5000 font tömegű robbanóanyaggal végrehajtott bombamerénylethez [6] hasonló detonációra fel lehet készülni, de a házi készítésű alkalmi robbanótestek nagy része ellen hatékonyak lehetnek ezek a megoldások.



7.- 8. kép. A Cougar és a Buffalo típusú páncélozott műszaki járművek

A 7. – 8. képen látható Cougar és Buffalo elnevezésű járműveket a Force Protection Inc. cég gyártotta. 4x4-es változatában 10, 6x6-os változatában 16 fő szállítható. Fő feladatuk az útvonalak felderítése, bombakutatás és a felfedezett robbanóanyagok hatástalanítása. Az út menti robbanótestek felszámolásához belülről irányítható robotkarral rendelkeznek. Az amerikai tengerészgyalogság iraki és afganisztáni bevetéseiben használják. 2006. júniusáig mintegy 130 Cougar és Buffalo változat szolgált Irakban és Afganisztánban, amely során mintegy 1000 IED robbanás alatt sem volt halálos áldozat a kezelőállományból. [7][8]

A Wireless cég komplett légi és földi berendezéscsaládot kínál az RCIED-k elleni harc jegyében. A 9. képen a cég által gyártott pilóta nélküli repülőgép látható, a 10. képen pedig egy járműbe építhető zavaró berendezés. A repülőgép teljesen automatizált, GPS navigációjú, 36 kg tömegű, amelynek repülési ideje 6 óra, hasznos terhe egy 1,5 kg tömegű stabilizált kamera.

Az LA-400 nagyteljesítményű VIP járművekbe építhető zavaró berendezés. A működési frekvenciatartománya lefedi a korábban felsorolt eszközök működési frekvenciasávjait 3000 MHz-ig, a „népszerű” tartományokban további erősítőkkel. 24 V, 10 Ah akkumulátorral táplálható. Személygépjárművekbe is egyszerűen installálható.



9. kép. A Wireless Avionics Ltd. pilóta nélküli repülőgépe [9]



10. kép. Az LA-400 High Power VIP Jammer [9]

Ugyanez a cég kiemelt területként kezeli a cellarádiók zavarását is, amely nem csak a bombák miatt lehet érdekes, hanem az információbiztonság olyan területein is, mint a védett objektumok, konferenciatermek lehallgatás elleni védelme. Bővebb információkat a [10] irodalom tartalmaz.

ÖSSZEFOGLALÁS

Nagyon fontos azt kihangsúlyozni, hogy az alkalmi robbanóeszközök elleni harcban nincsenek csálhatatlan és 100%-os biztonságot garantáló, tökéletes megoldások. Minden felderítési eljárás és hajtalanítási módszer csak növeli az időben való észlelés és az oltalmazandó személyek, járművek, objektumok megóvásának valószínűségét, garanciákat csak bizonyos fizikai, műszaki feltételek korlátai között nyújthatnak.

Minden rendelkezésre álló eszközt bevetve sincs tökéletes védelem, hiszen ez egy kétoldalú harc, ahol az ellenfelek folyamatosan képzik magukat, és néha úgy tűnik a rossz oldalon állók lépéselőnyben vannak. Mindenesetre a váratlanság, a bizonytalanság fenntartása, illetve a kiismerhetetlenség szempontjából minden bizonnyal. Ezért kell nekünk is nem szokványos eljárásokat alkalmazni, nem elcsépett megoldásokkal dolgozni, mert ha a következmények felszámolására kerül sor, az azt jelenti, hogy valamit nem elég jól csináltunk.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] IED – a weapons' profile. <http://www.defense-update.com/features/du-3-04/IED.htm> (2008. 03. 28.)
- [2] Photo Of The Week - IED Trigger. http://www.blackfive.net/photos/uncategorized/ied_trigger.jpg (2008. 03. 28.)
- [3] CBS News. Blast targets Kosovo president's convoy. <http://www.cbc.ca/world/story/2005/03/15/kosovo-explosio050315.html> (2008. 03. 28.)
- [4] Specializes in Bomb Jammers / IED Jammers. <http://www.bombjammer.com/> (2008. 03. 30.)
- [5] A. I. PALIJ: Radioelektronnaja borba. Moskva, Vojennoje Izdatyelsztvo 1989. ISBN 5-203-00176-6 51-54. p.
- [6] Kevin CARUSO: The Oklahoma City Bombing. <http://www.oklahomacitybombing.com/oklahoma-city-bombing.html> (2008. 03. 30.)
- [7] Cougar Mine Protected Armored Patrol Vehicle. <http://www.defense-update.com/products/c/cougar.htm> (2008. 03. 30.)
- [8] Buffalo Armored Vehicle Counter IED Vehicle Technical Solution Group (TSG) <http://www.defense-update.com/products/b/buffalo.htm> (2008. 03. 30.)
- [9] Wireless Technology Solutions for Asymmetrical Warfare. <http://www.wireless-avionics.com/> (2008. 03. 30.)
- [10] Cellural Jammers <http://www.wireless-avionics.com/apage/104.php> (2008. 03. 30.)