

## SZENZORHÁLÓZATOK HATÁRVÉDELMI ALKALMAZÁSA

### THE APPLICATION OF SENSOR NETWORKS IN BORDER SECURITY

BOGNÁR Eszter Katalin

(ORCID ID: 0000-0002-3697-7871)

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

#### Absztrakt

A szenzorhálózatok a katonai művelet számára pontos, időszerű és helyhez kötött felderítési adatokat biztosító rendszerek. A megfigyelt területen elhelyezett különböző érzékelési tartományban működő érzékelők (pl.: optikai, infravörös, akusztikus, mágneses és szeizmikus) az adatgyűjtés jelenleg elérhető egyik legkorszerűbb eszközei, napjaink és a jövő hadviselésének nélkülözhetetlen kellékei. A cikk a jelenleg használatban lévő fejlett határvédelmi rendszereken keresztül ismerteti a szenzorhálózatok határvédelmi alkalmazhatóságát, javaslatot téve a magyar határvédelmi rendszer (okoskerítés) ez irányú fejlesztésére.

**Kulcsszavak:** vezeték nélküli szenzorhálózatok, katonai szenzorok, határvédelem, intelligens kerítés, okoskerítés

#### Abstract

Sensor networks are systems to provide accurate, timely and location based reconnaissance data for military operations. These sensors operating in different detection ranges (e.g.: optical, infrared, acoustic, magnetic, seismic) are one of the latest technologies of data collection and surveillance and are essential parts of today's and future army. Focused on the currently employed advanced border security solutions, the application of sensor networks in border protection are introduced and further improvement of the Hungarian border security system (intelligent fence) will be outlined.

**Keywords:** wireless sensor networks (WSN), military sensors, border security, intelligent fence, smart border

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2017.06.12.

A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2017.09.12.

## BEVEZETÉS

A 21. század nemzetállamai számára az egyik legnagyobb kihívást az országhatárok védelme jelenti, mely által biztosítható az ország lakosságának megóvása az illegális bevándorlás, a csempészet és a terrorizmus okozta károktól. A határvédelem tehát kiemelt fontosságú feladat, mely nagy kihívás elé állítja a kormányzatokat. A sokszor több ezer kilométeren át húzódó határsávon biztosított folyamatos ellenőrzés nagy emberigényű, költséges feladat, a fizikai akadályok megépítése, majd karbantartása szintén jelentős erőforrásokat igényel, a területen járőröző határőrök munkáját sokszor nehezíti vagy ellehetetleníti a kedvezőtlen terep vagy időjárás. A megfelelő szintű határvédelem elérése érdekében nem elég csupán a hagyományos megoldásokra támaszkodni, az emberi erő és fizikai akadályok mellett nélkülözhetetlen a technológia vívmányainak határvédelmi rendszerekben történő adaptálása.

Egyre népszerűbbek az úgynevezett „virtuális falak”, ahol a hagyományos kerítés kiegészítéseként vagy önálló alternatívájaként az elektronikai felderítés eszköztárát alkalmazzák az illegális határátlépők, drog- és embercsempészek megfékezésére a határokon. Egy ilyen fejlett infokommunikációs rendszernek meghatározó elemeit képezik a felügyelet nélküli szenzorhálózatok.

A cikk célja, hogy a jelenleg alkalmazott legjelentősebb intelligens határvédelmi rendszerek összehasonlító elemzése és tanulmányozása révén vizsgálja a rendszerekkel szemben támasztott követelmények teljesülését, összegzi a működtetésük során szerzett tapasztalatokat, majd ezek alapján javaslatot tesz a magyar okoskerítés hatékonyságát növelő megoldások adaptálására.

## SZENZORRENDSZEREK A HATÁRVÉDELEMBEN

A határvédelemben alkalmazott szenzorok méretükben, formájukban és működésükben rendkívül sokfélék lehetnek, többek között szeizmikus, mágneses, passzív infravörös, akusztikus, mikrohullámú vagy lézeres mozgásérzékelők, száloptikás kerítés, szélessávú radar, pásztázó kamerák. Elsődleges funkciójuk, hogy távolról vezérelve alkalmasak legyenek az ellenőrzött határszakasz valós idejű monitorozására, a legkevesebb hamis riasztás mellett a határon történő események detektálására, pontos, széleskörű, időszerű, helyalapú adatszolgáltatás révén a megfelelő személyzet riasztására, lehetővé téve a gyors helyzetértékelést, döntéshozatalt és beavatkozást.

A fentebb említett funkciók hatékony megvalósítása érdekében a rendszerekkel szemben a következő elvárások fogalmazhatóak meg:

- hamis riasztások minél alacsonyabb száma magas számú észlelés mellett;
- nagyfokú ellenálló képesség a környezeti hatások - tél, szél, víz és a különböző zajok (elektromágneses / rádiófrekvenciás interferencia) ellen
- kismértékű infrastrukturális függőség a korlátozottan hozzáférhető energia és limitált sáv szélesség miatt
- vezeték nélküli, hálózatos architektúra, a távoli munkaállomások elosztott hozzáféréseinek biztosítására;
- szenzoradatok elosztott, fúziós feldolgozása, a hamis riasztások számának minimalizálása;
- alacsony fogyasztás, hosszú élettartam;
- célobjektumok azonosítása, osztályozása, automatikus célkép alkotás;
- az incidensek fejlett, térinformatikai alapú vizualizációja a riasztást értékelő személyzet számára;
- skálázható rendszer architektúra, nyílt, standardizált hálózati protokollok használata, lehetővé téve az integrációt más rendszerekkel (légi felderítés, incidensek digitális dokumentációja, korábbi adatokkal való összevetés, elemzés,

trendek azonosítása, a hírszerzési információkkal és szervezeti információs rendszerekkel történő közös adatbázis létrehozása)

A cikk további részében bemutatom a jelenleg használatban lévő fejlett izraeli, amerikai és magyar határvédelmi rendszereket.

## IZRAELI TECHNOLÓGIÁK

Az intelligens határvédelmi rendszerek tanulmányozását mindenképpen Izraellel és az izraeli védelmi ipar termékeivel célszerű kezdeni. Ez az ország a kerítés-építés legnagyobb szakértője, hiszen létrejötté óta folyamatosan rá van kényszerítve, hogy megismerje és adaptálja a legkorszerűbb technológiákat. Komoly határvédelmi rendszert épített ki a Palesztin Hatóság által birtokolt Ciszjordánia, Kelet-Jeruzsálem, valamint a Gázai övezet határán, újabban pedig határai teljes lezárására készül többek között az Egyiptommal és Jordániával határos területein megépíteni kívánt impozáns, high-tech kerítésrendszerrel.

Az izraeli védelmi ipar ennek megfelelően számos határvédelmi célra specializálódott megoldással rendelkezik, melyeket az izraeli kormányzat és világszerte számos ország előszeretettel alkalmaz. Az egyik legjelentősebb cég a Magal Security Systems Ltd. [1] már számos intelligens határvédelmi rendszer létrehozásával bizonyította képességeit világszerte. Videó kamerákkal, felügyelet nélküli szenzorokkal, mozgásérzékelőkkel és légi megfigyeléssel kiegészített kerítésrendszereit az Izraeli határokon kívül számos térségben alkalmazzák, mint pl. az India - Pakisztán határon, Afrikában Togo és Ghána határán, de európai példákat is találunk, pl.: a bolgár – szerb vagy szlovák – ukrán határ. Újabban az USA is egyre inkább érdeklődik a gyártó termékei iránt és tárgyalásokat kezdtek a cég fejlett védelmi megoldásainak alkalmazásáról az USA-Mexikó határon.

A cég gyakorlati tapasztalatai és széleskörű K+F tevékenysége révén komoly koncepciót dolgozott ki a határok védelmére. Azokon a területeken, ahol a járőrök nem tudnak jelen lenni, például sivatagos vidékeken, fizikai akadályok helyett célszerűbb az elektronikai eszközök alkalmazása, mint például megfigyelő tornyok, okoskerítések, kamerák és egyéb felderítő eszközök használata, lehetővé téve, hogy az illegális határátlépőket még azelőtt észleljék és elkapják, mielőtt elérik a határt. A lakott területeken természetesen van értelme a fizikai határárnak is, hiszen a kerítés véd és feltartóztat, időt adva a járőröknek az illegális határsértők, csempészek átkelési helyének detektálására és az óvintézkedések megtételére.

Egy komoly elektronikus határvédelmi rendszerben megtalálhatóak:

- intelligens, kerítésre szerelhető szenzorok (PID<sup>1</sup>);
- földalatti érzékelő-kábel (buried cable);
- radarok;
- nagy hatótávolságú hő és CCD<sup>2</sup> kamerák, PTZ<sup>3</sup> kamerák;
- mobil felderítő eszközök;
- felügyelet nélküli földi szenzorok.

„Minden eszköz egy közös hálózatba van kötve, biztosítva, hogy a rendszer távolról vezérelve, valós idejű szituációs helyzetképet küldjön a járőröknél lévő mobil terminálokra és az irányítási központban. A szenzorok közötti adatátvitel nagy sebességű kommunikációs csatornán keresztül valósul meg, léghajók és pilóta nélküli repülők közreműködésével. Az

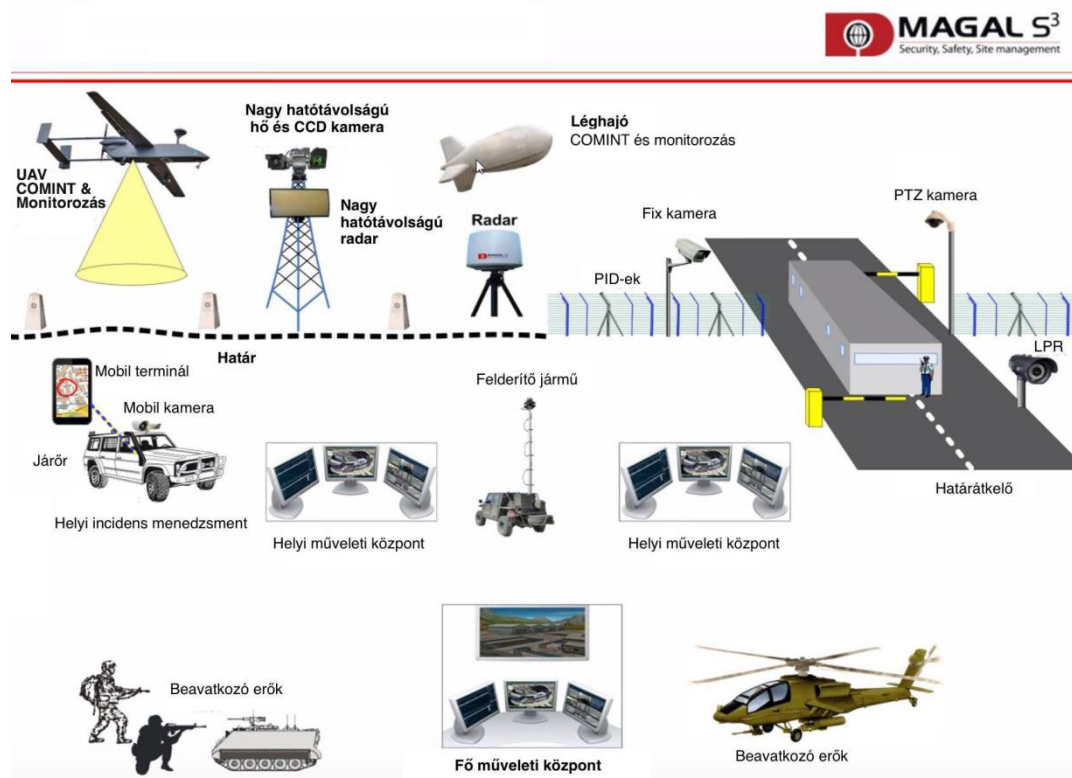
---

<sup>1</sup> PID: Perimeter Intrusion Detection – Behatolás detektálás

<sup>2</sup> CCD: Charge-Coupled Device – Töltés-csatolt eszköz

<sup>3</sup> PTZ: Pan Tilt Zoom – speed dóm: forgatható és dönthető optikájú, optikai zoom-mal rendelkezik

egész határvédelmi rendszer integrálva van a védelmi szervek adatbázisaival, lehetővé téve a járművek rendszámának (LPR<sup>4</sup>), a határon átkelők arcképének azonosítását és összevetését az adatbázisban szereplő adatokkal, így a körözött személyek és járművek hatékony detektálását. Természetesen elkerülhetetlen a felkészült, korszerű eszközökkel ellátott beavatkozó erők biztosítása is az ellenintézkedések hatékony kivitelezéséhez. A gyártó által felvázolt korszerű határvédelmi rendszer alkotóelemei az 1. ábra láthatóak.



1. ábra Intelligens határvédelmi rendszer alkotóelemei [2] (Fordította a szerző)

## AMERIKAI HATÁRVÉDELMI RENDSZEREK ÉS TAPASZTALATOK

A határvédelem kérdése sok más országnak is nagy kihívást jelent, mely közül az egyik legjelentősebb Amerika Mexikóval határos területeinek felügyelete. Az amerikaiak már évtizedek óta komoly erőforrásokat fordítanak a határ korszerűsítésére, és folyamatosan élén járnak a legújabb technológiák adaptálásában. A továbbiakban az amerikai elektronikus határvédelmi rendszer megvalósítására tett próbálkozásokat és a hozzá kapcsolódó tapasztalatokat ismertetem.

### SBINet<sup>5</sup> (2005-2011)

Az USA 2005 és 2011 között több mint 1 milliárd dollárt költött a SBINet projektre, melynek célja egy elektronikai felderítő rendszer, virtuális kerítés telepítése volt az USA-Mexikó 57 mérföldes határán. A projekt tartalmazta a határvédelmi rendszer megvalósításához szükséges

<sup>4</sup> LPR: Licence Plate Recognition – Rendszám azonosítás

<sup>5</sup> SBINet: Secure Border Initiative

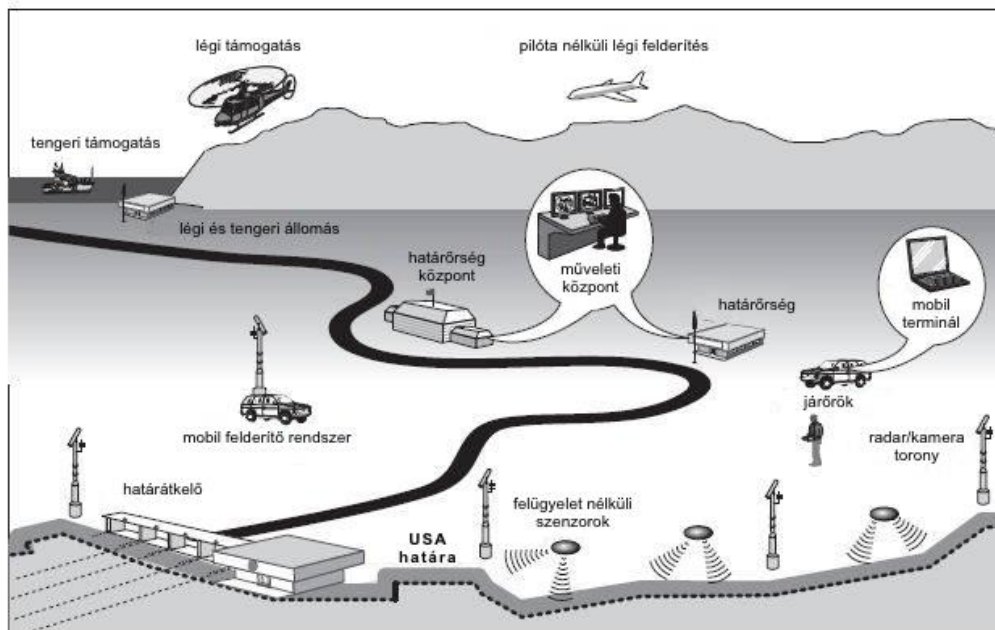
eszközök beszerzését, kutatás-fejlesztését, tesztelését, működtetését, valamint integrálását a már meglévő rendszerrel.

A projekt első szakasza (*Project 28*) egy 28 km-es szakasz megvalósítását tűzte ki célul 9 darab radarral és kamerákkal felszerelt megfigyelő toronnyal, felügyelet nélküli szenzorokkal, valamint intelligens hardver és szoftver komponensekkel megvalósított vezetés-irányítási rendszer létrehozásával, mely képes az automatikus, többforrású adatgyűjtés és feldolgozás révén közös műveleti helyzetkép szolgáltatására a megfigyelt területről, valamint azt továbbítani tudja a vezérlőközpontba vagy a közelben járőröző járművek személyzetének. A projekt megvalósítását a Boeing cég nyerte el.

A rendszer alkotóelemei a következők [7][8]:

- *Radar/kamera torony*: A határsávban elhelyezett 30 méteres tornyok, ellátva radarral, elektro-optikai/infra kamerával. A radarok a környéken elhelyezett felügyelet nélküli szenzorokkal kommunikálnak. Amikor valaki átlépi a határt, a szenzorok jeleznek és valós idejű adatokat küldenek a legközelebbi toronyba, a tornyok pedig közvetítik azt a helyi műveleti központba, ahol a határőrség operátorai a kamerákat a célra irányítva további információkat szereznek.
- *Felügyelet nélküli szenzorok*: A határon számos szenzor kerül telepítésre, melyek határátlépésre aktiválódnak és adatokat küldenek a legközelebbi toronyba. A szenzorok többségében a McQ Inc. cég által fejlesztett OmniSense® szenzorok, melyek elméletben a szeizmikus, akusztikus, mágneses és passzív infravörös tartományban érzékelt állapotváltozások fúziós feldolgozása révén alkalmasak automatikus célkép detektálásra és osztályozásra. [3]
- *Kommunikációs csatorna*: Megbízható kommunikációs csatorna az eszközök között, ezen keresztül valósul meg a szenzorok egymás közötti, a szenzorok toronnyal és a tornyok műveleti központtal való kommunikációja.
- *Vezetés-irányítási központ*: Fogadja a riasztásokat a zónában. Az incidenst észlelő toronyból kapja az információt. Egy operátor ezután manuálisan ráirányítja a kamerát a célobjektumra, megvizsgálja a riasztást, majd dönt a következő lépésről, pl. riasztja a legközelebbi határvédelmi egységet.
- *Járőrök*: A határőrség emberei és járművei (földi/légi) laptopokkal és egyéb kommunikációs eszközökkel ellátva. Fogadják a riasztást a vezetés-irányítási központból, majd a helyszínen kivizsgálják az eseményt.
- *Fizikai akadályok*: A határ egyes, lakott területekhez közel eső részein fizikai kerítések is vannak, megnehezítve az illegális határátkelők bejutását, így időt nyerve a behatolás azonosítására, osztályozásra és a megfelelő ellenintézkedés megtételére.

A rendszer felépítését a 2. ábra szemlélteti:



2. ábra Az SBNet keretében megvalósított rendszer főbb komponensei [7] (Fordította a szerző)

Látható, hogy a rendszerben nagy szerep jut a különböző felügyelet nélküli szenzoroknak, hiszen ezeken az eszközökön múlik a behatolások detektálása és a rendszer további elemeinek riasztása. Az SBNet keretében nagyjából 12800, többnyire akusztikus és mágneses felügyelet nélküli szenzort helyeztek el a térségben. Az alapkonceptió hasonló az amerikaiak által már korábban alkalmazott REMBASS II (Remotely Monitored Battlefield Sensor System Version II) rendszerhez, ugyanakkor az újabb generációs szenzorok számos fejlesztéssel rendelkeznek. Míg a REMBASS II szenzorok jobbra önállóan érzékelték és továbbították az információt az operátoroknál lévő laptopokra, a mostani szenzorok már egy komplex hálózat csomópontjai, az információ így több forrásból fuzionálva kerül feldolgozásra, megfelelő a napjainkban elterjedt hálózat központú hadviselés elveinek. Ezekben a rendszerekben a legnehezebb és leginkább kutatott rész az adatfüzió megvalósítása, megtalálva az arany középutat a kommunikációs csatorna korlátai, az információ frissítésének gyakorisága és a rendelkezésre álló sávszélesség között. [1] [6]

Az SBNet keretében alkalmazott szenzorok sajnos nem váltották be a hozzájuk fűzött reményeket, számos probléma felmerült a szenzorokkal kapcsolatban, többek között [4]:

- a szenzorok nem tudták hatékonyan osztályozni és azonosítani a célobjektumokat;
- nagyon magas volt a hamis riasztások száma;
- nem voltak elég ellenállóak az extrém környezeti hatásoknak, az akkumulátorok korrodálódtak az esőtől, a szenzorok plastik tokját sokszor megrágcsálták az állatok;
- sávszélesség problémák és az egymással inkompatibilis kommunikációs protokollok miatt a szenzorok nem tudtak kommunikálni a határon telepített egyéb eszközökkel.

Végeredményben egy 2005-ös jelentés [5] alapján a riasztások mindössze 4%-a volt valódi és végződött az illegális határátlépők elfogásával, az esetek 34%-a volt téves riasztás, míg a riasztások maradék 62%-a ismeretlen eredetű. A projektet 2011-ben leállították a túlköltekezés és technológiai hibák miatt.

Az SBINet habár nem hozta a várt reményeket, számos tapasztalattal gazdagodtak az amerikaiak, mely közül a legjelentősebb az volt, hogy rájöttek, hogy nem alkalmazható mindenhol ugyanaz a megoldás, figyelembe kell venni többek között a terepi viszonyokat, lakott területek közelségét, a korábban már telepített technológiák által használt kommunikációs protokollokat.

### **Arizona Border Surveillance Technology Plan (2011-2020)**

A fejlesztések azonban nem álltak le és 2011-től Arizona Border Surveillance Technology Plan néven új célok lettek definiálva részben az SBINet nyomán üzembe helyezett eszközök korszerűsítésével és javításával, részben pedig új megfigyelő rendszerek üzembe helyezésével. A projekt 2020-ig újabb 1,5 milliárd dollár kiadással számol, mely tartalmazza az új, fix megfigyelőtornyok (IFT- Integrated Fixed Towers), kamerák, felderítő járművek és a legmodernebb felügyelet nélküli szenzorok vásárlását.

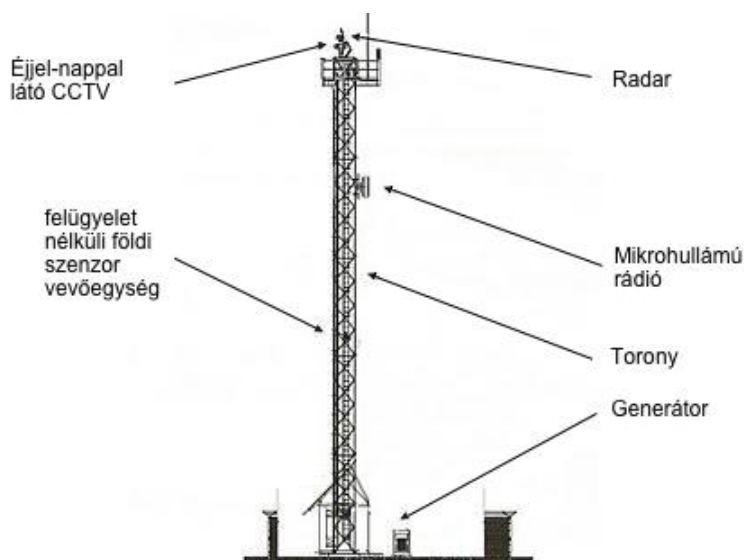
A korábbi hibákból tanulva a szenzorokkal szemben a következő követelményeket támasztották [9]:

- ellen kell tudni állniuk az extrém hőmérsékleteknek, páratartalomnak, esőnek, hónak, jégnek, korróziónak, szélnek, villámlásnak és mennydörgésnek;
- fontos a hosszú akkumulátor üzemidő;
- nagyfelbontású képek és videók készítése és továbbítása éjjel és nappal;
- digitálisan kell rögzíteni a riasztásokat és hibákat;
- képesnek kell lenniük megkülönböztetni a sétáló embert a gyalogos csoporttól, állatoktól, és különbséget tenni a különböző járművek között;
- alkalmasak mozgásirány detektálásra.

A projektet 2020-ra szeretnék befejezni, melynek legjelentősebb újítása 52 fix telepítésű megfigyelő torony üzembe helyezése Nogales térségében, melyek egyenként 80 láb magasak, radart és éjjel-nappal látó kamerákat tartalmaznak, valamint a felügyelet nélküli szenzorok jelét fogó vevőegységeket tartalmaznak. A tendert az izraeli Elbit Systems amerikai leányvállalata nyerte, amely már több száz mérföldnyi határmegfigyelő rendszert telepített Izrael és Palesztina között, valamint Gáza és Egyiptom térségébe.

A tornyok kommunikálnak a térségben elhelyezett korszerű szenzorokkal, a szenzorok és radarok jelzése alapján a torony kamerái automatikusan a célobjektumra zoomolnak. A tornyok az adatokat mikrohullámú rádió kapcsolaton keresztül a műveleti központba juttatják, ahol az operátorok elemzik azt és döntenek a megfelelő ellentevékenységről. A torony energiaellátását napelemes generátor biztosítja.

A torony felépítése és alkotóelemei az 3. ábra láthatóak:



3. ábra Integrated Fixed Tower felépítése ([10] alapján készítette a szerző)

Az IFT-kel megvalósított új korszerű határvédelmi rendszer [10][11] alapján a következő fixen telepített és mobil elektronikai megfigyelést lehetővé tevő komponensekből áll:

#### **Fixen telepített technológiák**

- *Integrált fix telepítésű tornyok - Integrated Fixed Towers (IFT):* Fixen telepített megfigyelőállomások, nagy hatótávolságú, folyamatos megfigyelést tesznek lehetővé. A toronyrendszer automatikusan érzékeli és követi az eseményeket, nagy területet fed le és közös műveleti helyzetképet szolgáltat videókkal, helyadatokkal.
- *Távoli videó megfigyelő rendszer - Video Surveillance Systems (RVSS):* Kis, közép és nagy hatótávolságú megfigyelést lehetővé tevő, kamerákkal és radarokkal felszerelt tornyok, melyek rádió és mikrohullámú kommunikációval küldenek videókat a műveleti központba és lehetővé téve az operátornak, hogy korlátozott mértékben távolról kövesse, azonosítsa és osztályozza a célobjektumokat a videók alapján.
- *Felügyelet nélküli szenzorok (UGS):* Kis hatótávolságú folyamatos megfigyelést lehetővé tevő eszközök. A szeizmikus, passzív infravörös, akusztikus, érintés érzékelő, mágneses szenzorok képesek észlelni, és korlátozott mértékben követni, azonosítani a célokat. A képalkotó érzékelők (Imaging Sensors - IS) az UGS-ek egy speciális fajtái, integrált kamerával vannak ellátva és képesek így videót és képet küldeni a műveleti központba. A szenzorok az adatokat a műveleti központba küldik, ahol azokat térinformatikai támogatással elemzik.

Az utóbbi években a szenzortechnológia nagymértékben fejlődött, így a költségesen telepíthető tornyok mellett, egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek a nagy számú, olcsó UGS beszerzésére. A különböző környezeti adottságokat figyelembe véve méretében és működési módjában eltérő szenzorokat tesztelnek a határon, jelenleg az egyik legígéretesebb az ARA cég, Pathfinder szenzora, mely technológia már bizonyított Afganisztánban és Irakban is. [12]

A szenzorok fő attribútumai:

- kiterjesztett üzemidő (MINI szenzor: 6-8 hónap; XL szenzor: 24 hónap);
- fókuszált érzékelési sugár és pontfelismerési képesség;
- hosszú hatótávú észlelés átjárók és relék használata nélkül;
- fejlett jelszűrési és gépi tanulás algoritmusok, lehetővé téve az azonosítás mellett a mozgásirány detektálását is;



- magas észlelési arány, kisszámú hamis riasztás mellett;
- nagy tűrőképességű, robusztus anyagok, melyek ellenállnak a szélsőséges környezeti feltételeknek. [13]

A Pathfinder szenzorok a 4. ábra láthatóak.



4. ábra ARA Pathfinder szenzorok [13]

### **Mobil rendszerek**

A határátkelők közötti terület dinamikusan változik. A fix telepítésű rendszerekkel együttműködve a mobil technológiák gyors és flexibilis lehetőséget kínálnak a határon levő körülményekhez és veszélyekhez történő alkalmazkodásra.

- *Mobil felderítő járművek - Mobile Vehicle Surveillance Systems (MVSS)*: Rövid és közepes hatótávolságú mobil felderítő rendszerek. Járművekben vagy újabban pilóta nélküli repülőkön elhelyezett kamerák, szenzorok.
- *Hordozható felderítő rendszer - Agent Portable Surveillance System (APSS)*: Közepes hatótávolságú megfigyelést tesznek lehetővé, nincs szükség hordozójárműre. 2-3 járőr képes a szállítására és használatára háromlábú állványra felszerelve.

## **MAGYAR HATÁRVÉDELMI RENDSZEREK**

Az utóbbi évek migrációs nyomásának hatására az EU külső, valamint schengeni határainak védelme előtérbe került, melyhez nélkülözhetetlen az amerikai határvédelmi rendszerhez hasonló technológián alapuló rendszerek létrehozása.

Az ilyen irányú javaslatok magukba foglalják a pilóta nélküli felderítő repülőalkalmazását, a földre telepített száloptikás szenzorok vagy szeizmikus, mágneses, infravörös tartományban működő földi felügyelet nélküli szenzorok telepítését, valamint nagy hatótávolságú megfigyelő rendszerek, tornyok üzembe helyezését radarokkal, infravörös vagy a látható fénytartományban működő szenzorokkal, intelligens videó feldolgozást lehetővé tevő technológiákkal. [14]

A magyar kormány 2015 júniusában döntött arról, hogy lezárja a zöldhatárt a magyar-szerb szakaszon, arra ösztönözve a bevándorlókat, hogy a legális belépési pontokat vegyék igénybe. Az elfogadott 1401/2015. (VI. 17.) számú kormányhatározat [15] értelmében Magyarország körülbelül 175 km hosszúságban 4 méter magas „határizeteti célú ideiglenes kerítést” létesít.

Jelenleg a biztonsági határizet kiegészítő második védelmi vonal kiépítése zajlik, melyben a fizikai határizet megerősítése mellett a védelmet korszerű elektronikai megoldásokkal egészítik ki, létrehozva az úgynevezett „okoskerítést”, mely az eddigi tapasztalatok alapján még fejlesztésre szorul.

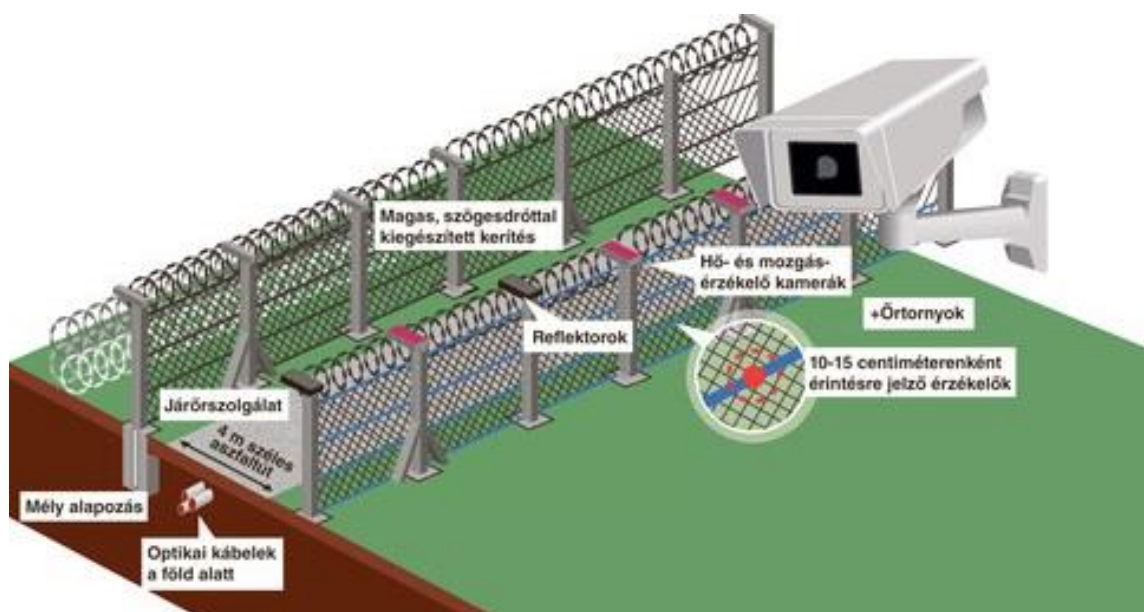
Az intelligens jelzőrendszer a következő elemeket tartalmazza:

- a kerítésben futó optikai kábel, 10-15 centiméterenként rezgés- és vágásérzékelő szenzorokkal;
- 111 hő- és 297 lézeres mozgásérzékelő kamera;
- nagy teljesítményű reflektorok az éjszakai műveletekhez;
- a kommunikációt megvalósító hálózat
- akusztikus jelzőrendszer, 300 méterenként hangszórókkal. [16]

A kerítésen elhelyezett szenzorok érintésre, vágásra jeleznek és a kommunikációs hálózaton keresztül a riasztást a bácsbokodi vagy a mórhalmi irányító központba küldik. A behatolás észlelésekor működésbe lépnek a nagy teljesítményű reflektorok, valamint az akusztikus jelzőrendszer, mely angol, arab, fárszi, urdu és szerb nyelven figyelmezteti az észlelt embereket, hogy a magyar államhatárnál tartózkodnak, valamint felszólítja őket a tranzitóna használatára. A központban dolgozók munkáját segítik a kerítésen elhelyezett éjjel, nappal látó hő és lézerekamerák, melyek segítségével pontos képet kaphatnak a behatolásról. A központ a képek kiértékelése után EDR rádióon utasítja a határvadászokat, akik a kialakított manőver utak használatával percek alatt a behatolás helyszínére érnek.

Az eddig tapasztalatok alapján a rendszer működése során a legtöbb problémát a hamis riasztások nagy száma okozza. Komoly gondokat jelent, hogy nem csak a határsértők próbálkozására, hanem különböző vadállatok vagy akár erős szél hatására is riaszt a rendszer, plusz munkát adva az irányító központban dolgozóknak. A nagyszámú téves riasztás miatt indokolatlanul működésbe lépő akusztikus jelzőrendszer zavarta a környéken élőket, ezért egy szakaszon ezt a funkciót ki is kellett kapcsolni.

Az okoskerítés alkotóelemeit hivatalos ábra hiányában Séra Tamás, Blikkben megjelent grafikájával szemléltetem az 5. ábra.



5. ábra Az okoskerítés elemei [17]

## KÖVETKEZTETÉSEK

A határvédelemben alkalmazott elektronikai felderítés fejlődésének köszönhetően egyre kisebb szükség van fizikai falakra. A kerítések még mindig fontos szerepet játszanak, de sok esetben ki lehet őket egészíteni vagy helyettesíteni kevésbé költséges és flexibilisebb technológiákkal.

A fenti rendszereket tanulmányozva nyilvánvaló, hogy napjainkban a határvédelem terén leginkább a technológia lehetőségeinek kihasználása növelheti a hatékonyságot, melyben a felügyelet nélküli szenzorok alkalmazása az egyik legtöbbet ígérő lehetőség.

Egy célirányosan megvalósított fixen telepített, mobil és hordozható elemekből álló felderítőrendszer, mely komponensei hatékonyan képesek egymással kommunikálni, jelentősen segíti a határőrök munkáját, lehetővé téve a folyamatosan járőröző élőrő csökkentését, igény szerinti bevetését. A hasonló rendszerek által szerzett tapasztalatok alapján új technológiák fejlesztése helyett célszerűbb a már korábban bizonyított és tesztelt megoldásokat alkalmazni (pl.: az Afganisztánban már bizonyított UGS-ek).

Ertékelendő, hogy a magyar kormány is felfigyelt ezekre a lehetőségekre és a fizikai határzár kiegészítéseként intelligens jelzőrendszereket is telepít. Az ilyen intelligens határvédelmi megoldások nagy előnye, hogy jól megtervezve integrálhatóak lehetnek a különböző védelmi szervek, valamint az EU adatbázisaival, az illegális bevándorlók biometriai adatait (arckép, ujjlenyomat) használva sokkal hatékonyabb detektálást tesznek lehetővé és felgyorsíthatják a határátkelőkön való átkelést is.

Ugyanakkor tanulva a korábban ismertetett amerikai SBINet tapasztalataiból és kudarcaiból, a rendszer megvalósítása komoly előkészületeket igényel és számos feltételt figyelembe véve található csak meg a megfelelő megoldás. Fontos, hogy az adott terep és környezeti viszonyoknak megfelelő, korábban már sikeresen tesztelt technológiákat célszerű alkalmazni. Fontos, hogy az optimális működés érdekében minél nagyobb területi lefedettséggel, minél pontosabb információt gyűjtsünk, mely leginkább a különböző érzékelési tartományban működő szenzorok adatainak fúziójával érhető el.

A magyar határvédelmi rendszer egyelőre mindössze a kerítésen elhelyezett fizikai érintésre reagáló szenzorok, valamint hő és mozgásérzékelő kamerák képére támaszkodva azonosítja a behatolásokat, mely nagyszámú téves riasztást eredményez. A pontosabb helyzetkép eléréséhez célszerű lenne a rendszer kiegészítése nagy hatótávolságú radarokkal, nagy területen történő felderítést lehetővé tevő pilóta nélküli repülőgépek alkalmazásával, valamint a földön elhelyezett mágneses és szeizmikus állapotváltozásokat érzékelő felügyelet nélküli szenzorokkal. A ma már rendkívül korszerű felügyelet nélküli szenzorok a többi felderítő technológiával integrálva jelentősen növelhetik a határvédelmi képességeket. Mivel viszonylag alacsony költséggel telepíthetőek és a mai rendszerek a mozgásirány detektálástól kezdve a videó és képanyagok továbbításáig számos lehetőséget rejtenek, mindenképpen átgondolandó a magyar határon történő alkalmazásuk.

Habár a magyar kormány egyik fő célja a kerítéssel és a területen állomásozó erők nagyszámú jelenlétével történő elrettentés, véleményem szerint a környezet és vadállomány megóvása miatt a kerítés megépítését elsősorban a lakott területre kéne korlátozni, a nem lakott területeken az elektronikai felderítés eszköztárának (megfigyelő tornyok, pilóta nélküli repülőgépek, felügyelet nélküli szenzorok, föld alatt futó érzékelő kábelek) alkalmazása sokkal környezettudatosabb és költséghatékonyabb lenne.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] *Magal Security Systems Ltd.*: [http://www.magal-s3.com/borders\\_intrusion.html](http://www.magal-s3.com/borders_intrusion.html), (Megtekintve: 2017. 05. 21.)
- [2] ZAID, J.: *Israeli company that helped build Gaza's wall is less sure about Donald Trump's*, <https://theintercept.com/2016/08/05/israeli-company-that-helped-build-gaza-wall-is-less-sure-about-donald-trumps/>, (Megtekintve: 2017. 05. 02.)
- [3] MCQUIDDY, J. H.: *Unattended ground sensors for monitoring national borders*. In. SPIE 7112, Unmanned/Unattended Sensors and Sensor Networks V, 71120L, doi:10.1117/12.800153. Cardiff, 2008.

- [4] BECKHUSEN, R.: *Homeland security delays plan to place sensors on U.S.-Mexico border*, <https://www.wired.com/2013/02/border-sensors>, (Megtekintve: 2017. 05. 02.)
- [5] Homeland Security: *A Review of Remote Surveillance Technology Along U.S. Land Borders*, [http://www.oig.dhs.gov/assets/Mgmt/OIG\\_06-15\\_Dec05.pdf](http://www.oig.dhs.gov/assets/Mgmt/OIG_06-15_Dec05.pdf), (Megtekintve: 2017. 05. 02.)
- [6] ROBINSON, B.: *DHS 'virtual fence' and Army's FCS test limits of networked sensors*, Defense Systems, <https://defensesystems.com/Articles/2008/04/Applying-networked-remote-sensor-technology.aspx>, (Megtekintve: 2017. 05. 02.)
- [7] *SBINet*: <http://www.globalsecurity.org/security/systems/sbinet.htm>, (Megtekintve: 2017. 05. 02.)
- [8] *The Efficacy of Virtual Fences, for Border Control*: <https://www.mistralsolutions.com/efficacy-virtual-fences-border-control/>, (Megtekintve: 2017. 05. 02.)
- [9] *Perla Trevizo Arizona Daily Star: Past border tech efforts failed, but this one won't*, [http://tucson.com/news/local/officials-past-border-tech-efforts-failed-but-this-one-won/article\\_2192fa1f-47b6-5954-8575-8a74fc691820.html](http://tucson.com/news/local/officials-past-border-tech-efforts-failed-but-this-one-won/article_2192fa1f-47b6-5954-8575-8a74fc691820.html), (Megtekintve: 2017. 05. 02.)
- [10] Department of Homeland Security: Written testimony of CBP Office of Air and Marine Assistant Commissioner Randolph Alles, CBP Office of Technology Innovation and Acquisition Assistant Commissioner Borkowski, and CBP Office of Border Patrol Deputy Chief Ron Vitiello for a Senate Committee on Homeland Security and Governmental Affairs for a hearing titled "Securing the Border: Fencing, Infrastructure, and Technology Force Multiplier", <https://www.dhs.gov/news/2015/05/13/written-testimony-cbp-senate-committee-homeland-security-and-governmental-affairs#>, (Megtekintve: 2017. 05. 02.)
- [11] BIUM, E. (Department of Homeland Security): *Surveillance technology boosts border security in Arizona*, <https://www.cbp.gov/frontline/frontline-june-az-technology>, (Megtekintve: 2017. 05. 02.)
- [12] KNEFEL, J.: *Trump's Border Wall Could Be Invisible - Pathfinder could be the future of surveillance at the southern border*, <https://www.inverse.com/article/26072-donald-trump-trump-mexican-border-wall-surveillance-pathfinder>, (Megtekintve: 2017. 05. 02.)
- [13] *ARA- Pathfinder*: <https://www.ara.com/pathfinder/border-security>, (Megtekintve: 2017. 05. 02.)
- [14] KENK, V.S. et al.: *Smart Surveillance Technologies in Border Control*, European Journal of Law and Technology, 4 2 (2013), <http://ejlt.org/article/view/230/378>, (Megtekintve: 2017. 05. 02.)
- [15] *A rendkívüli bevándorlási nyomás kezelése érdekében szükséges egyes intézkedésekről*, Magyar Közlöny 83 (2015), 7970. oldal, <http://www.kozlonyok.hu/nkonline/MKPDF/hiteles/MK15083.pdf>, (Megtekintve: 2017. 05. 02.)
- [16] Zsaru Magazin: *Okoskerítés a határon*: <http://www.police.hu/hirek-es-informaciok/legfrissebb-hireink/zsaru-magazin/okoskerites-a-hataron>, (Megtekintve: 2017. 05. 02.)

- [17] *Elkészült az okoskerítés első 10 kilométere:*  
<http://www.blikk.hu/aktualis/belfold/elkeszult-az-okoskerites-első-10-kilometere/g9qqq3>, (Megtekintve: 2017. 05. 02.)