

A határőrizeti felderítési képességeket és fejlesztést célzó elektro-optikai rendszerek piackutatásának eredményei

Results of market research on electro-optical systems for enhancing border surveillance capabilities

 SZÁSZ MAJA BOGLÁRKA¹,  BARTUS GÁBOR²,  BALLA JÓZSEF³

¹  Nemzeti Közszerológáti Egyetem Rendészettudományi Kar Határrendészeti Tanszék, Határrendészeti Innovációs Program

e-mail: szasz.maja.boglarka@uni-nke.hu

² Nemzeti Közszerológáti Egyetem Rendészettudományi Kar Határrendészeti Tanszék

³ Nemzeti Közszerológáti Egyetem Rendészettudományi Kar Határrendészeti Tanszék

ABSZTRAKT

A határőrizeti felderítési képességek fejlesztése napjainkban kiemelt jelentőségű feladat, amelyet az illegális migráció, a határon átnyúló bűnözés, valamint a gyors technológiai fejlődés egyaránt indokol. A magyar határőrizeti rendszer modernizációja során egyre nagyobb szerepet kapnak a korszerű elektro-optikai megfigyelőrendszerek, ugyanakkor a rendelkezésre álló technológiai megoldások összehasonlító értékeléséről korlátozott számú kutatás áll rendelkezésre. A tanulmány célja annak vizsgálata, hogy a nemzetközi piacon elérhető elektro-optikai rendszerek milyen mértékben képesek támogatni a magyar határőrizeti felderítési képességek fejlesztését. A kutatás szakirodalmi elemzésre, a releváns stratégiai dokumentumok vizsgálatára, valamint nyílt forrású információgyűjtésen (Open Source Intelligence – OSINT) alapuló célzott piackutatásra épült. Az elemzés során tizenkét korszerű elektro-optikai rendszer és integrált megfigyelőplatform műszaki jellemzői, alkalmazási lehetőségei és integrálhatósága kerültek összehasonlításra. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a moduláris felépítésű, mesterséges intelligenciával támogatott, többérzékelős rendszerek jelentősen növelhetik a helyzetfelismerési képességeket, javíthatják a reagálási időt, valamint mérsékelhetik a humánerőforrás-igényt. A kutatás rámutat arra is, hogy a hazai határőrizeti rendszer fejlesztése nem feltétlenül igényel teljes körű rendszercserét, hanem számos esetben a meglévő infrastruktúra korszerű szenzorokkal és intelligens képfeldolgozó megoldásokkal történő kiegészítése is megfelelő alternatívát jelenthet. A tanulmány eredményei hozzájárulnak a hazai határőrizeti technológiai fejlesztések megalapozásához, valamint támogatják a Határrendészeti Innovációs Program keretében végzett vizsgálatokat.

KULCSSZAVAK

határőrizet, elektro-optikai rendszerek, piackutatás, felderítés, mesterséges intelligencia

ABSTRACT

The development of border surveillance capabilities has become a strategic priority due to illegal migration, cross-border crime, and the rapid advancement of surveillance technologies. As Hungary continues to modernise its border surveillance system, advanced electro-optical technologies are playing an increasingly important role; however, comparative assessments of commercially available solutions remain limited. This study examines the extent to which electro-optical systems available on the international market can support the enhancement of Hungary's border surveillance capabilities. The research is based on a review of the relevant literature, an analysis of strategic policy documents, and targeted market research conducted using Open Source Intelligence (OSINT) methods. Twelve state-of-the-art electro-optical systems and integrated surveillance platforms were analysed and compared with regard to their technical characteristics, operational applications, and integration potential.

The findings indicate that modular, artificial intelligence-enabled multi-sensor systems can significantly improve situational awareness, enhance operational responsiveness, and reduce human resource requirements. The results also suggest that modernising the existing border surveillance infrastructure does not necessarily require complete system replacement, as integrating advanced sensors and intelligent image-processing solutions into existing platforms may provide a cost-effective alternative. The study contributes to the technological development of Hungary's border surveillance system and supports technology assessment activities carried out within the Border Policing Innovation Program (HIP).

KEYWORDS

border surveillance, electro-optical systems, market research, reconnaissance, artificial intelligence

HIVATKOZÁS

Szász M. B., Bartus G., & Balla J. (2026). A határőrizeti felderítési képességeket és fejlesztést célzó elektro-optikai rendszerek piackutatásának eredményei. *Határrendészeti Tanulmányok*, 23(2), 40–50.

BEVEZETÉS

A határbiztonság fenntartása és fejlesztése napjainkban kiemelt jelentőségű feladat, amelyet az illegális migráció, a határon átnyúló bűnözés, valamint a technológiai fejlődés egyaránt meghatároz. A határrendészeti felderítési képességek folyamatos korszerűsítése elengedhetetlen annak érdekében, hogy a határőrizeti szervek a változó biztonsági kihívásokra hatékonyan tudjanak reagálni. A fejlesztések megalapozásához nemcsak a meglévő rendszerek működésének és hiányosságainak elemzése szükséges, hanem a rendelkezésre álló korszerű technológiai megoldások, valamint azok alkalmazhatóságának vizsgálata is elengedhetetlen.

A határrendészeti felderítési képességek fejlesztését célzó stratégiai célkitűzésekkel kapcsolatosan korábban több tanulmány készült, amelyek foglalkoztak a jelenlegi határbiztonsági rendszer technológiai jellemzőivel és alkalmazásának hátrányaival, valamint a meglévő rendszerek továbbfejlesztésének lehetőségeivel (Baksa et al., 2024; Szabó et al., 2024). Ezen terület vizsgálata azért is fontos, mert Magyarország Nemzeti Integrált Határigazgatási Stratégiájában (2022-2028) célkitűzésként szerepel a meglévő eszközök amortizációs cseréje, modernizálása, valamint az új technológiák „hadrendbe” állítása (Magyarország Kormánya, 2024). A magyar határőrizeti rendszer felülvizsgálatára és a továbbfejlesztés lehetőségeire már 2018-ban kérdőíves adatfelmérés és interjúk formájában empirikus kutatás történt (Balla et al., 2018). A kutatásról készült tanulmányban a határrendészeti helyi szervek vonatkozásában felmérték a jövőbeni tervezéshez szükséges információkat, azonban piackutatás nem készült.

A stratégiai célok és elvárások egy hosszú távon fenntartható, modern határigazgatási rendszer kialakítását célozzák, amelyben a technológiai fejlesztések részben kiváltják a humánerőforrást. A jövőkép része egy folyamatos, 24/7 működésű, 360°-os megfigyelési és riasztási képességgel rendelkező rendszer, amelyet megfelelő reagáló erők támogatnak. A jelenlegi szárazföldi határőrizeti rendszer a schengeni külső határon elsősorban stabil és mobil hőkamerákra épül. Az illegális migráció által leginkább érintett területeken a folyamatos megfigyelést stabil hőkamerák biztosítják, amelyeket mobil hőkamerás járművek és kézi éjjellátóval, illetve hőkamerával felszerelt járőrök egészítenek ki. A magyar–szerb határszakaszon a határőrizeti feladatok ellátását két távfelügyeleti irányító központ támogatja, amelyek mintegy 160 km hosszan folyamatos ellenőrzést biztosítanak. Az ideiglenes biztonsági határzárral (IBH) nem védett szakaszokon általános gyengeségként azonosítható, hogy a nagy kiterjedésű, fedett terepszakaszok ellenőrzése jelentős humánerőforrást igényel, mivel jelenleg nem áll

rendelkezésre olyan technikai megoldás, amely hatékonyan helyettesíteni tudná az emberi jelenlétet (Balla & Kui, 2019). Az új eszközök telepítését gyakran akadályozzák az infrastrukturális feltételek hiányosságai, például az elégtelen tápellátás vagy a hálózati lefedettség. Ebből következően az új helyszíneken bármilyen technikai eszköz telepítésének alapvető feltétele a működéshez szükséges infrastruktúra kiépítése. A jogellenes cselekményeket elkövetők technikai azonosítása sem történik meg automatikusan, így ebben a folyamatban továbbra is meghatározó a humán erőforrás szerepe. Az IBH továbbfejlesztésének egyik alternatívája a komplex virtuális kerítés vagy szenzorháló kiépítése minden szárazföldi szakaszon. Ezt kiegészíthetik modern területvédelmi rendszerek, amelyek különböző szenzorokkal biztosítják a fedett területek hatékony ellenőrzését, ilyenek például a szeizmikus érzékelők (Baksa et al., 2024).

Jelen tanulmány célja, hogy az alapkutatások eredményeire, valamint a nemzetközi termékbemutatók tapasztalataira építve, piackutatás eredményein keresztül feltárja a korábban azonosított elektro-optikai rendszerek lehetséges technológiai támogatását. A tanulmány elsődleges eredménye, hogy a stratégiai elvárások és a piacon elérhető technológiai megoldások közötti kapcsolatot bemutatja és azokat értelmezi.

KUTATÁSI MÓDSZEREK

A kutatási módszerek tekintetében a releváns szakirodalom tartalmi elemzését követően célzott piackutatásra került sor a feltárt technológiai megoldások összehasonlító elemzésével. A piackutatás nyílt forrású információgyűjtésen (Open Source Intelligence – OSINT) alapult. Az adatgyűjtés strukturált formában kulcsszavas kereséssel valósult meg, amely kiegészült a Boolean logika eszközeivel (AND, OR, NOT operátorok) (Block & Petrovski, 2019).¹⁵ Ezen módszertan lehetővé tette a releváns európai biztonságtechnikai vállalatok, termékportfóliók és integrált határőrizeti megoldások célzott azonosítását, valamint a nem releváns találatok kiszűrését.

A piackutatás során feltárt megoldások elemzése összevetésre került a forrásanyagokban és a stratégiai dokumentumokban megfogalmazott követelményekkel és fejlesztési irányokkal. Ennek eredményeként a tanulmány nem csupán leíró jelleggel mutatja be az egyes technológiai megoldásokat, hanem értékeli azok potenciális alkalmazhatóságát a hazai határőrizeti rendszerben, különös tekintettel az integrálhatóságra, a testre szabhatóságra és az operatív környezethez való illeszkedésre.

KUTATÁSI EREDMÉNYEK

ALPHARD

Az ALPHARD egy moduláris megfigyelőrendszer, amelyet hosszú távú megfigyelési feladatok ellátására terveztek. Önállóan vagy meglévő felügyeleti rendszerekbe integrálva egyaránt alkalmazható, fix és mobil platformokon. Nagy teljesítményű „pan-tilt” platformra épül, amely jelentős szélterhelés mellett is stabil működést tesz lehetővé, és alkalmas nagy tömegű érzékelők hordozására. Fejlett adatfeldolgozó képességei lehetővé teszik a célpontok geolokációját, riasztási zónák kialakítását, valamint az automatikus célkeresést és kamerairányítást a lokalizált célokra. Támogatja a programozható pásztázási módokat és a pán optikus megfigyelési funkciókat, ezáltal nagymértékben tehermentesítve a kezelőszemélyzetet.

¹⁵ A Boolean logika egy keresési módszer, amely három alapvető operátorra épül: az AND szűkíti a találatokat (csak azokat adja vissza, amelyek minden megadott feltételt tartalmaznak), az OR bővíti (legalább az egyik feltétel teljesül), míg a NOT kizárja a nem kívánt elemeket. Ennek alkalmazásával a keresések pontosabban irányíthatók, így hatékonyabban szűrhetők ki a releváns információk.

Az ALPHARD teljes mértékben integrálható irányítási és vezérlési központokba, valamint más érzékelőrendszerekkel – például radarokkal – is összekapcsolható. A kommunikáció többféle átviteli közegen keresztül valósítható meg, így vezeték nélküli rádiós kapcsolattal, műholdas kommunikációval, illetve optikai szálon, ami rugalmas hálózati illeszkedést biztosít a különböző üzemeltetési környezetekben ([Indra, n.d.-a](#)).

INTAC Taktikai járművek (INTElligence and surveillance TACTical vehicles)

Az INTACT integrált taktikai járműrendszer, amelyet nagy hatótávolságú megfigyelési és felderítési feladatokra fejlesztettek ki. A radar és az elektro-optikai szenzorok együttes alkalmazása lehetővé teszi a távoli célok észlelését és azonosítását, míg a nappali kamera, a hőkamera, az éjjellátó és a lézeres távolságmérő támogatja azok részletes vizsgálatát.

Rendszerfüggetlen kialakítású, ezért könnyen integrálható külső irányítási, parancsnoki és kommunikációs rendszerekhez, miközben a felhasználó szabadon választhatja meg az alkalmazott térinformatikai (GIS) és kezelőfelületi (HMI) megoldásokat. A giroszkóppal stabilizált elektrooptikai platform mozgás közben is automatikusan kompenzálja az elfordulásokat, és akár öt különböző szenzor egyidejű alkalmazását teszi lehetővé, biztosítva a nappali és éjszakai megfigyelést. A radar opcionálisan alacsony észlelhetőségű (Low Probability of Intercept – LPI) üzemmóddal is felszerelhető, amely rejtett műveletek során jelent előnyt. A járműplatform GPS-alapú helymeghatározóval, emelhető árboccal és autonóm energiaellátással rendelkezik. Az adatok továbbítása többféle vezetékes és vezeték nélküli kommunikációs kapcsolaton, valamint műholdas (SATCOM) összeköttetésen keresztül biztosítható. Az üzemeltető személyzet létszáma vonatkozóan a dokumentáció nem közöl konkrét adatokat, azonban a radar-, elektrooptikai és kommunikációs rendszerek egyidejű kezelése alapján reálisan 2–3 fős kezelőszemélyzet feltételezhető, amely szükség esetén külön járművezetővel egészülhet ki. A rendszer kialakítása folyamatos, 24/7 üzemeltetésre alkalmas. A beépített energiaellátás és a klimatizált kezelőtér lehetővé teszi a hosszú idejű megszakítás nélküli működést, amelynek folyamatosságát nem a rendszer leállítása, hanem a kezelőszemélyzet időszakos váltása biztosítja ([Indra, n.d.-b](#)).

BUSHBABY 100

A Bushbaby 100 egy kompakt kialakítású elektro-optikai megfigyelőrendszer, amelyet kifejezetten páncélozott járművekhez, pilóta nélküli földi járművekhez (Unmanned Ground Vehicle - UGV), valamint helyhez kötött felügyeleti feladatokhoz – például járőr és biztonsági járművek fedélzeti alkalmazásaira – fejlesztettek ki. Kis mérete és alacsony tömege mellett a rendszer különböző platformokon alkalmazható, célmegjelölési és felderítési feladatokra, valamint fix telepítésű szerkezeteken megfigyelői alkalmazások támogatására. Főbb jellemzői közé tartozik a láthatóság növelése, a köd eltávolításának lehetősége, a zajcsökkentés, a képstabilizálás, az automatikus infravörös szűrőváltás (auto ICR), valamint a különböző féhéregyensúly-módok alkalmazása. Az integrált geolokációs funkció lehetővé teszi az észlelt célok pontos földrajzi meghatározását. Mechanikai szempontból a rendszer egy két tengely mentén giroszkóp-stabilizált platform, ezáltal rezgésmentes, tiszta képet biztosít mozgás közben is ([HENSOLDT, 2024](#)).

BUSHBABY 200

A Bushbaby 200 egy moduláris felépítésű, nagy hatótávolságú elektrooptikai megfigyelőrendszer, amelyet nappali és éjszakai felügyeleti feladatokra terveztek. A rendszert különböző platformokon lehet alkalmazni. Fix megfigyelőtornyok és egyéb állandó struktúrák esetében hosszú távú megfigyelést és helyzetfelismerést biztosít, míg hordozható, ember által

mozgatható állványokon az erők védelmét támogatja. Megfigyelő járművek esetében célmegjelölési és felderítési feladatokra alkalmas. Mechanikai kialakítását tekintve a Bushbaby 200, szintén, mint a Bushbaby 100 egy két tengely mentén giroszkóp-stabilizált rendszer, hogy rezgésmentes, tiszta képalkotást tudjon nyújtani instabil platformokon is. Az eszköz vízszintesen teljes körben, 360°-ban folyamatosan forgatható, míg függőleges irányban -45° és +9° közötti tartományban állítható, hogy teljes körű megfigyelést tegyen lehetővé. A rendszer további fejlett funkciói közé tartozik az integrált mesterséges intelligencia, valamint a „geo pointing” képesség, amely pontos földrajzi helymeghatározást biztosít az észlelt objektumokról. Opcionálisan elérhető ablakfűtési és jégmentesítő rendszer, amely szélsőséges időjárási körülmények között is fenntartja az érzékelők működőképességét (HENSOLDT, 2025a).

ARGOS-15 HDT

Az ARGOS-15 HDT egy elektro-optikai rendszer, amelyet célfelderítésre fejlesztettek, helikopterekre és pilóta nélküli légi járművekre tervezték. Az eszköz könnyű, kompakt, két gimbal-os 4 tengelyen stabilizált rendszer, amely a kamera képét mozgás közben is stabilan tartja. Az ARGOS-15 HDT kiemelkedő képessége a beépített, valós idejű mesterséges intelligencia alapú képfeldolgozás, amely lehetővé teszi az objektumok automatikus észlelését, osztályozását és követését. A „multimode autotracker” funkció a mozgó célpontok azonosítását és jelzését támogatja. A rendszer széles működési környezeti tartománnyal rendelkezik, -40°C és +55°C közötti hőmérsékletek mellett is használható. A teljes rendszer tömege kevesebb, mint 53 kilogramm (HENSOLDT, 2025b).

ARGOS-8

Az ARGOS-8 szintén egy légi elektro-optikai rendszer, amelyet felderítésre terveztek. A rendszer hőkamerát (MWIR, 3–5 μm) és nagyfelbontású nappali kamerát (HD, 1920×1080) tartalmaz, mindkettő folyamatos és digitális nagyítással is rendelkezik. Lézeres képességei közé tartozik a nem szemkímélő (1064 nm) lézeres távmérés, amely több mint 12,5 km hatótávolságot biztosít 8–22 Hz mérési sebességgel, valamint a szemkímélő opció (1572 nm vagy 1535 nm) akár 7 km-es távolságig, 6 Hz-es mérési frekvenciával. A stabilizációt két tengelyes mechanikai giroszkóp biztosítja, amelyet digitális stabilizáció egészít ki, garantálva a megbízható képfelvételt a repülés során előforduló rezgések és mozgások ellenére. A teljes rendszer tömege kevesebb, mint 6,2 kilogramm, ami lehetővé teszi a könnyű integrációt és telepítést a kisebb és közepes kategóriájú UAV platformokon (HENSOLDT, 2025c).

PSS – Persistent Surveillance System

Az Állandó Felügyeleti Rendszerek (PSS) moduláris megoldást kínálnak a folyamatos területmegfigyelésre. Céljuk a fenyegetések korai észlelése, azonosítása és nyomon követése, ezáltal növelve a védett területek biztonságát. A rendszer 360°-os nappali és éjszakai megfigyelést biztosít, automatikus nagytávolságú célfelderítési és -azonosítási képességgel, miközben a szenzoradatokat valós idejű, georeferált képként jeleníti meg. A PSS kialakítása a mobilitásra és a gyors telepíthetőségre fókuszál. A rendszert a Rheinmetall szerint könnyű szállítani, és terepen is gyorsan telepíthető, mindössze három fős telepítő csapattal, miközben az üzemeltetéshez egy operátor elegendő. Ez előnyös lehet ideiglenes műveleti területeken, válsághelyzetekben vagy olyan helyszíneken, ahol a gyors reakció kritikus. A rendszer két fő komponensből áll: a Persistent Surveillance Aerostat (PSA) és a Persistent Surveillance Tower (PST) egymást kiegészítve biztosítják az optimális lefedettséget és a kritikus redundanciát. A PSA magaslati megfigyelést nyújt, növelve az érzékelési távolságot és a látómezőt, míg a PST

stabil, földi alapú megfigyelési képességekkel rendelkezik. A két platform kombinált alkalmazása lehetővé teszi a folyamatos megfigyelést (Rheinmetall, 2025a).

MSP – Multi Sensor Platform

Az MSP 500 egy stabilizált, többérzékelős rendszer, amely nappal és éjszaka egyaránt alkalmas objektumok észlelésére, megfigyelésére, azonosítására, valamint célkövetésre. A platform fő elemei közé tartozik egy szenzorcsomag, amely mozgás közben is stabilan tartják a képet: termikus és nappali kamera, 6 Hz-es lézeres távmérő (másodpercenként 6 mérést végez), videókövető (automatikusan követi a mozgást a képernyőn), valamint függőleges és északi irányt érzékelő szenzor. Kialakítása lehetővé teszi, hogy integrálható legyen meglévő rendszerekbe. Az MSP 600 egy könnyű, négytengelyes stabilizálással felszerelt elektro-optikai rendszer, amelyet rendkívül sokoldalúan lehet használni. Alkalmas földi megfigyelésre (például határ, vagy part és lég őrizet,) légi platformokon, például helikoptereken, valamint hajókon is, akár önálló érzékelőként, akár egy C2 rendszer részeként. A készülék passzív módon működik, így szinte észrevétlen marad, ezzel jól kiegészíti, vagy bizonyos helyzetekben helyettesíti a radarokat. Az érzékelőcsomagja termikus és nappali kamerából, lézeres távmérőből, valamint kettős üzemmódú célkövetőből áll. A látóvonal stabilitását egy finomhangolt vezérlőrendszer biztosítja, így a környezeti hatások nem befolyásolják a pontosságot (Rheinmetall, 2025b).

BAA – Observation and reconnaissance equipment

Egy önálló, moduláris rendszer, amely járművekre, árbocokra vagy állványokra szerelhető. A készlet komponensei közé tartozik a szenzor, a hőkamera, a CCD kamerás nappali távcső, valamint a szem-biztonságos lézeres távolságmérő. A szenzorok a kétvezetékes BUS-on keresztül csatlakoznak a „pan-tilt” fejhez, vezérlésük pedig monitort, kezelőpanelt és beépített joystickot foglal magában, biztosítva a precíz célkövetést és gyors kezelhetőséget (Rheinmetall, 2025c). További szenzorok a Rheinmetall portfóliójában:

Hőkamerák:

- SAPHIR 2.0: Hűtött, 3. generációs éjjel-nappali nagy teljesítményű hőkamera.
- SAPHIR 9.6: Nem hűtött, kompakt hőkamera, 17 µm detektor technológiával, könnyen integrálható kisebb platformokra.

Nappali kamerák:

- VIM (CCD), VIM II (CMOS) – standard nappali megfigyelés.
- VIM LR – optimalizált, nagy hatótávolságú felügyeletre.
- HVK 5 – kettős optikás, 2.6°–16.1° látómező, közepes és távoli célokhoz.
- HVK 4 – 60°-os látómező, közeli felügyeleti feladatokra.

SurveilSPIRE

A SurveilSPIRE egy mobil, autonóm megfigyelőplatform, amelyet kifejezetten hosszú ideig tartó, emberi jelenlét nélküli felderítési feladatokra terveztek. Lényegében egy vontatható megfigyelőállomás, amely több különböző szenzort és alrendszert integrál egyetlen, önállóan működni képes megoldásba, beépített AI-észlelő szoftverrel és autonóm energiaforrással. A rendszer egy 20 méter magas mechanikus árbocra elhelyezett elektrooptikai és infravörös kamerarendszert hordoz. A SurveilSPIRE egyik kulcseleme a drónmodul, amely autonóm módon működő quadkoptereket tartalmaz saját leszálló- és töltőállomással. Amikor a földi szenzorok gyanús eseményt vagy célpontot észlelnek, a rendszer automatikusan drónt indíthat a helyszín ellenőrzésére. Energiaellátás szempontjából a SurveilSPIRE hibrid megoldást alkalmaz: akkumulátorokra, valamint opcionálisan napelemekre vagy más kiegészítő energiaforrásokra támaszkodik. Ennek köszönhetően a specifikáció szerint 30 napig is képes

önállóan működni külső energiaellátás nélkül. A platform moduláris kialakítású, így az alapeladatokon túl igény szerint további érzékelőkkel és eszközökkel egészíthető ki, például rádiófrekvenciát használó szenzorokkal, különböző radartípusokkal vagy akár irányított zavaró berendezésekkel (Defsecintel Solutions, 2025a).

CAIMAN

Míg a SurveilSPIRE inkább statikus megoldást jelent, a CAIMAN egy gyors reagálásra fókuszáló, felderítő és célmegjelölő rendszer, amelyet egy 4×4-es terepjáró járműre integráltak. A platformot kifejezetten mozgékony, időkritikus feladatokra tervezték, ahol a gyors helyváltoztatás követelmény. A szenzorfej 1100 mm magasságban helyezkedik el, és a rendszer más járműplatformokra is integrálható. A kialakítás lehetővé teszi, hogy a szenzorok teljes értékűen működjenek akár 70 km/h sebességű haladás közben is. A fedélzeti kialakítás elkülönített kezelői felülettel rendelkezik. Az utastérben operátori munkahelyek, kijelzők, érintőképernyős dokkolóállomás, visszahúzzható árbocrendszer, valamint VHF és TETRA kommunikációs eszközök találhatók. A fedélzeti számítógépes modul mesterséges intelligenciával támogatott C2 szoftvert futtat, GPS-sel és szenzorral. A kamerája körbe forgatható (360°), és stabilizált, vagyis rázkódás és mozgás közben is éles képet ad. A rendszer képes meghatározni a megfigyelt cél pontos földrajzi helyzetét, amit a mesterséges intelligenciával támogatott szoftver segít: automatikusan felismeri és kategorizálja az objektumokat, valamint távolról is vezérelhető. Igény szerint további eszközökkel egészíthető ki, például passzív rádiófrekvenciás detektorral, aktív radarokkal, akusztikus szenzorokkal, különböző zavaróeszközökkel, illetve forgó vagy merevszárnnyú pilóta nélküli repülőeszközökkel (Defsecintel Solutions, 2025b).

SupervisIR

A SupervisIR™ egy széles területre fókuszáló, folyamatos megfigyelésre szolgáló rendszer. A rendszer passzív infravörös technológiát alkalmaz, így képes a nap 24 órájában, folyamatosan nagy kiterjedésű területek megfigyelésére anélkül, hogy aktív sugárzást bocsátana ki. Panorámaképe 90° × 12,5° látómezőt fed le, miközben valós időben automatikus célfelderítést és célkövetést végez. Egyszerre biztosít egy nagylátószögű, panorámás helyzetképet és ezen belül több, részletes megfigyelési nézetet (ROI) tud továbbítani, ezáltal támogatja az úgynevezett tevékenységalapú hírszerzést, valamint a későbbi visszakeresésen alapuló elemzéseket. Az élő panorámakép két másodpercenként frissül, miközben párhuzamosan két, 640×480 pixeles ROI videóablak áll rendelkezésre célazonosításhoz. A rendszer emberi célok mintegy 2 km-es, járművek pedig 5 km-es távolságból történő felismerésére alkalmas. A SupervisIR kimenetei több felhasználó számára egyidejűleg elérhetők, valamint más szenzorok vezérlésére és meglévő irányítási rendszerekkel történő együttműködésre is alkalmasak. A rendszer dedikált kezelőkonzolról vagy integrált irányítási hálózaton keresztül is működtethető, nyílt architektúrája pedig megkönnyíti a meglévő rendszerekhez való illesztést és a későbbi bővíthetőséget. Műszaki szempontból a rendszer középhullámú infravörös tartományban működik, és fix telepítésű, valamint mobil megfigyelési feladatokra egyaránt alkalmazható, mivel járműre szerelve vagy ideiglenes megfigyelőpontként is üzemeltethető (Elbit Systems, 2025).

ÖSSZEGRÉS

Az ALPHARD rendszer család moduláris felépítésével és több elektro-optikai szenzor integrálásával biztosítja a folyamatos célfelderítést és célkövetést. A SupervisIR passzív

infravörös technológiája révén $90^\circ \times 12,5^\circ$ látómezőben, aktív kisugárzás nélkül biztosít panorámaképet, miközben nagyfelbontású ROI videóablakkal támogatja a célok azonosítását és a tevékenység alapú hírszerzést. A szakirodalom ugyanakkor rámutat, hogy a fix megfigyelőtornyok elhelyezkedése ismert, valamint a növényzet és a domborzat jelentős holttereket eredményezhet. Ennek egyik lehetséges megoldása a megfigyelési pontok magasságának növelése, amelyet a PSS aerostat–torony rendszere vagy a SurveilSPIRE 20 méteres mobil árboca és integrált drónmodulja is támogat, növelve a lefedettséget és csökkentve a takarást.

A szakirodalom rámutat a meglévő technikai állomány amortizációjára és a moduláris modernizáció szükségességére. Ennek alternatívája lehet a teljes rendszercsere helyett a specifikus szenzorcsaládok – például a SAPHIR 2.0/9.6 hőkamerák vagy a VIM/HVK nappali kamerák – integrálása. A Vingrange lézertáv mérő és a SAS 360 körpanoráma kamera alkalmazása javítja a célpontok geolokációs pontosságát. A BAA és az MSP 500/600 platformok univerzális illesztőfelületei lehetővé teszik, hogy ugyanaz a technológia toronyra és járműre is felszerelhető legyen, megvalósítva az interoperabilitást.

A manuális kameramegfigyelésből eredő fáradtság és a korrupciós kockázatok indokoltá teszik a humán erőforrás részleges kiváltását félautomata, automata és autonóm rendszerekkel. Ennek megfelelően a határőrizeti stratégia célja, hogy a technológia átvegye a folyamatos megfigyelési és képfeldolgozási feladatokat, miközben az ember döntéshozói és ellenőrzési szerepben marad.

A gyakorlatban ez olyan szoftveres és komplex technikai megoldásokat igényel, amelyek minimális emberi felügyelet mellett képesek a célpontok automatikus észlelésére, azonosítására és osztályozására. Ezt a megközelítést alkalmazzák a Surveilaz és a SurveilSPIRE rendszerek mesterséges intelligenciával támogatott, „operator-on-the-loop” elven működő megoldásai. Ennek eredményeként a mesterséges intelligencia végzi az előfeldolgozást és a célok előszűrését, míg a kezelőszemélyzet a riasztások validálására, a döntéshozatalra és a reagálásra koncentrálhat, csökkentve a téves riasztások számát és növelve a humán erőforrás hatékonyságát. A SurveilSPIRE rendszer integrált, mesterséges intelligencia alapú képfeldolgozással támogatja a technikai járőrözést és az észlelést, részben autonóm működés mellett. Hibrid energiaellátásának – akkumulátorok és opcionális napelemek – köszönhetően külső tápellátás nélkül akár 30 napig is üzemképes, támogatva a folyamatos, élőerő-kímélő alkalmazást.

A határőrizeti taktika másik alapelve a mobilitás, amely a menet közbeni felderítés („Search-on-the-Move”) jelentőségét hangsúlyozza. E követelménynek leginkább a CAIMAN és az INTACT taktikai járművek felelnek meg, amelyek giroszkóp-stabilizált platformjaikkal akár 70 km/h sebesség mellett is biztosítják a célfelderítést és -követést. A CAIMAN gyors reagálást igénylő feladatokra optimalizált, míg az INTACT radar- és elektro-optikai szenzorokat integrál egyetlen platformra a teljesebb helyzetkép érdekében. Bár e félautonóm rendszerek automatizálják az észlelést és stabilizálják a képalkotást, működésük továbbra is szakképzett kezelőszemélyzet közreműködését igényli. A modulárisabb igényeket a Bushbaby 100 és 200, valamint az MSP 500/600 rendszerek szolgálják ki képalkotásra és adatgyűjtésre, amelyek kompakt kialakításuk révén már meglévő járművekre vagy akár pilóta nélküli platformokra is telepíthetők. Ezek az eszközök nem önálló járművek, hanem olyan nagy teljesítményű érzékelőcsomagok, amelyeket a felhasználó igényei szerint különböző hordozóeszközökre lehet felszerelni. Ezáltal a CAIMAN és az INTACT inkább „kulcsrakész” (turnkey) taktikai járműrendszerek, amelyet úgy terveztek, hogy egyetlen mobil platformon (járművön) belül minden szükséges komponens – szenzorokat, szoftvert és operátori munkahelyet – egyesítsenek a gyors bevetethőség érdekében.

KÖVETKEZTETÉSEK

A vizsgálat eredményei alapján megállapítható, hogy a nemzetközi piacon elérhető elektro-optikai megfigyelőrendszerek és komplex felderítő platformok jelentősen hozzájárulhatnak a magyar határrendészeti felderítési képességek fejlesztéséhez. A bemutatott rendszerek közös jellemzői – a modularitás, a többérzékelős kialakítás, a nyílt architektúrájú integrálhatóság és a mesterséges intelligenciával támogatott célfelderítés – növelhetik a határőrizeti feladatok hatékonyságát, miközben csökkenthetik a humánerőforrás-igényt.

A kutatás rámutatott arra is, hogy a technikai fejlesztések nem feltétlenül igényelnek teljes körű rendszercserét. A meglévő infrastruktúra korszerű szenzorokkal, mesterséges intelligencián alapuló képfeldolgozó megoldásokkal vagy mobil megfigyelőplatformokkal történő kiegészítése költséghatékony és fokozatos fejlesztési lehetőséget jelenthet. A piackutatás eredményei azt mutatják, hogy a nemzetközi fejlesztési irányok az autonóm, hálózatba kapcsolt és többérzékelős rendszerek alkalmazása felé mutatnak, amelyek támogatják a kezelőállomány döntéshozatalát, növelik a helyzeti tudatosságot és csökkentik az emberi hibák lehetőségét.

Mindezek alapján megállapítható, hogy a vizsgált technológiák alkalmazása összhangban áll Magyarország Nemzeti Integrált Határigazgatási Stratégiájának (2022–2028) fejlesztési célkitűzéseivel. A kutatás ugyan nem tesz javaslatot egyetlen konkrét rendszer beszerzésére sem, azonban olyan technológiai alternatívákat azonosít, amelyek alkalmasak lehetnek a hazai határőrizeti rendszer jövőbeni modernizációjának megalapozására. A bemutatott piackutatás ezzel egy olyan hiányterületet pótol, amely a korábbi, elsősorban szervezeti és működési szempontú vizsgálatokból hiányzott, és alapot biztosíthat a későbbi műszaki, gazdaságossági és alkalmazhatósági elemzések elvégzésére és a Határrendészeti Innovációs Program általi alkalmazhatósági vizsgálatára az eszköz- és módszer-specifikus vizsgálati szempontok alapján.

TÁMOGATÁS

A tanulmány elkészítése során a szerzők támogatásban nem részesültek.

ÉRDEKELTSÉGEK

A szerzőknek nincsenek érdekeltségeik.

MI-NYILATKOZAT

A szerzők a tanulmány elkészítése során nyelvi ellenőrzés valamint technikai szerkesztés céljából az Open AI (2025) ChatGPT [nagy nyelvi modellt] alkalmazták.

IRODALOMJEGYZÉK

- Baksa L., Bányai B., Bartus G., Nagy A., & Vájlok L. (2024). Határrendészeti felderítési képességek fejlesztési lehetőségei Magyarország schengeni külső határain. In Szabó Cs. (Szerk.), *Kihívások kapujában I.: Tanulmányok a határigazgatási és vízümpolitikai eszköz hazai progjámjának előkészítéséhez* (pp. 128–188). Belügyminisztérium.
- Balla J., & Kui L. (2019). The temporary technical barrier at the hungarian border and its impacts on border surveillance, In Kunovská, E., & Rubisová, I. (Eds.), *100 rokov CeskoSlovenskij státnosti, právnictva a bezpečnosti*. (pp. 20–28). Akadémia Policajného zboru v Bratislave.
- Balla J., Ritecz Gy., & Kui L. (2018). *Tanulmány és elemzési segédlet a magyar határőrizeti rendszer felülvizsgálatára, a továbbfejlesztés lehetőségére*. Duna-Mix Kft.

- Block, L., Petrovski, A. (2019). *Open Source Intelligence. Navigator for Investigative Journalists*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. https://www.osintme.com/wp-content/uploads/2022/09/INTELLIGENCE_NAVIGATOR_FOR_INVESTIGATIVE_JOURNALISTS.pdf
- Defsecintel Solutions (2025a). *SurveilSPIRE*. Defsecintel Solutions [Online Brochure]. <https://www.defsecintel.com/>
- Defsecintel Solutions (2025b). *CAIMAN*. Defsecintel Solutions [Online Brochure]. <https://www.defsecintel.com/>
- Elbit Systems (2025). *SupervisIR*. Elbit Systems. [Online Brochure] <https://www.elbitsystems.com/homeland-security/observation-surveillance-detection/eo-systems/supervisir>
- HENSOLDT (2024). *Bushbaby 100: Electro-optical systems*. HENSOLDT. [Brochure]. <https://dam.hensoldt.net/m/3ef82f3779a84f15/original/Bushbaby-100-Englisch.pdf>
- HENSOLDT (2025a). *Bushbaby 200: Long-range electro-optical surveillance*. HENSOLDT. [Brochure]. <https://dam.hensoldt.net/m/2103d4f4bdc21700/original/Bushbaby-200-English.pdf>
- HENSOLDT (2025b). *ARGOS-15 HDTIntelligent electro-optical system (ISTAR)*. HENSOLDT. [Brochure]. <https://dam.hensoldt.net/m/336f42c6be8240fd/original/ARGOS-15-HDT-English.pdf>
- HENSOLDT (2025c). *ARGOS-8 Airborne EOS overview*. HENSOLDT. [Brochure]. <https://dam.hensoldt.net/m/8425eb9ecdfe6e/original/ARGOS-8-English.pdf>
- Indra (n.d.-a). *ALPHARD: For long range surveillance*. Indra Group. [Brochure]. https://www.indragroup.com/cms-content/importacion/alphard_v0916_indra_2.pdf
- Indra (n.d.-b). *INTACT INTeelligence and surveillance TACTical vehicles*. Indra Group. [Brochure]. https://www.indragroup.com/cms-content/importacion/indra_v_terrestre_intact_eng_v01_baja_1_1.pdf
- Magyarország Kormánya (2024). *Magyarország nemzeti integrált határigazgatási stratégiája 2022–2028. (a Magyarország Nemzeti Integrált Határigazgatási Stratégiájának módosításáról szóló 1299/2024. (IX. 26.) Korm. határozattal elfogadott módosításokkal)* [Kormányzati stratégiai dokumentum]. <https://cdn.kormany.hu/uploads/document/a/a7/a7a/a7aac3d5a319b21e95286ea9feff5bd961448286.pdf>
- Rheinmetall (2025a). *PSS – Persistent Surveillance System: Protection of critical assets*. Rheinmetall Canada Inc. [Online Brochure]. <https://www.rheinmetall.com/en/products/c4i/reconnaissance-and-sensor-systems/pss-persistent-surveillance-system>
- Rheinmetall (2025b). *MSP – Multi Sensor Platform: Stabilized electro-optical system*. Rheinmetall Canada Inc. [Online Brochure]. <https://www.rheinmetall.com/en/products/reconnaissance-and-sensor-systems/msp-multi-sensor-platform#anchor-msp-600-optronic-modular-sensor-platform>
- Rheinmetall (2025b). *BAA – Observation and reconnaissance equipment*. Rheinmetall Canada Inc. [Online Brochure]. <https://www.rheinmetall.com/en/products/reconnaissance-and-sensor-systems/baa-observation-and-reconnaissance-equipment>

Szabó K., Kui L., Kovács R., & Decsi R. (2024). A moduláris járművek rendszerbe állításának lehetőségei Magyarország schengeni külső határain. In Szabó Cs. (Szerk.), *Kihívások kapujában II.: Tanulmányok a határigazgatási és vízumpolitikai eszköz hazai programjának előkészítéséhez* (pp. 7–27). Belügyminisztérium.