

Gombás-Kása Éva¹ 

A szárazföldi tábori híradó és informatikai rendszerek fejlesztésének kérdései a Magyar Honvédségben

Issues of Developing Land-Based Field Communications and IT Systems in the Hungarian Defence Forces

Absztrakt

A haderő fejlesztése az utóbbi években nagy hangsúlyt kapott a Magyar Honvédségben, amit a változó biztonságpolitikai környezet (2014-ben a Krím félsziget annektálása, 2022-ben az orosz–ukrán háború kitörése) idézett elő. Az elavult, több évtizedes üzemidővel rendelkező technikai eszközök fenntartása a továbbiakban már nem volt sem hatékony, sem gazdaságos, ezek nem feleltek meg a kor színvonalának sem. Ez a tanulmány a 2016-ban elindított Zrínyi Honvédelmi és Haderőfejlesztési Programban érintett, a vezetés-irányítási rendszert támogató szárazföldi tábori híradó és informatikai rendszerek fejlesztését mutatja be az orosz–ukrán háború tapasztalatainak tükrében.

Kulcsszavak: haderőfejlesztés, orosz–ukrán háború tapasztalatai, tábori híradó és informatikai rendszer, hálózatalapú képesség, interoperabilitás

Abstract

The development of the armed forces has received a high priority within the Hungarian Defence Forces in recent years, which was indicated by the changing security policy environment (the annexation of the Crimean Peninsula in 2014, the outbreak of the Russian–Ukrainian

¹ Alezredes, vezető, Híradó, Informatikai és Információvédelmi Csoportfőnökség, Telepíthető Rendszerek és Spektrumgazdálkodási Főnökség.

war in 2022). Maintaining outdated technical equipment with decades of service life was no longer efficient or economical, and they did not meet modern operational standards. This study presents the development of land-based deployable communications and information systems supporting the command and control system, as part of the Zrínyi Defence and Force Development Programme launched in 2016, in the light of the lessons learned from the Russian–Ukrainian war.

Keywords: armed forces development, lessons learned from the Russian–Ukrainian war, deployable communications and information systems, network-enabled capability, interoperability

Bevezetés

A Zrínyi Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program (HHP) 2016-ban indult, kezdetben tízéves periódust ölelt fel, azonban ma már látható, hogy a haderőfejlesztés egy olyan téma, amely soha nem kerülhet le a napirendről a technika gyors fejlődése, illetve a világban zajló biztonságpolitikai események miatt.² A haderőfejlesztési program célja a modern haderővel szemben támasztott követelményeknek megfelelően felzárkóztatni a Magyar Honvédséget (MH) szervezeti, technikai, illetve infrastrukturális téren is. A szinte minden fegyvernemet érintő fejlesztésekkel párhuzamosan megindult a magyar hadiipar feltámasztása is. Időközben 2022-ben a program felülvizsgálata során már az első ukrán tapasztalatok is belekerültek. Magyarország Nemzeti Katonai Stratégiájának³ kiadása a NATO-elvárásokhoz igazodó haderőfejlesztési program további pontosítását és bővítését indukálta, amely dokumentum leszögezte, hogy ugyan Magyarország nem tekint egyetlen államot sem lehetséges szemben álló félnek, a nemzetnek fel kell készülnie azokra a kihívásokra, amelyek a gyorsan változó biztonsági környezet hatására jelentkeznek. Nemcsak az orosz–ukrán háború, hanem a közel-keleti és észak-afrikai instabil államok, a folyamatosan jelen lévő polgárháborúk is új fenyegetést jelenthetnek Európára és Magyarországra egyaránt. Az Egyesült Államok és Kína közötti feszültség miatt a NATO főerejét adó amerikai fegyveres erők figyelme és erőforrásai is egyre inkább az ázsiai térségre koncentrálódnak, aminek következtében szükségessé vált, hogy Európa országai, köztük Magyarország is, önálló védelmi képességeiket fejlesszék.

Az utóbbi években tehát új biztonság- és védelempolitikai dokumentumok jelentek meg, amelyeknek része volt a 2020-ban kiadott Nemzeti Biztonsági Stratégia,⁴ illetve a Nemzeti Katonai Stratégia is.⁵ A HHP szorosan illeszkedik az új stratégiában megfogalmazott alapelvekhez, ennek keretében előtérbe helyezi a megelőzést, az ellenálló képességet, illetve a gyors és határozott válaszadás képességét. Az ehhez szükséges képességek kialakítása mentén szerezzük be az új technikai eszközöket és alakítjuk át a Magyar Honvédséget, ami minden területet érint, a tartalékos rendszer

² Szűcs 2016.

³ 1393/2021. (VI. 24.) Korm. határozat.

⁴ 1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat.

⁵ KÁLMÁNFI 2017.

megreformálásán keresztül a kibervédelmi képességek kialakításáig, a szárazföldi és a légerő képességeit, az űrszektort, illetve a hadiipart.⁶ A HHP a Magyar Honvédség képességei és kiképzettsége tekintetében olyan átalakítást irányoz elő, amely a régió meghatározó haderejévé teszi.⁷

Magyarország geostratégiai elhelyezkedéséből adódó sebezhetősége, valamint kisállami jellemzőiből fakadó korlátozott képességei miatt fontosak azok a szövetségi rendszerek, amelyeknek az ország jelenleg is tagja. Katonai szempontból a legfontosabb a NATO, amelynek a stratégiai törekvéseit figyelembe véve lett kialakítva Magyarország Fegyveres Védelmi Terve is. Szövetségi kötelezettségeinkből fakadóan a NATO közös haderejébe történő nemzeti felajánlások a garanciái a NATO reagálóképessége fenntarthatóságának. Az egyik ilyen felajánlás az MH (közepes) Lövészdandár, amely 2023-ban érte el – a vonatkozó nemzeti korlátozásokkal – a teljes készenlétét. Jelenleg folyamatban van ennek átalakítása nehézdandárrá, amely a teljes műveleti készenlétét 2028-ban éri el a tervek szerint. Ennek elengedhetetlen hozzávalói azok a képességek, amelyek az új technikai eszközök beszerzésével válnak teljessé, így elmondhatjuk, hogy a HHP keretében folyamatosan bővül a nehézdandár eszközparka.⁸

Tanulmányom célja annak bemutatása, hogy az orosz–ukrán háború híradó és informatikai tapasztalatai miként hatottak a Magyar Honvédség szárazföldi, tábori infokommunikációs rendszereinek fejlesztésére. Ennek keretében külön figyelmet fordítok az interoperabilitás, a hálózatalapú műveleti képességek, valamint a digitális hadszíntérrel szembeni követelmények teljesülésére.

A kutatás során a következő kérdésekre keresem a választ: Milyen technikai és strukturális irányváltásokat eredményeztek a háborús tapasztalatok a HHP keretében? Hogyan érvényesülnek a NATO FMN (*Federated Mission Networking* – Szövetségi Műveleti Hálózat) követelményei a Magyar Honvédség híradó-informatikai rendszerében? Milyen típusú eszközök és megoldások járulnak hozzá a biztonságos, minősített adatátvitel biztosításához tábori környezetben?

Módszertani szempontból a tanulmány leíró és elemző jellegű, és alapvetően másodlagos forrásokra (szakirodalom, doktrínák, nemzetközi gyakorlatok, honvédelmi dokumentumok) épül. A kutatás nem tartalmaz empirikus adatgyűjtést, célja a rendelkezésre álló források alapján a szintetizálás és a következtetések levonása a Magyar Honvédség technikai fejlesztési irányairól.

A híradó és informatikai rendszerekkel szemben támasztott követelmények

A fejlesztések egyik területét jelentik a vezetés-irányítást (C2) támogató híradó és informatikai rendszerek. A Magyar Honvédség Összhaderőnemi Híradó és Informatikai Doktrínájában (Hír/4) foglaltak szerint a katonai vezetés alapvető eszköze a híradó és informatikai rendszer, amely biztosítja az alárendeltek vezetését, valamint azok

⁶ CSIKI VARGA – TÁLAS 2020: 89–112.

⁷ Elengedhetetlen a magyar haderő fejlesztése 2024.

⁸ BÁNYÁSZ 2024.

irányításának, a feladatok meghatározásának, a szervezetek és személyek együttműködésének a technikai feltételeit. Ez a tevékenység a harci támogatás részét képezi, a katonai vezetés működőképességét tehát a híradó és informatikai támogatás biztosítja, amely egyben a csapatvezetés végrehajtásának nélkülözhetetlen eleme. Az információ és annak birtoklása napjainkban stratégiai fontosságú előnyt biztosít a hadszíntéren. Az információs fölény (előny) a vezetési fölény alapvető feltételeként a katonai műveletek eredményességét befolyásoló tényező. A megszerzett információ továbbítása, feldolgozása, tárolása, rendelkezésre bocsátása korszerű híradó és informatikai rendszerek alkalmazásával valósul meg.⁹ Ezen rendszerek kialakításánál mindenkor érvényesülni kell a következő alapelveknek: rendelkezésre állás, megbízhatóság, szabványosság, kompatibilitás, interoperabilitás, felcserélhetőség, azonosság.

A fenti alapelvek érvényesüléséhez a kor színvonalának megfelelő távközlési és információtechnológia szükséges. Hiába állnak rendelkezésre a harc megvívásához szükséges modern harcjárművek, lövegek, harckocsik vagy felderítő rendszerek, ha a feltételek hiánya miatt a szükséges információ eljuttatása az alárendeltekhez nem lehetséges, illetve nincs olyan technikai háttér, amelynek segítségével az összegyűjtött információk kezelése megvalósulhat. Ebben az esetben az átfogó helyzetkép kialakítása sem kivitelezhető, amely a parancsnok döntéshozatalát segítené.

A műveletek híradó és informatikai támogatásánál figyelembe kell venni azt is, hogy a szervezeti hierarchia és az információ kezelésének szintjei nem mindig esnek egybe. A híradó és informatikai rendszereknek biztosítaniuk kell, hogy a különböző vezetési szintekhez tartozó információs rendszerek összekapcsolása megvalósuljon úgy, hogy a felhasználók a számukra szükséges információt jogosultságuknak megfelelően a rendszerből ki tudják nyerni azon az eszközön keresztül, amely a rendelkezésükre áll. Ezen szemlélet alapján alakult ki a NATO-ban a hálózat nyújtotta képesség (NATO Network-Enabled Capability, NNEC)¹⁰ – magyar megfelelője Hálózatalapú Műveleti Képesség (HAMK)¹¹ –, amelyhez elengedhetetlen a korszerű információs és kommunikációs technológia alkalmazása.¹²

Ezen alapelveknek megfelelően dolgozta ki a híradó és informatikai szakterület a HHP-programba a tábori szárazföldi híradó és informatikai rendszerek vonatkozásában a követelményeket, amelyek érintik a rádió-, a műholdas, a mikrohullámú, a troposzféra- és a vezetékes híradást, illetve a vezetési pontok kialakítását is. A biztosított C2-rendszereken keresztül ma már nemcsak nyílt, hanem minősített információ továbbítását is meg kell oldani tábori körülmények között is, ami rendkívül nagy kihívást jelent, elsősorban a biztonság kialakítása szempontjából. Erre is megoldást kellett

⁹ HAIG-VÁRHEGYI 2005: 160–164.

¹⁰ NNEC: Olyan hadműveleti koncepció, amely a korszerű információs és kommunikációs technológiák alkalmazásával biztosítja a különböző katonai szervezetek, szenzorok, vezetési pontok és fegyverrendszerek valós idejű, hálózatba szervezett együttműködését. Célja a helyzetismeret, a döntéshozatal és a műveleti hatékonyság fokozása az információ gyors megosztása és feldolgozása révén. A koncepció alapját a rendszerbe integrált, interoperábilis és biztonságos adatáramlás képezi, amely előnyt biztosít a hadszíntéren.

¹¹ HAMK: A Magyar Honvédség sajátosságaihoz, szervezeti felépítéséhez és műveleti követelményeihez igazítva alkalmazza az NNEC elveit. A HAMK célja a műveleti környezetben fellépő információs túlsúly biztosítása, a közös helyzetértékelés és a vezetési képességek javítása, valamint a különböző haderőnemek közötti hatékony együttműködés megteremtése.

¹² Hír/4 2013: 1–14.

találni a HHP keretében annak érdekében, hogy az elektronikus információvédelem, valamint az infokommunikációs rendszerek és az adatátvitel biztonsága megvalósuljon.

Másik fontos kérdés, amellyel a szövetségi kötelezettségekből fakadóan mindenképpen foglalkoznunk kell, az interoperabilitás, amelynek során a híradó és informatikai rendszerek szükséges mértékű összekapcsolásának technikai, illetve műszaki feltételeit meg kell határozni. Ehhez közös, azonosan értelmezett elvek és eljárásrendek kialakítása szükséges.¹³ A katonai híradó és informatikai rendszerek közötti együttműködés szintjeinek specifikációját NATO-szabványok, valamint az AJP-6 NATO-kiadvány tartalmazza. Összesen hat szintet azonosítanak, ahol a 6. szint szerinti követelmények teljesülésekor már a két rendszer úgy kapcsolódik össze, hogy az a felhasználó részére nem észrevehető, mivel a két rendszer teljesen nyitott egymás irányába, és nincsenek korlátozásai az információhoz férésnek. Ezzel szemben az 1. szinten a rendszerek egymás felé zártak, nincs fizikai kapcsolat a két rendszer között, az információcserébe emberi beavatkozást igényel. A két véglet között helyezkedik el a többi szint. Mindenesetre az látható, hogy a 6. szint igényli a legtöbb forrást, előkészületet és feladatot, ezért a racionális keretek között tartás érdekében szükséges annak meghatározása, hogy melyik rendszernek milyen szinten kell kapcsolódnia egy másik rendszerhez a hatékony feladat-végrehajtás érdekében.¹⁴

A Magyar Honvédség 2016-ban csatlakozott az FMN-közösséghez, amely tulajdonképpen az egyes nemzetek által alkalmazott Összevont Műveleti Hálózatok „szabványként” értelmezhető. Azok az infokommunikációs eszközrendszerek, amelyek képesek teljesíteni ezen szabványokat, illetve a szakállomány kiképzettsége eléri ezt a szintet, integrálhatók a NATO vezetés-irányítási struktúráját kiszolgáló technikai rendszerekbe, más technológiák és tudásszintek pedig nem. Az úgynevezett FMN Spiral specifikációban meghatározott követelmények két évente frissülnek új verzióra.¹⁵

Az FMN nem egy állandó eszközparkot és egy szolgáltatáscsomagot jelent, azaz nem csak a megfelelő hardver beszerzése szükséges a képesség eléréséhez. Az FMN-készenlét (FMN Readiness) egy részletesen szabályozott validációs folyamat eredményeként érhető el, amelynek feltétele a validálásra tervezett szintű Spiral képességnek valamely többnemzeti interoperabilitási, úgynevezett FMN validációs gyakorlaton (FMN Readiness Certification Exercise) való tesztelése. A sikeres validációt követően adják ki az FMN Ready tanúsítványt.¹⁶

Az orosz–ukrán háború híradó-informatikai tapasztalatai

A híradó és informatikai rendszerek fejlesztésének kérdésénél nem hagyhatjuk figyelmen kívül a közelünkben zajló konfliktus, az orosz–ukrán háború tapasztalatait sem. A HHP 2022-es felülvizsgálata során ezek a tapasztalatok már beépültek, de érdemes továbbra is folyamatosan figyelemmel kísérni a technológiában, illetve az eljárásokban

¹³ MUNK 2024.

¹⁴ Hír/4 2013: 31–40.

¹⁵ NATO [é. n.].

¹⁶ NATO Communications and Information Agency [é. n.].

bekövetkező innovációkat a minél hatékonyabb képességfejlesztési koncepció kialakítása érdekében.

Az orosz–ukrán háborúban a két fél más-más híradó struktúrát alkalmaz, ami fakad az eltérő technikai fejlettségből, illetve az eltérő stratégiai prioritásból is. Az orosz fél erősen centralizált rendszert valósított meg, ami kedvez a nagyobb katonai műveletek koordinálásának, de megnehezíti a gyors reagálást. Az ukrán fél az adatok valós idejű továbbításával, illetve a decentralizált struktúrából fakadóan gyors döntéshozatalt képes megvalósítani, amely hatékonyabb a kisebb, önálló műveletek végrehajtása során. Megállapítható továbbá, hogy az elektronikai hadviselési rendszerek, valamint a kiberképességek alkalmazása kulcsfontosságú elem a katonai műveleteknél mindkét fél részéről. Ukrajna rugalmasabb, innovatív eszközökkel válaszol az orosz műveletek során jelentkező kihívásokra. Jellemző, hogy a polgári életben alkalmazott technológiákat adaptálja a híradó és informatikai rendszerébe, amellyel adott esetben az oroszok infokommunikációs képességeit is képes túlszárnyalni.¹⁷ A valós idejű adatátvitel, illetve a nagy sebességű kommunikáció elengedhetetlen feltétel a gyors, hatékony döntéshozatal, illetve a katonai műveletek végrehajtása szempontjából. Az orosz fél sok esetben elavultnak tekinthető rádiórendszerei nem biztosítják ezt a kritériumot. Az elektronikai hadviselés ellen alig védettek, kevésbé felelnek meg a kor színvonalának, illetve a titkosítási eljárások hiánya is problémát okoz. Az ukrán fél a nyugati támogatásból származó műholdas és dróntechnológiák felhasználásával képes a rádióhíradás lehallgatására, amellyel fontos információkhoz jut a tervezett tevékenységekről.¹⁸

Összességében az orosz rádiók a modern technológiákhoz képest elmaradottak, illetve a centralizált struktúra miatt a híradó és informatikai rendszereik sebezhetőek, aminek következtében a csomóponti eszköz kiesése esetén az adat- és hangkapcsolat annak pótlásáig megbénulhat.¹⁹ Az ukránok egyrészt a nyugati támogatásból származó, másrészt a polgári életben használt, a piacon könnyen és olcsón elérhető civil eszközöket is alkalmazzák, amelyek gyorsan telepíthetők, de kevésbé biztonságosak. A fejlett nyugati technikai eszközök felhasználásával titkosított rádiókommunikációt alkalmaznak, amely a zavarás és a lehallgatás ellen védettebb, ezáltal biztonságosabbnak tekinthető. Gyorsan áthelyezhető mobil rádióállomások alkalmazásával valósítják meg azt a rugalmasságot, amely lehetővé teszi a gyors reagálást. A civilek által kezelt polgári technológiák (amatőr rádiók, polgári szolgáltatók hálózati infrastruktúrája stb.) alkalmazása jól kiegészíti vagy pótolja a katonai híradó és informatikai rendszerek elemeit, amennyiben azok nem állnak rendelkezésre. Ezenkívül segítik a területvédelmi erők tevékenységét is, amelyek technikai eszközökkel történő ellátása jelentősen alulmarad a harcoló erőkével szemben. Általánosan megfigyelhető, hogy a rádiókommunikációban is egyre nagyobb hangsúlyt kap a hangalapú kommunikáció ellenében az adatalapú kommunikáció, amely egyre szélesebb körű informatikai megoldásokkal valósítható meg.²⁰

A mikrohullámú technológiát mindkét fél alkalmazza, gyors és megbízható adatátvitelt tesz lehetővé közepes távolságon. Rácspontokba szervezve akár az egész műveleti terület lefedésére használható, könnyen telepíthető, illetve mobilállomások révén

¹⁷ SAVAGE 2023.

¹⁸ BABU–WILLIAMS 2022.

¹⁹ MARINS 2023.

²⁰ DEMAREST 2022.

alkalmazása rugalmas. Az adatátviteli sávszélesség elegendő videó- és adatátvitelre is. Tábori mikrohullámú állomások esetén más technológiákkal (műholdas, illetve rádiófrekvenciás rendszerek) létrejövő integrációval a hatótávolság is tovább növelhető, valamint redundáns hálózatalapú kommunikáció kialakítása is megvalósítható. Megoldást jelenthet más hagyományos technológiák (például vezetékes rendszerek) kiváltására annak hiánya vagy sérülése esetén. Alkalmazásánál azonban figyelembe kell venni, hogy az elektromágneses zavarokra, illetve az ellenséges zavaró tevékenységre érzékeny, valamint az időjárás és a terep befolyásolja a teljesítményét.²¹

A Drone Relay alkalmazása újdonságként jelent meg a háborúban, ezáltal a drónba integrált mikrohullámú átviteli modulok segítségével a nehezen elérhető területeken is sikerült biztosítani az adatátvitelt.²² Az orosz haderő ezzel ellentétben a hagyományos katonai kivitelű tábori mikrohullámú komplexumokat alkalmazza, amelyek a toronymagasság és az adóteljesítmény miatt már nagy távolságú kommunikációra és titkosított adatátvitelre képesek, azonban az elektronikai zavarásra érzékenyek, ami ellen a frekvenciaugratásos technológia alkalmazásával védekeznek. A mikrohullámú rendszerek esetében a jövőben a zavarás elleni védelem megoldása kulcsfontosságú kérdés, új üzemmódok és hullámformák fejlesztése, valamint a frekvenciaugratásos rendszerek tökéletesítése révén.

A műholdas technológiák szerepe is felértékelődött az elmúlt időszakban, ma már nélkülözhetetlenek a kommunikáció, a felderítés, valamint a precíziós fegyverek alkalmazása, a valós idejű helymeghatározás terén. Kiválóan alkalmazható a földi kommunikációs infrastruktúrák rombolása, sérülése esetén, illetve redundáns kapcsolatot biztosít a folyamatos és robusztus kommunikáció érdekében.²³

Ukrán oldalon nagy áttörést jelentett, hogy az alacsony pályás műholdrendszer, a Starlink hozzáférhetővé vált a kommunikáció biztosítására olyan területeken, ahol más eszközökkel, illetve infrastruktúrával az nem volt szavatolt. A műholdas kommunikáció előnye a nagy sávszélesség, a kis idejű késleltetés, valamint az, hogy a végpontok közötti titkosítás miatt az elektronikus lehallgatásnak való kitettsége alacsony, illetve a decentralizált struktúrának köszönhetően nehezen zavarható. Jól alkalmazható a drónok vezetésére és adatainak továbbítására is.²⁴ Az orosz haderő a saját műholdas rendszerére támaszkodik mind a kommunikáció, mind a helymeghatározás, valamint a fegyverirányítás területén. Az orosz műholdak függetlenek a nyugati rendszerektől, azonban technikai állapotuk miatt kevésbé megbízhatók, illetve könnyebben zavarhatók. A saját műholdas rendszer mellett alkalmaznak kereskedelmi műholdakat, valamint rendelkezésre áll a Starlinkhez hasonló alacsony pályás műholdrendszer is, amely védett adat- és hangkapcsolatot biztosít.

Ukrán oldalról prioritás a műholdas rendszerek zavarásának megakadályozása titkosítási módszerek, illetve gyors áttelepítések alkalmazásával, valamint saját műholdképesség kifejlesztése a stratégiai függetlenség elérése céljából. Az orosz oldal a meglévő műholdas rendszerét igyekszik modernizálni új és technológiailag fejlettebb műholdak pályára állításával.

²¹ JOHNSON 2024.

²² KUSHNIKOV 2022.

²³ Armada International 2024.

²⁴ HARPER 2023.

A HHP híradó-informatikai tartalma

A HHP keretében kiemelt szerepet kapott a híradó és informatikai képességek korszerűsítése, különös tekintettel a digitális hadszíntér elvárásaira. A modern hadviselésben a valós idejű információáramlás, a vezetés-irányítás biztosítása, valamint az adatbiztonság és a hálózati védelem megteremtése elengedhetetlenné vált. A 2022-ben kirobbant orosz–ukrán háború tapasztalatai különösen rávilágítottak az infokommunikációs rendszerek szerepére és sebezhetőségére, ami hatással volt a magyar fejlesztési irányok kijelölésére is. Az alábbiakban a HHP híradó-informatikai komponenseinek főbb elemeit, fejlesztési célkitűzéseit és ezek műveleti jelentőségét ismertetem.

Műveleti Hálózati Készlet (MHK), a minősített műveleti informatikai hálózat alapja

Az orosz gyártmányú tábori híradóközpontokat 2008-ban a Rába H-18 alvázon lévő HIK/G híradó és informatikai komplexum váltotta fel, amelyből jelenleg csak kevés áll rendelkezésre a Magyar Honvédségben, így inkább átmeneti eszköznek tekinthető. Többségében technikailag az előző generációhoz tartozó informatikai hálózati eszközökkel felszerelt, amelyek a mai igényeknek már nem felelnek meg, beleértve az FMN-képességet is, amely a szövetségesi feladatok ellátása során már elengedhetetlen követelmény. Ez az eszköz a Magyar Honvédség stacioner hálózata nyílt szolgáltatásainak tábori körülmények közötti kiterjesztésére készült (a minősített képességnek csak a fizikai biztonsága és a passzív hálózata előkészített), így azonban a híradó és informatikai szolgáltatásokat csak nyílt hálózaton képes biztosítani.

Hasonló képességekkel rendelkezik a békefenntartó missziók kiszolgálását végző, konténeres kialakítású Békefenntartó Híradó és Informatikai Központ (BHIK). A HIK/G híradó és informatikai komplexum „kistestvére” a HIK/S modulkészlet, amely ládázott formában tartalmazza a szükséges szervereket, aktív eszközöket és kábeleket, illetve a munkaállomásokat.

2017-ben elkészült a prototípusa egy olyan hordozható minősített informatikai készletnek (*Top Secret Local Area Network Kit*, TLAN), amely „Titkos” szintű minősített hálózathoz csatlakoztatható, rendelkezik tempest képes aktív eszközökkel és minimális számú végberendezéssel, azonban a készlet bővíthető. A készlet akkreditáció után képes két minősített hálózathoz csatlakozni. Az eszközkészlet a CWIX-2019 gyakorlaton már bemutatkozott többnemzeti környezetben is. Az informatikai képességei alapján aktív eszközökkel kiegészítve az FMN Spiral 2 és részben Spiral 3 követelményeknek feleltethető meg. A CWIX-2023-as gyakorlaton FMN-környezetben validálták a HUNOPNET (*Hungarian Operation Network* – Nemzeti Műveleti Hálózat) rendszer hardverkörnyezeteként.

A képességfejlesztés folytatásaként megtervezték a műveleti hálózati készletcsaládot (a NATO-terminológiában a megnevezés lehet PoP – *Point of Presence* vagy DCIS – *Deployable Communications and Information System*), amely a HIK/G komplexumhoz hasonlóan alvázon helyezkedik el, de attól eltérően nem egy felépítmény belsejében telepített, hanem ládázott modulkészletekből áll, amelyek üzemeltetéséhez nem

szükséges azokat a gépjárműről letelepíteni. Az informatikai és távbeszélő-szolgáltatások biztosítása érdekében gyorsan telepíthető, komplex átviteli utat (műhold, LAN, optika) fogadni képes eszköz, amellyel minősített és nyílt hálózatok is kiszolgálhatók. Készletébe tartoznak a szerverek, a szükséges aktív eszközök, vezetékes anyagok, aggregátor, szünetmentes tápegységek, illetve a járműre épített VSAT²⁵ (*Very Small Aperture Terminal*) antenna, amely a gyors áttelepíthetőséget támogatja. Folyamatos üzemképességének biztosításához a laktanyai „online” tárolás feltételeinek megteremtése szükséges, ennek során a szerverek, illetve a munkaállomások szoftverei folyamatosan frissülnek, ami jelentősen lerövidíti a rendszerek telepítéséhez szükséges időt. Az MHK különböző konfigurációkban tervezett a kiszolgálandó szervezet méretétől, a felhasználók, illetve a domáinek számától függően.

Kétféle telepítési mód lehetséges. Az egyik változatban hosszabb idejű kiszolgálás esetén modulárisan, ládából összeépíthető rendszerként a hordozó járműtől függetlenül épületben/konténerben vagy sátorban elhelyezve, onnan kiszolgálva a törzsmunkahelyeket. A másik változatban egy vagy több hordozó jármű speciális felépítményében, a kialakított rekeszekben helyezik el, és az előre kiépített kábelrendszerekkel kötik össze őket, ezzel biztosítva a gyors telepíthetőséget.

Hungarian Operation Network (HUNOPNET)

A HUNOPNET koncepció az MND-C (*Multinational Division Center* – Közép-európai Többnemzeti Hadosztály) szerepvállalással 2021-ben indult el. Ez az első olyan tábori (telepíthető) műveleti hálózat, amely minősített adat továbbítására alkalmas „NATO Secret” szintig.

Az eltelt időszakban a rendszer folyamatosan fejlődött, jelenleg egy NATO-alárendeltségben működő parancsnokság igényeinek megfelelően képes futtatni a törzsmunkához szükséges funkcionális szolgáltatásokat, illetve az automatizált vezetés-irányítási rendszert, a HUNTACCIS (*Hungarian Tactical Command and Control Information System* – MH Tábori Vezetés-Irányítási Rendszer) szoftverrendszert.

Az MND-C az alárendelt katonai szervezetei érdekében infokommunikációs képességgel rendelkező technikai csoportot fog működtetni, hogy a teljes interoperabilitás biztosítva legyen. Ez a kidolgozott koncepció a HUNOPNET Digital Liaison Team (Digitális Összekötő Csoport), amelyet a hadműveleti területen bevált amerikai mintára alkottak meg. A csoportszintű képesség rendelkezik a minősített informatikai rendszer telepítésének képességével a hozzá tartozó műholdas átviteli út biztosítását is beleértve. Ennek a képességcsomagnak a beszerzése a közeljövőben várható.

A rádiókommunikáció

A rádiókommunikáció a harcászati szint alapvető és elsődleges vezetési eszköze az alegységek közötti gyors és megbízható információcsere érdekében. A Magyar

²⁵ VSAT: műholdas szolgáltatás igénybeviteléhez szükséges eszköz.

Honvédség a régi típusú orosz rádiókat 2008–2014 között cserélte le a Kongsberg MRR (*Multi Role Radio* – többcélú rádió) rádiócsalád kézi, hordozható és járműbe épített rádióira, valamint a HARRIS típuscsaládból is vásárolt eszközöket, aminek célja az interoperabilitás biztosítása volt. Ezen eszközök még elsődlegesen a hangalapú kommunikációra alkalmasak, habár az adattovábbítás is lehetséges, azonban az jellemzően csak másodlagos funkcióként jelenik meg. Nagy mennyiségű és méretű adatok átvitelére ezek nem használhatók hatékonyan.

Már ez a váltás is nagy előrelépést jelentett a magyar katonai rádióhíradás történetében, azonban a jelenlegi HHP keretében beszerzett rádiók olyan technológiai és üzemeltetésbeli különbséget jelentenek, amelyhez elengedhetetlen a jól felkészült, magas szakmai ismeretekkel rendelkező szakállomány megléte. Az új technikai eszközökbe (Leopard 2A7 HU harckocsi, PzH 2000 HU önjáró löveg, Lynx páncélozott gyalogsági harcjármű, Gidrán páncélozott harcjármű) már az Elbit Systems Deutschland GmbH & Co. E-Lynx harcászati rádiócsalád rövidhullámú és ultrarövid-hullámú rádióit szerelik be. Ezek az eszközök Internet Protocol (IP) alapú, hálózatcentrikus, szoftvervezérelt rádiók, széles sávú adatátviteli képességgel. Az Elbit saját fejlesztésű digitális üzemmódjai képesek hang, adat és BFT- (*Blue Force Tracking* – saját erők követése) jelek párhuzamos, egyidejű továbbítására. Az átvitt adatok titkosítását az AES-256 szimmetrikus kulcsú titkosítás látja el.

A rádiócsaládból a HF,²⁶ a VHF²⁷/UHF²⁸ és az L²⁹ frekvenciatartományban működő rádiókat szerezték be. A Magyar Honvédség E-Lynx rádiói:

- E-Lynx MP-VS50 (egy csatornás) járműfedélzeti rádió (VHF/UHF, L);
- E-Lynx MP-VD55 (két csatornás) járműfedélzeti rádió (VHF/UHF, L);
- E-Lynx PNR-1000 személyi rádió (*soldier radio*, UHF);
- E-Lynx MCTR-7200HH kézi rádió (*handheld*, VHF/UHF);
- E-Lynx MCTR-7200MP hordozható rádiók (*manpack*, VHF/UHF);
- HRM 9125 (125 W) járműfedélzeti rádió (HF);
- HRM 9400 (400 W) járműfedélzeti rádió (HF).³⁰

A szövetségi rendben végrehajtott feladatok során továbbra is fontos tényező az interoperabilitás, amely a különböző rádiótípusok miatt jelenleg is kihívást jelent annak ellenére, hogy a NATO is prioritásként kezeli ezt a területet. Azonban az interoperabilitást szolgáló NATO-szabványok hiányában, illetve az egyes gyártók egyéni érdekei miatt ez egyelőre nem valósult meg. A szárazföldi erők részére gyártott, földfelszíni alkalmazáshoz optimalizált, különböző gyártóktól származó rádiók hiába működnek egy frekvenciasávban, az eltérő moduláció és információvédelmi algoritmusok miatt kizárólag nyílt hang üzemmódban képesek egymással kommunikálni, amivel a jelenlegi követelmények nem teljesíthetők. Általánosan elmondható, hogy szövetségi környezetben a Harris rádiótípusokkal oldható meg ez a feladat, amelyekkel szinte minden szövetségi állam hadereje rendelkezik.

²⁶ HF: *High Frequency* – rövidhullám (3–30 MHz).

²⁷ UHF: *Ultra High Frequency* – mikrohullám (300 MHz – 3 GHz).

²⁸ VHF: *Very High Frequency* – ultrarövidhullám (30–300 MHz).

²⁹ L sáv: 1–2 GHz.

³⁰ Kovács 2022: 187–203.

A Magyar Honvédségben tervezetten az interoperabilitást továbbra is az L3Harris Technologies Inc. AN/PRC-117 G típusú rádiója fogja biztosítani, amely szoftveralapú hang-, kép-, illetve adattovábbításra is képes eszköz.

A dandár- és zászlóaljszintű vezetési pontok működtetéséhez kulcsfontosságúak a rádióállomások, amelyek integráltan képesek több rádióirányhoz vagy rádióhálózhoz (az előjáró és/vagy az alárendeltek/együttműködők felé) csatlakozni. Dandár- és zászlóaljszinten az orosz típusú rádióállomásokat a 2008–2014 közötti fejlesztési ciklusban csak korlátozottan váltották ki a PK-1, PK-2, PK-3, PK-4 kódú eszközök, amelyekbe Kongsberg MRR/MV-300 és Harris AN/PRC-150C rádiókat építettek be. Az eszközök mennyisége azonban a Magyar Honvédség alakulatainak teljes körű ellátását nem tette lehetővé. A HHP keretében betervezték a Gidrán alvázon kialakított különböző rádiós képességekkel rendelkező pán célozott eszközök többféle konfigurációját, amelyek jelenleg elsősorban a tűzérképességet erősítik, hiszen az első beszerzések a vitéz Barankay József 1. Önjáró Tüzérsztyály állományába kerültek. Jelenleg is zajlik ezen eszközökben az IC2 (Integrated Command and Control System) integrált tűzvezető rendszer, valamint a HUNTACCIS vezetés-irányítási rendszer integrációja, amelyekben már az Elbit E-Lynx, valamint a Harris AN/PRC-117/G rádiók biztosítják a hang- és az adatátvitelt. Azonban ezek az eszközök sem állnak rendelkezésre jelenleg olyan mennyiségben, amely biztosítaná a dandár vezetési pontjának rádiókommunikációját.

Középtávon szükséges egy olyan megoldás, amely a jelenleg alkalmazott három rádiótípust magában foglalja, ezzel biztosítva a különböző rádiórendszerek homogén rádióforgalmi rendszerbe szervezését. Átmeneti megoldásként a PK-1/G-M és az R-142 M3 integrált rádióállomás és központ áll rendelkezésre, amellyel tervezetten a harcokcsi- és tűzéralegrség integrálása a dandár híradó rendszerébe lehetségessé válik. A két eszköz hasonló képességekkel rendelkezik kisebb eltérésekkel. A PK-1/G-M-et RÁBA H-18 alvárra, az R-142 M3-at Unimog-alvárra telepítik. Általánosságban úgy értelmezhető, hogy a PK-1 M/G dandárszintű, az R-142 M3 zászlóaljszintű eszköz. Ezek a rádióállomások két VHF és egy HF rádiócsatornát biztosítanak nyílt vagy zárt, rejtjelezett üzemmódban. Rendelkeznek integrált laptopokkal, amelyeken a HUNTACCIS vezetés-irányítási rendszer is futhat. Ennek a képességnek a vezetési pontra történő kiterjesztése érdekében a PK-1/G-M rádióállomás egy 50" méretű érintőképernyős monitorral is rendelkezik. Az állomást úgy alakították ki, hogy az egyik Kongsberg-rádió a későbbiek folyamán kicserélhető legyen Elbit MCTR egycsatornás 50W-os rádióra.

Újdonság, hogy ezekbe az eszközökbe informatikai szegmens is került, amellyel a megfelelő gerinchálózatra csatlakozást követően a Magyar Honvédség Kormányzati Célu Elkülönült Hálózata (MH KCEHH) is elérhető, így az MH Intranet hálózat, valamint az IP-alapú hangkommunikáció elérése is biztosítható. A felcsatlakozás több átviteli út alkalmazásával is történhet, tábori mikrohullámú állomás, VSAT, optikai kábel alkalmazásával, illetve a rádióállomás készletébe tartoznak a szükséges informatikai aktív eszközök is. A PK-1/G-M és az R-142 M3 felépítmények közötti méretkülönbségekből fakadóan az informatikai készlet az R-142 M3 rádióállomásban ládázott kivitelben áll rendelkezésre. Egy másik innováció a rádióállomásban a vezetési pont tábori őrzés-védelmét segítő telepíthető kamerarendszer, amely azonban csak a PK-1/G-M rádióállomás készletében található meg.

Tábori távközlési átviteli utat biztosító eszközök

A Magyar Honvédségben az elmúlt évtizedek során szintén kritikus képességhiány alakult ki nagy adatátviteli kapacitású eszközök terén, amelyekhez a műholdas, a troposzféra-, illetve a mikrohullámú eszközök tartoznak. Ez kulcsfontosságú kérdés a NATO/EU-feladatok, a missziók híradó és informatikai támogatásának területén, de nemzeti alkalmazás során a stacioner hálózathoz (MH KCEHH) történő felcsatlakozási pontok korlátozott rendelkezésre állása esetén is ezen eszközök biztosításának széles sávú átviteli utakat a tábori vezetési pontok részére. Az alábbiakban azokat az átviteli utat biztosító rendszereket ismertetem, amelyek a haderőfejlesztési koncepcióban szerepelnek.

Műholdas átviteli képesség

A Magyar Honvédségnek 2025 decemberében nem volt saját katonai műholdas képessége, így a műholdas szolgáltatásokat és a végponti terminálokat polgári szolgáltatótól, jelenleg a Nemzeti Infokommunikációs Szolgáltató Zrt.-től bérlik, illetve az átviteli út is polgári műsorszóró műholdon keresztül szavatolt. A műholdas átviteli képesség keretében rendelkezésre álló VSAT-terminálok részére biztosított rendszerszintű adatsebesség azonban nem teszi lehetővé a terminálok maximumának kihasználhatóságát. Alkalmazásánál figyelembe kell venni, hogy a civil műhold igénybevétele több kockázatot is hordoz. A polgári szolgáltató földi állomásainak kialakítása a katonai biztonsági szempontok érvényesülését tekintve nem előnyös, valamint a polgári műhold zavarvédeltsége és frekvenciatartománya sem biztosítja a katonai alkalmazáshoz elvárt paramétereket. Figyelembe kell venni azt is, hogy a polgári szolgáltató tulajdonában lévő műhold adott esetben bármikor deaktiválható. A HHP keretében tervben van az MH VSAT rendszer kialakítása, azonban a feladat indítása a szükséges forrásallokáció hiánya miatt csak 2027-ben kezdődhet majd meg. A szolgáltatás kialakítása a beszerzésen kívül infrastrukturális beruházást és kiképzést, illetve szervezetfejlesztést is igényel.

A harcászati rádiók SATCOM (*Satellite Communication* – műholdas hírközlés) képessége műholdhozáférés hiányában az MH feladatainak érdekében nem kihasználható, ezért a VSAT-hoz hasonló módon lesz biztosítva a műholdkapacitás a kiképzés, illetve a gyakorlatok támogatása érdekében. Áthidaló megoldásként a Magyar Honvédség idén bérel szolgáltatásként Starlink-antennákat, amely projektet a SpaceX amerikai űrkutatási vállalat a globális internetszolgáltatás biztosítása céljából indította el. Alkalmazásával lényegesen nagyobb adatsebesség érhető el, könnyen telepíthető és kis méretű. A polgári kivitelezés, valamint a polgári szolgáltatóból fakadó problémák azonban itt is fennállnak.

Troposzféra-átviteli képesség

A troposzféra-szóródáson alapuló kommunikációs rendszerek technológiája, amely optikai rálátás nélkül, a hullámok troposzféráról történő visszaverődése által képes összeköttetést biztosítani, az elmúlt évtizedekben nagyon látványosan fejlődött. A korszerű eszközök mérete, adatsebessége, teljesítményigénye a korábbiaknál sokkal jobban alkalmazhatóvá teszi azt. A rendszer beszerzése ugyan költségesebb, mint egy hagyományos rádiórelé, azonban az általa biztosítható hatótávolság, az antennaár-bóc nélkülözhetősége (nagy előnye a telepítési idő csökkenése), illetve a szükséges kezelőszemélyzet kisebb létszáma alapján indokolt ezen technológia alkalmazása.

A Magyar Honvédség troposzféra-rádiórelé (*Beyond Line of Sight*, BLOS – optikai rálátás nélkül) híradás képességét a 2000-es évek elején felszámolták, annak pótlására eddig nem került sor. A HHP keretében kialakult egy elképzelés arra, hogy az orosz–ukrán háború tapasztalatainak megfelelően ennek a képességnek az újjáépítése megtörténjen. A troposzféra-eszközökkel a rádiórelénél nagyobb távolságban biztosítható az átviteli út. Az MH KCEHH stacioner rendszerének szolgáltatásátadási pontjaihoz csatlakozva vagy attól függetlenül biztosítanak átviteli utat a híradó és informatikai készletek részére. Alkalmazásához nem szükséges antennaár-bóc, hanem tányéranten-nával rendszeresítik, illetve létezik ládázott vagy utánfutóra épített változata is. Az MH KCEHH kiesése esetén annak pótlására alkalmazható, illetve a műholdképességet is helyettesítheti. Stratégiai képességnek tekinthető maximum 250 km-es hatótávolsága, valamint maximum 100 Mbps-os adatátviteli sebessége miatt.

Tábori mikrohullámú képesség

A 2018-ban elkészült rádiórelé, az RR-1/G tábori digitális mikrohullámú állomás az első alternatíva, amely a régi orosz típusú analóg rádiórelék modern utódjának tekinthető a Magyar Honvédségben. Az eszköz megjelenése a híradó és informatikai eszközök sorában így mérőföldkőnek számít, azonban a rendelkezésre álló készletek száma még messze nem fedi le a jelentkező igényeket. A Magyar Honvédség 2025 decemberében 4 db mikrohullámú állomással rendelkezett, a flotta bővülése 2027-től folytatódik.

A rádiórelé (*Line of Sight*, LOS – optikai rálátással) alapvetően dandár-, illetve zászlóalj szintű eszköz, amely maximálisan 35 km távolságot tud áthidalni, és maximum 95 Mbps adatátviteli sebességet nyújt. Egyszerre két irány kiszolgálására alkalmas, amely tovább bővíthető, illetve nyílt és minősített hang- és adatátviteli képességgel is rendelkezik. Új technikai megoldásként vízburkos szuper-szendes aggregátorral, pneumatikus antennaár-bóccal, valamint távvezérelt antenaforgató rendszerrel szerelték fel. A mikrohullámú kommunikáció alapfeltétele a stacioner mikrohullámú gerinchálózathoz felcsatlakozási pontok rendelkezésre állása, amelyek kiépítése szintén szerepel a HHP tervében. Az RR-1/G nemcsak átjátszó állomás, hanem csomóponti eszköz is, amely IP-telefonniával, valamint tábori hálózatmenedzsment-képességgel is rendelkezik, illetve az országos hálózatfelügyeleti rendszerbe integrálható.

Complex Transzportkiterjesztési Rendszer (CTR)

A CTR egy olyan rugalmas transzportkiterjesztési rendszer, amellyel a központi híradó és informatikai szolgáltatások elérhetők, illetve a célrendszerek adattovábbítása kiépített stacioner infrastruktúra nélkül biztosítható tábori körülmények között. A gyors telepíthetőség érdekében ládázott kialakításban tartalmazza a szükséges aktív eszközöket, tűzfalat, illetve antennát. Nagy előnye, hogy különböző hálózatokról üzemeltethető (internet, mobil 5G, VSAT, Starlink, SATCOM-képes rádió, mikrohullám, Nemzeti Távközlési Gerinchálózat), emellett rendelkezik az automatikus hálózatválasztás képességével. Alapvetően stacioner hálózatok kisalegység szintű kiterjesztésére alkalmas, amelynek eredményeképpen a szerverszolgáltatás az adatközpontban valósul meg, központi kiszolgálás keretében. Az alapkészlet a tervek szerint tartalmazza az IP-telefonkészülékeket, valamint a katonai kivitelű laptopokat is. A készlettel biztosított nyílt MH KCEHH hálózat felhasználható a minősített hálózat felhordó hálózatoként is. A készlethez kiegészítésként alkalmazható az LTE-450³¹ hálózati csatlakozáshoz szükséges modem és antenna. Az LTE-450 hálózatot 2024-től a vonatkozó kormányhatározat³² értelmében a Honvédelmi Minisztérium a Magyar Honvédség érdekében átvette, és a HM EI Zrt. üzemelteti.

Összegzés

A mindenütt jelen lévő információs és kommunikációs technológia kritikus fontosságú a jövőbeli konfliktusokban. A Magyar Honvédségnek alapvető érdeke, hogy csatlakozzon azon országokhoz, amelyek ezt felismerve folyamatosan fejlesztik, „digitalizálják” a haderejüket. Úgy gondolom, hogy elindultunk mi is ezen az úton, amely azonban még göröngyös és hosszú. Az előzőkben leírtakból kitűnik, hogy jó elképzelésekkel és tervekkel rendelkezik a szakterület. Ezeknek a megvalósításához viszont elengedhetetlen a megfelelő finanszírozás, amely más, szintén a haderőfejlesztés keretében zajló projekt miatt nem mindig valósul meg megfelelően.

NATO-tagállamként és az EU tagjaként elsődleges az együttműködés erősítése, ezen belül a híradó és informatikai interoperabilitási képességek fejlesztése, amely a HHP fókuszpontjában is áll. Együttal előtérbe kerülnek a könnyen telepíthető, gyorsan mozgatható híradó és informatikai rendszerek. A távközlési utak, a vezeték nélküli hálózatok, a mobil, a mikrohullámú és a műholdas kapcsolati rendszerek alapvetően határozzák meg a valós idejű információmegosztást, a műveletek koordinálását, a célpontok pontos azonosítását. A hálózatalapú hadviselés a gyors döntéshozatalt, valamint a helyzetre adott rugalmas és dinamikus válaszokat teszi lehetővé. Ez elképzelhetetlen technológiailag fejlett, robusztus és dinamikus híradó és informatikai rendszerek nélkül.

³¹ LTE-450: Negyedik generációs (4G) mobil távközlési technológia 450 MHz-es frekvenciasávon működő változata, amely különösen alkalmas nagy lefedettséget igénylő, alacsony sűrűségű területeken történő alkalmazásra. A frekvenciasáv sajátosságai miatt jól használható katonai és katasztrófavédelmi célokra, mivel kedvező rádióterjedési tulajdonságai vannak, a rendszerek gyorsan telepíthetők, megbízható adat- és hangkommunikációs képességet biztosítanak tábori körülmények között is.

³² 88/2024. (IV. 23.) Korm. rendelet.

A HHP további tervezése során kiemelt szempontként kell érvényesülnie a fejlesztések hosszú távú fenntarthatóságának, mivel a technológiai innováció folyamatos, és annak ütemével a haderőnek lépést kell tartania. A beszerzett rendszerek alkalmazási tapasztalatainak rendszeres értékelése és annak visszacsatolása alapvető feltétele a rugalmas, adaptív képességfejlesztésnek.

A HHP megvalósítását azonban nehezíti, hogy a Magyar Honvédség szervezeti felépítése is változik, ez magával vonja a vezetés-irányítással, ezáltal a tábori híradó és informatikai rendszerrel szemben támasztott követelmények módosulását is, amely folyamatos felülvizsgálatot, áttervezést igényel. Ennek során azonban figyelembe kell venni a hibrid rendszerek (régí és új) együttes üzemeltetéséből fakadó nehézségeket is, ami átmeneti megoldásokat igényel a szakterület részéről.

Az elemzés során bemutatott fejlesztések világosan rámutatnak arra, hogy a Magyar Honvédség infokommunikációs képességeinek modernizációja elengedhetetlen a 21. századi hadviselés követelményeinek való megfeleléshez. A tanulmány célkitűzése az volt, hogy feltárja az orosz–ukrán háború hatását a HHP keretében zajló híradó és informatikai fejlesztések irányvonalára. A vizsgálat leíró, forrásalapú módszertanra épült, ami lehetőséget adott a rendszerszintű változások és trendek értelmezésére.

A kutatási kérdések alapján megállapítható, hogy az adaptált tapasztalatok elsősorban a hálózatalapú műveleti képességek, az információvédelem, valamint a többnemzeti interoperabilitás fejlesztésében érvényesülnek. A tanulmány rámutatott arra is, hogy a biztonságos és gyors információáramlás képessége döntő tényező a modern műveleti környezetben, amely a stratégiai döntéshozatal sikerességét közvetlenül befolyásolja.

A bemutatott eszközök és technológiák (például TLAN, HUNOPNET) olyan alapsziszterek, amelyeknek az integrálása a NATO-követelmények mentén folyik, ugyanakkor a hazai sajátosságokra és kapacitásokra is épít. A tanulmány tehát hozzájárul a meglévő szakirodalom bővítéséhez a híradó és informatikai fejlesztések dokumentálásával, és megalapozza a későbbi, empirikus alapú kutatásokat ezen a területen.

További kutatások indokoltak lehetnek az új generációs technológiák alkalmazhatóságának, a hibrid rendszerek kompatibilitásának, valamint a NATO-követelmények teljesítésének elemzése terén. A híradó és informatikai rendszerek fejlesztése tehát nem csupán technikai kérdés, hanem stratégiai képességépítés, amelynek tudományos vizsgálata a jövőben is indokolt marad.

Felhasznált irodalom

- Armada International (2024): How MilSatCom Has Transformed Warfare and Continues to Shape the Battlefield. *Armada International*, 2024. október 4. Online: <https://www.armadainternational.com/2024/10/how-milsatcom-has-transformed-warfare-and-continues-to-shape-the-battlefield/>
- BABU, Sunil JB – WILLIAMS, Huw (2022): Ukraine Conflict: Ukraine's Electronic Warfare Systems in Focus. *Janes*, 2022. március 4. Online: <https://www.janes.com/osint-insights/defence-news/c4isr/ukraine-conflict-ukraines-electronic-warfare-systems-in-focus>

- BÁNYÁSZ Eszter (2024): Minden új eszközzel növekszik Magyarország biztonsága. *Honvedelem.hu*, 2024. november 6. Online: <https://honvedelem.hu/hirek/min-den-uj-eszkozzel-novekszik-magyarorszag-biztonsaga.html>
- CSIKI VARGA Tamás – TÁLAS Péter (2020): Magyarország új nemzeti biztonsági stratégiájáról. *Nemzet és Biztonság*, 13(3), 89–112. Online: <https://doi.org/10.32576/nb.2020.3.7>
- DEMAREST, Colin (2022): Ukraine to Get Thousands of Secure Radios in Latest US Package. *Defense News*, 2022. június 16. Online: <https://www.defensenews.com/battlefield-tech/c2-comms/2022/06/16/ukraine-to-get-thousands-of-secure-radios-in-latest-us-package/>
- Elengedhetetlen a magyar haderő fejlesztése. *Honvedelem.hu*, 2024. február 16. Online: <https://honvedelem.hu/hirek/elengedhetetlen-a-magyar-hadero-fejlesztese.html>
- HAIG Zsolt – VÁRHEGYI István (2005): *Hadviselés az információs hadszíntéren*. Budapest: Zrínyi Kiadó.
- HARPER, Jon (2023): Pentagon Contracting With SpaceX's Starlink to Provide Satellite Communication Capabilities for Ukraine. *Defensescoop*, 2023. június 1. Online: https://defensescoop.com/2023/06/01/pentagon-contracting-with-spacexs-starlink-to-provide-satellite-communication-capabilities-for-ukraine/?utm_source=chatgpt.com
- HÍR/4 Magyar Honvédség Összhaderőnemi Híradó és Informatikai Doktrína (2013). A Magyar Honvédség kiadványa.
- JOHNSON, Nicholas (2024): Back to the Future of Comms. *RAND*, 2024. július 30. Online: <https://www.rand.org/pubs/commentary/2024/07/back-to-the-future-of-comms.html>
- KÁLMÁNFÍ Gábor (2017): Európának meg kell védenie magát. *Honvedelem.hu*, 2017. április 4. Online: <https://honvedelem.hu/hatter/biztonsagpolitika/europanak-meg-kell-vedenie-magat.html>
- KOVÁCS Zoltán (2022): A Magyar Honvédség harcászati rádiócsalád fejlesztésének helyzete a Zrínyi Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program tükrében. *Hadmérnök*, 17(2), 187–203. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2022.2.13>
- KUSHNIKOV, Vadim (2025): Brave1 Tests Tools to Increase Drone Communication Range. *Militarnyi*, 2025. január 22. Online: <https://militarnyi.com/en/news/brave1-tests-tools-to-increase-drone-communication-range/>
- MARINS, Patricia (2023): The Russian Army's Communication Challenges. *Defense Arabia*, 2023. július 18. Online: <https://english.defensearabia.com/the-russian-armys-communication-challenges/>
- MUNK Sándor (2024): Részleges interoperabilitás, szükséges-e tudományos vizsgálata? *Hadtudomány*, 34(E-szám), 115–132. Online: <https://doi.org/10.17047/Hadtud.2024.34.E.115>
- NATO [é. n.]: *Federated Mission Networking*. Online: <https://www.act.nato.int/activities/federated-mission-networking/>
- NATO Communications and Information Agency [é. n.]: *What is FMN?* Online: <https://coi.nato.int/FMNPublic/SitePages/Home.aspx>

- SAVAGE, Olivia (2023): Ukraine Conflict: Ukraine Develops Jam-Resistant Radio. *Janes*, 2023. október 18. Online: <https://www.janes.com/osint-insights/defence-news/defence/ukraine-conflict-ukraine-develops-jam-resistant-radio>
- Szűcs László (2016): Honvédelmi és haderőfejlesztési program kezdődik. *Honvédelem.hu*, 2016. december 20. Online: <https://honvedelem.hu/hirek/hazai-hirek/honvedelmi-es-haderofejlesztesi-program-kezdodik.html>

Jogi források

- 1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról
- 1393/2021. (VI. 24.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Katonai Stratégiájáról
- 88/2024. (IV. 23.) Korm. rendelet az LTE-450 MHz-es mobil adatkommunikációs hálózat honvédelmi célú átvételével kapcsolatos rendelkezésekről, valamint a kormányzati célú hálózatokról szóló 346/2010. (XII. 28.) Korm. rendelet módosításáról