



Munk Sándor¹

A katonai informatikai rendszerek interoperabilitása megvalósításának akadályai

Bevezetés

Jelen publikáció – tiszteletünk kifejezésének jeléül – Szabó Miklós akadémikus emlékkötetbe készült, aki vezetői támogatásával, kutatói segítségével jelentős szerepet játszott tudományos pályánk alakulásában. Bár kutatott szakterületeink távol álltak egymástól, mindenki által ismert precizitását és tudományos igényességét több alkalommal is igénybe vehettük, többek között a magyar tudományos akadémiai (a továbbiakban: MTA) doktori értekezésünk elkészítése során. Értékes tanácsai, javaslatai is szerepet játszottak munkánk véglegesítésében, doktori eljárásunk eredményességében, valamint a kitüntető cím elnyerésében.

Az emlékkötetbe választott téma már régóta foglalkoztat: a katonai informatikai rendszerek interoperabilitása. Ezek egymással való együttműködési, illetve – ezen belül kiemelten – információcsere-képessége napjaink széles körben elérhető informatikai szolgáltatásokra, valamint bonyolult módon összekapcsolódó hálózatokra épülő világának egyik – senki által nem vitatott – alapvető feltétele. Az interoperabilitási követelmények minden szakterület, köztük a katonai alkalmazás alapvető, égető igényeire épülnek. Az interoperabilitási követelmények megvalósítását magas szinten jóváhagyott jövőképek, stratégiák és hosszú távú képességfejlesztési programok szolgálják.

Az interoperabilitási követelmények megvalósítása tudományos támogatást is igényel. Számos kutató foglalkozik tudományos igényességgel az interoperabilitás és ezen belül az informatikai rendszerek interoperabilitásának kérdéseivel. A szakirodalom áttekintése azt mutatja, hogy a témában megszülető anyagok – érthető

¹ Ny. ezredes; professor emeritus, NKE HHK Informatikai Tanszék; az MTA doktora.

módon – elsősorban az elméleti megalapozásra, különböző megoldások kimunkálására, elemzésére, összevetésére irányulnak. Magunk is legtöbb publikációnkat ebben a témában készítettük, ehhez kapcsolódott MTA-doktori értekezésünk is, és erre irányul szakmai-fejlesztői tevékenységünk is.

Az interoperabilitás gyakorlati megvalósítása azonban rendkívül nehéz feladat, a jövőképekben megfogalmazott célállapotok sok tekintetben nem valósulnak meg, a tervezett fejlesztések rendszerint hosszú időt vesznek igénybe, és megvalósulásukkor már el is maradnak az aktuális igényektől. A szakirodalomban viszont alig találkozunk olyan publikációkkal, amelyek ezen „negatív” jelenségek elemzésére, okaik feltárására irányulnának.

Jelen publikáció célja, hogy röviden bemutassa és indokolja a katonai informatikai rendszerek interoperabilitása megvalósításának problémáit, valamint felvázolja a megvalósítás legfontosabbnak ítélt akadályait, a problémák okait. Azt gondoljuk ugyanis, hogy az interoperabilitás szintjének növeléséhez fel kell tárni megvalósulásának akadályait is. A terjedelmi korlátok részletes elemzést, feldolgozást nem tesznek lehetővé, így a következőkben foglaltak egy kiterjedtebb kutatás bevezetésének tekinthetők, amellyel a jövőben szeretnénk foglalkozni, és amely más kutatók számára is kiindulási vagy vitaalapként szolgálhat.

A katonai informatikai rendszerek interoperabilitásának alapjai

A téma vizsgálatához röviden meg kell határozni, hogy jelen publikációnkban mit értünk interoperabilitás, a katonai informatikai rendszerek interoperabilitása alatt. Ennek alapját az MTA-doktori értekezésünkben² foglaltak képezik.

Értelmezésünk szerint az interoperabilitás legáltalánosabb értelemben objektumok között fennálló viszony, az együttműködést támogató, az eredményes és hatékony együttes működést biztosító kölcsönös képesség. Az interoperabilitás alanyai lehetnek tudatosan tevékenykedő, szervezett embercsoportok (erők, csoportosítások, szervezetek stb.) vagy célirányosan, meghatározott rendeltetéssel működő technikai rendszerek (berendezések, részegységek, funkcionális egységek). A kettő közül a szereplők közötti interoperabilitásnak van elsődlegessége, az eszközök közötti interoperabilitás ehhez képest alárendelt szerepet játszik.

A szereplők közötti interoperabilitás egyik típusa, feltétele az információs interoperabilitás, különböző szereplők kölcsönös képessége információk közös

² MUNK 2007.

értelmezésen alapuló, a hatékony együttműködéshez szükséges cseréjére. Ennek három, egymásra épülő szintje:

- a technikai szintű interoperabilitás (kölsönös képesség az információkat hordozó anyagi reprezentációk cseréjére);
- a szintaktikai szintű interoperabilitás (kölsönös képesség az információreprezentációk esetleges átalakítások közbeiktatásával történő cseréjére);
- és a szemantikai interoperabilitás (kölsönös képesség az információreprezentációk esetleges átalakítások közbeiktatásával történő jelentésmegőrző cseréjére).

Napjainkban már a szervezetek, személyek nemcsak, sőt egyre kevésbé közvetlenül cserélnek információkat, hanem különböző informatikai³ eszközök, rendszerek segítségével. Így felmerül az informatikai (eszközök, rendszerek közötti) interoperabilitás követelménye, amely kölsönös képesség az általuk kezelt adatok szándékolt jelentésüket, értelmezésüket megőrző – esetleges átalakítások közbeiktatásával történő – cseréjére. Mivel az informatikai rendszerek, eszközök „nem ismerik” a kezelt adatok „jelentését”, ez utóbbit az elsődleges alkalmazói kör egyeztetett szándékai, igényei, értelmezése határozza meg.

Informatikai interoperabilitási problémáról, megoldandó feladról akkor beszélhetünk, ha van eltérés (heterogenitás) egy rendszer és a felhasználó ember vagy két rendszer között a kezelt adatok (szándékolt) értelmezésében. Az interoperabilitás kialakítható és fenntartható a heterogenitás csökkentésével vagy közbeiktatott (jelentésmegőrző) átalakítások segítségével. A heterogenitás az egyes rendszerekkel szemben támasztott alkalmazói követelmények eltérései miatt korlátlan mértékben nem küszöbölhető ki, vagy nem célszerű kiküszöbölni. Az interoperabilitás kialakításához és fenntartásához az érintett szereplők között előzetes egyeztetésre van szükség.

Az informatikai rendszerek közötti interoperabilitás minden szakterületen megjelenő követelmény, amelynek szerepe, jelentősége az információcsere-igények mennyiségével, összetettségével, a nem tökéletes információcsere következményeinek súlyosságával, valamint az együttműködő szereplők közötti heterogenitás mértékével növekszik. Mindezek alapján napjaink katonai alkalmazási körülményeiből, a katonai műveletek jellemzően összhaderőnemi, többnemzeti – szövetségi vagy koalíciós – jellegéből kiindulva megállapíthatjuk, hogy a katonai informatikai rendszerek közötti interoperabilitás a legjelentősebb szakterületi interoperabilitási problémák egyike, ha nem a legjelentősebb.

³ Jelen publikációban az informatikai jelzőt tág értelemben, az „információs tevékenységek technikai eszközökkel történő támogatása” értelmezésben, a más szakértők által információtechnológiai (IT) vagy infokommunikációs (*information and communication technologies*, ICT) kifejezés szinonimájaként használjuk.

A katonai informatikai rendszerek interoperabilitásának célkitűzései, megvalósulása

A katonai informatikai rendszerek interoperabilitási célkitűzéseit és azok megvalósulását két szinten is lehet és kell is vizsgálni. Az *első* a nemzeti haderő informatikai rendszereinek egymás közötti interoperabilitása, a *második* pedig a többnemzeti műveletben részt vevő erők informatikai rendszerei közötti interoperabilitás.

A nemzeti haderő esetében az egységes, teljes körű központi irányítás jóval kedvezőbb feltételeket teremt az interoperabilitás megvalósítására, azonban még ebben az esetben is tapasztalható az interoperabilitás hiánya vagy a követelményektől elmaradó szintje. Ennek bemutatásától, elemzésétől eltekintünk, és a továbbiakban a NATO-szintű interoperabilitási kérdések vizsgálatára összpontosítunk. Szövetségi környezetben már sokkal nehezebb feladat az interoperabilitás biztosítása, mivel az egyes tagállamoknak eltérő érdekei, lehetőségei lehetnek, valamint a NATO központi szerveinek korlátozott a hatásköre a nemzeti haderők irányába.

Interoperabilitási célkitűzések

A NATO-ban az informatikai rendszerek⁴ interoperabilitási követelményeit és azok megvalósításának elveit, feladatait magas szintű szabályozók, támogató szakmai dokumentumok, továbbá a célkitűzések megvalósítását célzó kezdeményezések, programok tartalmazzák. A továbbiakban a terjedelmi korlátokra tekintettel ezek közül csak az általunk legfontosabbnak tartott képesség – a NATO szövetségi műveleti hálózata (Federated Mission Network[ing],⁵ FMN) – kérdéseivel foglalkozunk. Az FMN a NATO afganisztáni szerepvállalásának tapasztalatai alapján kialakított kezdeményezés, amelynek célja az egy műveletben részt vevő NATO-tagállami és nem NATO-összetevők közötti hatékony információmegosztás biztosítása.⁶

Az FMN-célkitűzések megvalósításának, az interoperabilitási képességfejlesztések összehangolásának keretei közé két fontos dokumentum tartozik. Az *első* egy szolgáltatásorientált architektúra, a NATO C₃ Taxonómia,⁷ amely a műveleti környezettől a technikai infrastruktúráig meghatározza az informatikai rendszerek

⁴ NATO-terminológiával C₃- (*Consultation, Command and Control*) vagy CIS- (*Communication and Information*) rendszerek.

⁵ Korábban *Future Mission Network*.

⁶ *MCM-0125-2012, NATO Future Mission Network (FMN) Concept* (2012).

⁷ *NATO C₃ Taxonomy Baseline 5.0* (2021).

és alkalmazási környezetük képességeit, funkcióit, felhasználói alkalmazásait, illetve belső szolgáltatásait. A *második* a NATO-s interoperabilitási szabványokat és profilokat taglalja,⁸ szabványos megoldások, illetve szabványos megoldások szűkített, kiegészített változatainak katalógusa, amelyek alkalmazása elősegíti az informatikai rendszerek közötti interoperabilitást.

Az FMN megvalósítása lépésenkénti megközelítést jelent,⁹ amely egymást átfedő ciklusokra épül. A kétévente induló ciklusok (FMN Spirals) a műveleti és biztonsági követelmények meghatározásával indulnak, ezt egy év múlva a tervezett, majd újabb egy év múlva a végleges specifikációk kidolgozása követi. A specifikációkban foglaltak első megvalósításának éve az ezt követő harmadik év, majd két év a javasolt alkalmazás időszaka.¹⁰ A fejlesztési feladatokra a vonatkozó követelményeket, iránymutatásokat szolgáltatási területenként az eljárási és a szolgáltatási utasítások¹¹ tartalmazzák, amelyek meghatározott szabványok alkalmazására épülnek.

A célkitűzések és megvalósulásuk hiányosságai

Az egyes fejlesztési ciklusok feladatait általános célkitűzések és képességfejlesztési követelmények¹² határozzák meg, azonban ezekhez – a dokumentum jellegéből következően – nem kapcsolódnak objektív módon ellenőrizhető mérőszámok. Teljesülésükre vonatkozóan értékelések, elemzések nyilvános formában nem állnak rendelkezésre.¹³ Ebből kifolyólag a következőkben csak magukban a dokumentumokban fellelhető, témához kapcsolódó információkat elemezzük. Ennek során a feltárt hiányosságokat nem hibák következményeként, hanem tényekként kezeljük, okaik vizsgálatával a következő pontban kívánunk foglalkozni.

Elsőként összevetettük a FMN-specifikációk által lefedett alkalmazási területeket egy részterület, a szárazföldi harcászati szint műveleti követelményeivel.¹⁴

⁸ ADatP-34(N), *NATO Interoperability Standards and Profiles. Edition N Version 1* (2021).

⁹ *FMN Spiral Specification Roadmap* (2021).

¹⁰ Jelenleg a 2018-ban indult, 2020-ban specifikált Spiral 4 megvalósítása folyik, amelynek tervezett alkalmazási időszaka 2023 + 2024–2025.

¹¹ *Procedural Instructions for...* és *Service Instructions for...*

¹² *Spiral Objectives* és *Capability Enhancements*.

¹³ Empirikus elemzést adott műveletre, az abban részt vevő informatikai rendszerekre vonatkozóan lehetne készíteni, képességeiket összevetve az adott időszakra javasolt alkalmazásra tervezett FMN-ciklus specifikációival.

¹⁴ *MC 0640, Minimum Level of Communication and Information Systems (CIS) Capabilities at Land Tactical Level* (2019).

Az utóbbi dokumentum hat funkcionális területen határozza meg az információcsere-követelményeket ([dandár]vezetés, felderítés, tűztámogatás, közvetlen légi támogatás, logisztika, egészségügyi ellátás), és négy további terület bevonását tervezi a következő kiadásban (légvédelem, műszaki támogatás, katonai rendészet, civil-katonai együttműködés).

A minimumkövetelményekben szereplő területek közül az FMN Spiral 3-ban csak a dandárvezetés, a felderítés és az egészségügyi ellátásból a kiürítés szerepelt. A FMN Spiral 4-ben megjelenik a tűztámogatásból a célkezelés, valamint a civil-katonai együttműködés, de csak általános célú szolgáltatásokkal támogatva, vagy azok nélkül. Végül a 2026–2027-ben alkalmazásra tervezett FMN Spiral 5 tartalmazza elsőként a tűztámogatás és a műszaki támogatás egyes részeit az erők megóvása keretében. Megállapítható tehát, hogy még a tervezett interoperabilitási célkitűzések is jelentős, többéves elmaradásban vannak a valós műveleti igényektől.

Az FMN-specifikációk elemzése egy másik tényre is rámutat: a bennük szereplő interoperabilitási követelmények több területen nem a legfrissebb, már 5–15 éve rendelkezésre álló, hanem azoknál 5–8 évvel korábbi szabványokra épülnek. Ez egyes esetekben annak a következménye, hogy egy alkalmazott szabvány épül korábbi szabványokra. Ilyenre példák a következők:

- FMN Spiral 3 (2022–2023): a képmegosztási specifikációban az NVG 2.0.2 (2015) helyett az NVG 1.5 (2010) vektorgrafikai NATO-szabvány;
- FMN Spiral 4 (2024–2025): a térképréteg-megosztási specifikációban a KML 2.3 (2015) helyett a KML 2.2.0 (2008) térképielem-leíró nyelvi szabvány;
- FMN Spiral 4 (2024–2025): a sajátérő-követő rendszer specifikációjában az ADatP-36(A)(2) miatt az APP-6D (2017) helyett az APP-6A (1998) és az APP-6B (2008) szimbólumszabvány;
- FMN Spiral 4 (2024–2025): a metaadat SOAP-üzenethez kapcsolásának specifikációjában a SOAP 1.2 (2007) helyett a SOAP 1.1 (2000) üzenetprotokoll-szabvány;
- FMN Spiral 4 (2024–2025): a térinformatikai specifikációban a GML 3.3.0 (2012) helyett a GML 3.1.1 (2004) térképielem-leíró nyelvi szabvány.

A valós interoperabilitási képességek kialakulását az is befolyásolja, hogy az FMN-specifikációknak, illetve az azokban szereplő célkitűzéseknek csak egy része kötelező képesség, másik részük – bár a specifikáció rögzíti követelményeket – opcionális. Az egyes szolgáltatások vagy azok opcionális képességeinek megvalósításáról az alkalmazó haderők döntenek műveleti (alkalmazási) ambícióik, valamint fejlesztési forrásaik, kapacitásaik függvényében. Mindez még ebben

a korlátozott formában is jelentős fejlesztési feladatot jelent. Emiatt vannak olyan információk, hogy munkacsoportokon belül már felvetődött a kétéves FMN-ciklus növelésének kérdése, mivel a kezdeményezéshez csatlakozó haderők „nehezen tudják követni” az egymást követő ciklusok egyre növekvő követelményeit.

Összességében tehát megállapítható, hogy a NATO legjelentősebb interoperabilitási programja megvalósulásának mérésére nem áll rendelkezésre megfelelő módszertan, mérhető mutatók és célkitűzések; a program tartalma nem fedi le a műveleti igények teljes körét; a specifikációk alapjául felhasznált szabványok egyes esetekben idejétmúltak; és a követelmények opcionális jellegéből következően a valós interoperabilitási fejlesztéseket korlátozzák a rendelkezésre álló erőforrások, kapacitások.

A katonai informatikai rendszerek interoperabilitása lassú megvalósulásának okai

A következőkben azt szeretnénk bemutatni, hogy a katonai informatikai rendszerek interoperabilitása megvalósulásának akadályai között számos objektív tényező is szerepel, amely nem hagyható figyelmen kívül. Ezek azonosítása, következményeik vizsgálata megítélésünk szerint – ahogy a bevezetőben is kiemeltük – a katonai informatikai rendszerek mind nemzeti, mind többnemzeti (szövetségi, koalíciós) interoperabilitása javításának fontos feltétele.

Ezen kérdéskör kutatását már korábban megkezdtük, amelynek eredményeit egy publikációban¹⁵ már közre is adtuk. A következőkben foglaltak alapvetően e publikációban foglaltakra épülnek. Ennek során az interoperabilitás megvalósulása problémáinak okai közül három nagy csoportot emelünk ki, bár nyilvánvalóan vannak további okok is. A három csoport: (1) az alkalmazói igények eltérései; (2) az előzetes egyeztetési eljárás; (3) a fejlesztési sajátosságok.

Az alábbi kérdések vizsgálati kerete az ún. hagyományos interoperabilitási megoldás, amelynek alapja az együttműködő informatikai rendszerek által közösen használt, egyeztetett, szabványosított közvetítő reprezentáció (adat- és üzenetformátum). A megoldás lényege: „mindenki tanulja meg a közös nyelvet”, vagyis az érintett rendszerek feladata saját belső információreprezentációjuk és a közösen használt közvetítő reprezentáció közötti átalakítás jelentésmegőrző módon.

¹⁵ MUNK 2022.

Az alkalmazói igények eltérései

Az informatikai rendszerek közötti adatcsere rendeltetése alapvetően az alkalmazói köreik közötti információcsere támogatása. Ebben meghatározó szerepet az együttműködő szervezetek, szervezeti elemek közötti információcsere-igények játszanak.

Könnyen belátható, hogy az interoperabilitás megvalósítása az egymással szoros és tartós együttműködésben álló, lényegében azonos vagy jelentős mértékben hasonló funkciókkal, és ebből következően az adott funkció vonatkozásában jól körülhatárolt, valamint hasonló információigényekkel rendelkező szereplők esetében a legkönnyebb. Esetükben már korábban kialakult és megszilárdult a cserélt információkhoz kapcsolódó közös fogalomrendszer, továbbá az együttműködéshez szükséges mértékben közös értelmezés, illetve ezeket valósították meg informatikai rendszereikben is.

Kevésbé szoros és tartós együttműködés esetében az érintett felek között több lesz az eltérés információcsere-igényeikben, az abban szereplő információk tartalmában, értelmezésében. Saját szakterületük igényeinek kielégítéséhez eltérő információk szükségesek, sokszor eltérő jellemzőkkel, szakmai előzményekkel. Mindez megnehezíti a mindenki számára megfelelő közös közvetítő reprezentáció kialakítását, illetve a belső és a közvetítő reprezentáció közötti átalakítás megvalósítását. A felek közötti különbségek növekedésével arányosan csökken az egyes felek valós igényeinek történő megfelelés szintje is.

Az interoperabilitási igények egyértelműen tapasztalható jellemzője az is, hogy az érintett szereplők köre folyamatosan bővül. A szűkebb együttműködő szakterületi közösségek után megjelenik egy-egy haderőnem szakterületei, majd a haderőnemek közötti interoperabilitás igénye. Másrészt az interoperabilitási igények a nemzeti katonai informatikai rendszerekről kiterjednek a katonai szövetségi rendszerekre, majd a közös műveletekben részt vevő más nemzeti kötelékek, nem kormányzati vagy civil szervezetek informatikai rendszereire.

Az előzetes egyeztetési eljárás

A közös közvetítő reprezentáció kialakítása az információcserében érintett felek előzetes egyeztetését igényli. Az egyeztetés során olyan reprezentációt kell kialakítani, amely megfelel az információcsere-igényeknek, vagyis alkalmas minden cserélendő információ továbbítására és a lehető legkevesbé tér el az együttműködő felek által korábban alkalmazott reprezentációktól. A közvetítő reprezentáció kialakítása annál nehezebb, minél jobban eltérnek a felek által kezelt információk értelmezésükben, tartalmukban,

formátumukban. Ezek közül az eltérő értelmezésekhez, tartalmakhoz illeszkedő megoldás kialakítása a legnehezebb, különösen a széles körű és ebből kifolyólag eltérőbb célokkal és információigényekkel rendelkező szereplőkből álló együttműködés során.

Az előzetes egyeztetés lényegében szabványosítási folyamat, amely összetett szervezeti és eljárási rendet, kidolgozó munkacsoportokat, véleményező és döntés-előkészítő, illetve döntéshozó testületet, valamint – többszintű vagy több szempontú – véleményezési-megbeszélési-döntési ciklusok sorozatát igényli. Ez a folyamat jelentős időigénnyel rendelkezik, jellemzően éves nagyságrendű, a megfelelő minőséget, folyamatos naprakészséget biztosító módosítási, javítási ciklusokkal.

Példaként említhetők a *Többnemzeti Interoperabilitási Program* egymást követő fő változatai, amelyek többéves időközökkel jelentek meg (2003, 2004, 2009), az új változat fejlesztése 2012 óta folyik, eddig bevezetés nélkül. A saját erő-követési adatcsereszabvány üzenetformátumainak fejlődése időben hasonló képet mutat (2006, 2016). De hasonló adatokat láthatunk a LINK-16 és a légi vezetési-irányítási rendszer által használt üzenetformátumok (TADIL-J, AWCIES) vagy a VMF K sorozatú üzenetei esetében is.

A fejlesztési sajátosságok

A harmadik és talán legjelentősebb ok, amely az interoperabilitási képességek kialakítását nehezíti, a közvetítő reprezentáció alkalmazásához szükséges fejlesztés alacsony gazdaságossága és nehézségei. A fejlesztés alapvető feladata, hogy feloldja az eltéréseket az egyedi és a közös, az egyes szereplők igényeihez legjobban illeszkedő belső információreprezentációk, valamint az együttműködést támogató információcsere érdekében kialakított közvetítő reprezentáció között.

Már működő rendszerekben a belső reprezentáció módosításának lehetősége korlátozott, így többnyire csak a rendszer kiegészítésére, csatoló felület kialakítására van lehetőség. Ezt leghatékonyabban a rendszer fejlesztője tudja megvalósítani, amennyiben még létezik, és elvállalja a fejlesztési feladatot. Sok esetben azonban ez a feltétel nem teljesül, az érintett rendszer ún. öröklött rendszer, a korábbi időszakból fennmaradt, sokszor már elavult vagy elavulóban lévő, különböző okokból tovább nem fejleszthető, de még alkalmazott rendszer.

A fejlesztés nehézségei, esetleg lehetetlensége mellett jelentős gazdaságossági problémát jelent az, hogy a különböző rendszerek ugyanazon közvetítő reprezentációhoz történő illesztése során ugyanazok az átalakítási funkciók többször is szükségessé válnak. Ennek okát az képezi, hogy több rendszerben lehetnek átfedések a belső reprezentációk között, amelyek így ugyanolyan átalakítást igényelnek.

A többszöri megvalósítás nyilvánvalóan felesleges ráfordítás, de még interoperabilitási problémát jelentő eltéréseket is vonhat maga után.

Összegzés

Jelen publikációban bemutatuk a NATO szövetséges műveleti hálózata interoperabilitási programjának célkitűzései megvalósulásának helyzetét, elmaradásait és egyes hiányosságait. Rávilágítottunk arra, hogy a program megvalósulásának mérésére nem áll rendelkezésre megfelelő módszertan, mérhető mutatók és célkitűzések; tartalma nem fedi le a műveleti igények teljes körét; a specifikációk alapjául felhasznált szabványok egyes esetekben idejétmúltak; továbbá a követelmények opcionális jellegéből következően a valós interoperabilitási fejlesztéseket korlátozzák a rendelkezésre álló erőforrások, kapacitások.

Bemutatuk, hogy az interoperabilitás megvalósulásának okai között a hagyományos, egyeztetett, szabványosított közvetítő reprezentációra épülő interoperabilitási megoldás esetében számos objektív tényező található, amely nem hagyható figyelmen kívül, pontos azonosításuk, következményeik elemzése a nemzeti és többnemzeti interoperabilitás javításának fontos feltétele. Mindebből levonható az a következtetés, hogy az eredményes interoperabilitáshoz újszerű megoldásokra (például interoperabilitási infrastruktúrák és interoperabilitási szolgáltatások) van szükség, amelyek elemei már megjelentek, de egyelőre csak kutatási fázisban vannak, gyakorlati alkalmazásukra még nincs példa.

Felhasznált irodalom

- ADatP-34(N)*, *NATO Interoperability Standards and Profiles. Edition N Version 1* (2021). Online: <https://nhqc3s.hq.nato.int/Apps/Architecture/NISP/volume1/index.html>
- FMN Spiral Specification Roadmap* (2021). [H. n.]: FMN Capability Planning Working Group.
- MC 0640, Minimum Level of Communication and Information Systems (CIS) Capabilities at Land Tactical Level* (2019). [H. n.]: NATO Military Committee.
- MCM-0125-2012, NATO Future Mission Network (FMN) Concept* (2012). [H. n.]: NATO Military Committee.
- MUNK Sándor (2007): *Katonai informatikai rendszerek interoperabilitásának aktuális hadtudományi kérdései*. Budapest: Magyar Tudományos Akadémia.
- MUNK, Sándor (2022): Are Traditional IT System Interoperability Solutions Sufficient and Efficient? Thoughts on Novel Solutions. *Hadmérnök*, 17(1), 171–191. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2022.1.11>
- NATO C3 Taxonomy Baseline 5.0* (2021). [H. n.]: North Atlantic Council.