

Munk Sándor*

Részleges interoperabilitás, szükséges-e tudományos vizsgálata?

DOI 10.17047/Hadtud.2024.34.E.115

Napjainkban a katonai informatikai rendszerek interoperabilitása kiemelt jelentőséggel bír. Annak ellenére, hogy a gyakorlatban a heterogén rendszerek közötti interoperabilitás soha sem teljes, a szakirodalomban lényegében nem szerepel a részleges interoperabilitás fogalma, nem került meghatározásra, hogy részleges interoperabilitással rendelkező rendszerek milyen feltételekkel és következményekkel használhatók a gyakorlatban. A publikáció meghatározza a részleges interoperabilitás fogalmi alapjait, ami az információcsere követelmények kielégítésére épül. Felhasználói szempontból elemzi szerepét, jelentőségét, igazolja, hogy a rendelkezésre álló interoperabilitási validációs eljárások nem elegendők a felhasználói interoperabilitási követelmények teljesülésének megítéléséhez.

KULCSSZAVAK: interoperabilitás, informatikai rendszerek interoperabilitása, részleges interoperabilitás, interoperabilitás értékelése

Partial interoperability, whether its scientific investigation is necessary?

Nowadays, the interoperability of military IT systems is of particular importance. Despite the fact that, in practice, interoperability between heterogeneous systems is never complete, the concept of partial interoperability is essentially absent in the literature, and it has not been determined under what conditions and consequences systems with partial interoperability can be used in practice. The publication defines the conceptual foundations of partial interoperability, which is built to satisfy information exchange requirements. It analyses its role and significance from the user's point of view, and proves that the available interoperability validation procedures are not sufficient to assess the fulfilment of user interoperability requirements.

KEYWORDS: interoperability, interoperability of IT systems, partial interoperability, measurement of interoperability

Bevezetés

Napjainkban az interoperabilitás kiemelt jelentősége a katonai műveletekben nem megkérdőjelezhető. A NATO 2022-es stratégiai koncepciója az elrettentés és védelem alapfeladat részeként említi „haderői kollektív felkészültségének, reagálóképességének, bevethetőségének, integrációjának és interoperabilitásának további javítását”.¹ Az *interoperabilitás* ebben az esetben „a szövetségesek azon képessége, hogy koherensen, hatékonyan és eredményesen cselekedjenek együtt a harcászati, hadművelleti és stratégiai célok elérése érdekében”.²

A katonai erők műveleti szintű interoperabilitásának alapvető feltétele informatikai rendszereik interoperabilitása. Az együttműködő erők ugyanis egyre kevésbé cserélnek, osztanak meg információkat hagyományos módon, egyre nő az informatikai rendszereiken keresztül

* Nemzeti Közszerződési Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Informatikai Tanszék, professzor emeritus – *Ludovika University of Public Service, Faculty of Military Science and Officer Training, Department of Information Technology, professor emeritus*; E-mail: munk.sandor@uni-nke.hu; <https://orcid.org/0000-0001-8576-308X>

¹ NATO 2022 *Strategic Concept* [point 22].

² AAP-6 2021 *NATO Glossary of Terms and Definitions*, 71.

történő információcsere részaránya. Az *informatikai (eszközök, rendszerek közötti) interoperabilitás* kölcsönös 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 határozzák meg. Az informatikai interoperabilitás tehát a felhasználói információcsere igények kielégítésének feltétele.

Informatikai rendszerek interoperabilitásának megállapítása validációval történik, amely annak meghatározása, hogy a rendszerek közötti adatcsere megfelel-e az előírt, elvárt felhasználói információcsere követelményeknek. A validáció technikai szinten tesztek végrehajtására, felhasználói szinten a validálandó rendszer valóshoz hasonló körülmények közötti, tervezett felhasználói által történő alkalmazására épül.

A NATO esetében a validáció során különböző interoperabilitási szabványoknak, eljárási és szolgáltatási utasításoknak történő megfelelés ellenőrzésére kerül sor. Az interoperabilitási szabványok kötelező és opcionális működési szabályokat, a szolgáltatási utasítások szolgáltatási követelményeket tartalmaznak, az eljárási utasítások pedig a műveleti folyamatok informatikai szolgáltatásokkal történő támogatásának rendjét írják le.

A gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy a heterogén rendszerek közötti interoperabilitás szinte soha sem teljes, csak részleges. Azonban részlegesen interoperábilis rendszerek is képesek felhasznalóik számára megfelelő információcsere szolgáltatásokat nyújtani, információcsere igényeiket kielégíteni. A szakirodalom elsősorban a teljes interoperabilitáshoz kapcsolódó kérdésekkel foglalkozik, alig jelenik meg benne a részleges interoperabilitás fogalma. Nincsenek kidolgozva a részleges interoperabilitás fogalmi alapjai és nem történtek vizsgálatok arra, hogy egy részlegesen interoperábilis adatcsere kapcsolat milyen feltételekkel és következményekkel használható a gyakorlatban. Erre egy szemléletes példa a katonai szimbólumszabványok esete, ahol az egyik szabványnak nem minden szimbóluma képezhető le egy másik szabvány legalább közel azonos tartalmú szimbólumára.

A fentiekből kiindulva jelen publikáció célja, hogy hozzájáruljon a részleges interoperabilitás tudományos és szakmai vizsgálata alapjainak lerakásához. A publikáció egy hosszabb kutatás részét képezi, és ennek első részeredményeként:

- meghatározza a részleges interoperabilitás fogalmi alapjait;
- elemzi szerepét, jelentőségét felhasználói szempontból.

1. A részleges interoperabilitás alapjai

Az interoperabilitás kifejezés szélesebb körben a hatékony és eredményes együttműködéshez szükséges képességek alapvető összetevőjeként jelent meg az 1990-es években a katonai alkalmazásban. A kezdetben elsősorban technikai jellegű, mindennek előtt az informatikai rendszerek közötti együttműködést megjelenítő fogalom értelmezése fokozatosan terjedt ki a szervezetekre, csoportosításokra, erőkre. A fogalom aztán egyre nagyobb szerepet kapott minden olyan alkalmazási területen, ahol az eredményes együttműködéshez egymástól jelentősebben különböző szervezetek közötti zökkenőmentes információcserére volt szükség.

1.1 Az interoperabilitás fogalma, értelmezése

Az *interoperabilitás* a NATO értelmezésében legmagasabb szinten az erők interoperabilitása, „két vagy több nemzet erőinek képessége együttes felkészítésre, gyakorlatozásra és műveletekre a számukra meghatározott küldetések és feladatok végrehajtása során”.³ Az európai közszolgáltatások vonatkozásában az interoperabilitás az Európai Interoperabilitási Keretrendszerben kerül meghatározásra, mint „különböző szervezetek együttműködési képessége kölcsönösen előnyös, egyeztetett közös célok megvalósítására, ami magában foglalja a szervezeti munkafolyamatok keretében történő, informatikai rendszereik közötti adatcserére épülő információ és tudáscserét, megosztást”.⁴

Számos olyan alkalmazási területen is széles körben találkozhatunk az interoperabilitás fogalmával, amelyek szereplői, rendszerei nem tartoznak szoros egységes irányítás alá, például az e-egészségügy (eHealth), vagy a Dolgok Internete (*Internet of Things*, IoT). Ezek esetében a heterogén rendszerek interoperábilis együttműködése hasonló mértékben kiemelt jelentőségű, mint a katonai műveletek, vagy az európai közigazgatási eljárások esetében.

A jelen vizsgálat alapját képező, az *interoperabilitáshoz kapcsolódó legfontosabbnak tartott megállapításaim* korábbi kutatásaim alapján⁵ a következők:

- az interoperabilitás általános értelemben két, vagy több objektum között fennálló viszony, az együttműködést támogató, eredményes és hatékony együttes működést biztosító kölcsönös képesség;
- az interoperabilitás alanyai aktív objektumok, amelyek lehetnek tudatosan tevékenykedő, szervezett embercsoportok, vagy célirányosan, meghatározott rendeltetéssel működő technikai rendszerek; ennek megfelelően megkülönböztethetünk szervezeti (működési, műveleti), illetve technikai interoperabilitást;
- a szervezetek közötti eredményes és hatékony együttműködés alapvető feltétele az érintettek közötti megfelelő szintű információcsere, az együttműködéshez szükséges információk megosztása, összehangolt felhasználása, az erre való képesség az információs interoperabilitás;
- az információs interoperabilitás különböző szereplők kölcsönös képessége információk közös értelmezésen alapuló, a hatékony együttműködéshez szükséges cseréjére, amelynek szintjei a fizikai hordozók szintjén megnyilvánuló technikai, az információ reprezentációk (adatformátumok) szintjén megnyilvánuló szintaktikai, és a jelentés szintjén megnyilvánuló szemantikai interoperabilitás;
- az interoperabilitás problémája akkor merül fel, amikor az együttműködő szereplők között eltérések (heterogenitás) vannak az információcsere fizikai, adatformátum, vagy értelmezési szintjén;
- az informatikai interoperabilitás informatikai rendszerek, eszközök, alkalmazások kölcsönös képessége az általuk kezelt adatok – esetleges átalakítások közbeiktatásával

³ AAP-06 2021. *NATO Glossary of Terms and Definitions*, 56.

⁴ European Commission 2017: *New European Interoperability Framework*, 5.

⁵ Lásd például Munk 2007. *Katonai informatikai rendszerek interoperabilitásának aktuális hadtudományi kérdései*.

történő – átvételére, cseréjére az elsődleges alkalmazói kör által meghatározott, ezen adatokhoz rendelt jelentés megőrzésével.

Az interoperabilitás – mint az előzőekben is megfogalmazásra került – nem egy abszolút, hanem egy *relatív, viszonylagos képesség*: egy adott szereplő, vagy informatikai rendszer önmagában nem tekinthető interoperábilisnak, csak más szereplőkkel, informatikai rendszerekkel fennálló kapcsolatában rendelkezhet ezzel a képességgel. Vagyis egyes szereplőkkel, rendszerekkel lehet interoperábilis, míg másokkal nem.

Az informatikai interoperabilitás viszonylagosságának alapja az informatikai rendszereket alkalmazó *szereplők közötti információcsere igények* eltérése. Adott szereplők közötti interoperabilitás feltétele az együttműködéshez szükséges információk cseréjének biztosítása az informatikai rendszerekben kezelt adatok segítségével. Az informatikai interoperabilitás ebből a nézőpontból meghatározott információcsere igények biztosításának képessége. Egy adott informatikai rendszer interoperabilitása tehát azonos (fennáll, vagy nem áll fenn) minden olyan rendszerrel, amelyek alkalmazóinak információcsere igényei azonosak. Ebből következően az informatikai interoperabilitás elsődlegesen információcsere igényhez, és csak másodlagosan, közvetve együttműködő rendszerhez viszonyított.

1.2 A részleges interoperabilitás a NATO dokumentumokban

Az interoperabilitással kapcsolatos dokumentumok és publikációk az interoperabilitást – amelyet alkalmazási területtől, vagy akár kutatótól függően, bármennyire eltérő módon értelmeznek is – túlnyomó többségükben bináris tulajdonságnak tekintik, amely szerint két szereplő, rendszer vagy interoperábilis, vagy nem. Az interoperabilitás hiánya esetén nem különböztetik meg azt, hogy két vagy több szereplő, rendszer egyáltalán nem képes az információcsere igényekben szereplő információkat hordozó adatok jelentésmegőrző cseréjére, vagy részben igen. A következőkben vizsgáljuk meg az interoperábilis/nem interoperábilis tulajdonság értelmezését a vonatkozó NATO dokumentumokban (hasonló eredményre jutnánk az Európai Unió vonatkozó dokumentumai esetében).

A NATO dokumentumok közül témám szempontjából kiemelt szerepet a *NATO Föderatív Műveleti Hálózat (NATO Federated Mission Networking, FMN)* képesség és dokumentumai képeznek, amelynek rendeltetése a NATO műveletekben részt vevő erők közötti hatékony információmegosztás feltételeinek megvalósítása. A képességet biztosító műveleti hálózat a részt vevő erők által felajánlott hálózati összetevőkből, szolgáltatásokból épül fel, amelyek köre akár időben is változik, és amelyek felajánlói irányítása alatt maradnak. Az összehangoltan működő, a jogosult felhasználók számára különböző szolgáltatásokat nyújtó hálózat feltétele, hogy összetevői megfeleljenek az előírt interoperabilitási követelményeknek.

A hálózati összetevőkkel, szolgáltatásokkal szemben támasztott interoperabilitási követelményeket szolgáltatási utasítások (*FMN Service Instruction for ...*) határozzák meg. Ezek köre és tartalma két évente bővül, változik. Az FMN szolgáltatás utasítások tartalmazzák a megvalósítandó szolgáltatás funkciókat, az ezekhez kapcsolódó szolgáltatás követelményeket és az alkalmazandó nemzetközi, iparági, vagy NATO szabványokat. Egy szolgáltató nem kö-

teles valamennyi szolgáltatási funkciót megvalósítani, de amit megvalósít, annak meg kell felelnie az utasításban foglalt interoperabilitási követelményeknek.

Az FMN szolgáltatási utasításokban hivatkozott szabványok pontosan meghatározzák az adatsere során alkalmazandó adatformátumokat, üzenetformátumokat, eljárásokat, protokollokat és maguk is hivatkozhatnak más szabványokra, kiegészítve azokat saját követelményekkel, kiválasztva azokból alkalmazható megoldás változatokat. A szabványokban szereplő követelmények lehetnek kötelezően megvalósítandók, minimálisan szükségesek, vagy választhatók. A választhatóan teljesítendő követelmények, megoldások lehetnek egymást helyettesítő protokollok,⁶ üzenetformátumok⁷ vagy kiegészítő funkcionális képességek⁸.

Egy adott rendszer interoperabilitása tehát nem egy, vagy több másik rendszerhez közvetlenül viszonyítva, hanem a *szolgáltatási utasításban foglaltakkal összevetve* kerül megállapításra. Ennek során egy rendszer (egy adott szolgáltatásra vonatkozóan) interoperábilis, ha teljesíti a kötelező, minimális interoperabilitási követelményeket és nem interoperábilis, amennyiben nem. Ebből következően, ha két rendszer a megfelel a szolgáltatási utasításokban foglalt minimális követelményeknek, akkor (minimális szinten) egymással is interoperábilisak.

Az FMN követelményrendszeren belül egy rendszer interoperabilitásának teljeskörű leírására nem elegendő az interoperábilis/nem interoperábilis tulajdonság, mivel ez nem tartalmazza, jelzi a nem kötelező interoperabilitási képességek meglétét, amelyek azonban a gyakorlati alkalmazásban, egyes rendszerek közötti adatszerében jelentős szerepet játszhatnak. Ráadásul mivel a kétévente frissített szolgáltatási utasításokban új protokollok és üzenetformátumok jelenhetnek meg, korábban választható megoldások válhatnak kötelezővé, egy interoperábilis rendszer az új utasítás alapján viszonylag gyorsan nem interoperábilissá válhat.

A *részleges interoperabilitás az FMN dokumentumokban* nem jelenik meg, amelynek oka a szolgáltatási utasítások rendeltetésében rejlik. Ezen dokumentumok az FMN cél megvalósítását támogatva, szabvány jellegükénél fogva azt határozzák meg, hogy egy rendszer által nyújtott szolgáltatásnak milyen követelményeket kell teljesítenie ahhoz, hogy egy integrált műveleti hálózat része lehessen. Így nem foglalkoznak azzal, ha egy rendszer ezeket csak részben teljesíti.

A részleges interoperabilitás fogalma más megnevezéssel megjelenik viszont az FMN követelmények teljesülését a Koalíciós Harcos Interoperabilitási Gyakorlat⁹ (CWIX) során ellenőrző verifikációs és validációs folyamatban. A CWIX tesztesetek lehetséges kimenetele (a 'nem került végrehajtásra' és 'függőben lévő' mellett) háromféle lehet:

- sikeres (success): az együttműködő rendszerek között a követelményeknek megfelelő az információ- és szolgáltatásáramlás;

⁶ ADatP-36 Saját erők követése esetében például: IP1 TCP alapú protokoll, IP2 UDP alapú protokoll, WSMP SOAP alapú protokoll.

⁷ ADatP-36 Saját erők követése esetében például: NFFI üzenetformátum, FFI MTF D üzenetformátum, FFI MTF E üzenetformátum.

⁸ ADatP-36 Saját erők követése esetében például: saját erő jelentések kiegészítése megosztott kiegészítő információk alapján, saját erő jelentések továbbítása más rendszerek számára, vagy saját erő jelentések átalakítása más szabványnak megfelelő üzenetformátumra.

⁹ Coalition Warrior Interoperability [Exploration, Experimentation, Examination] Exercise (CWIX).

- korlátozottan sikeres (*limited success*): az együttműködő rendszerek között történik információ- és szolgáltatás áramlás, azonban az nem felel meg teljes mértékben az előírt követelményeknek;
- interoperabilitási probléma (*interoperability issue*): az együttműködő rendszerek között nem kerül sor a követelményeknek megfelelő információ- és szolgáltatásáramlásra.

1.3 Részleges interoperabilitás a szakirodalomban

Bár a részleges interoperabilitás fogalma az alapvető interoperabilitási dokumentumokban, publikációkban nem szerepel, azonban néhány publikációban különböző megnevezésekkel találkozhatunk vele. Ezek a részleges interoperabilitás (*partial interoperability*) vagy a korlátozott interoperabilitás (*limited interoperability*). Bár a fogalmakhoz formális definíció általában nem kapcsolódik, tartalmuk egyértelműen azt fejezi ki, hogy az információcsere igényekben szereplő egyes információk követelményeknek megfelelő cseréje lehetséges, azonban nem minden ilyen információ cseréje biztosított. A következőkben eredmények közül mutatok be néhányat.

Yahia és társai egy 2012-es publikációjukban¹⁰ az *együttműködő szervezeti informatikai rendszerek szemantikus interoperabilitása formális mérőszámainak* meghatározását tűzték ki célul. Alapként az interoperabilitás IEEE definíciójának kibővített változatát használták, amely eszerint „egymással kommunikáló entitások képessége (i) meghatározott információk cseréjére, (ii) az ezen információk egyeztetett értelmezésére épülő működésre (iii) adott működési környezetben, meghatározott célok elérése érdekében”. A publikáció a szemantikai eltérések elemzésére és mérésére összpontosít, megállapítva, hogy a heterogén rendszerek közötti technikai eltérésekre léteznek megfelelő megoldások, a szervezeti eltéréseket pedig kizárja vizsgálati céljai közül.

A publikáció alapját a két együttműködő rendszer fogalmi rendszerei közötti szemantikus leképezés képezi, ami az egyik rendszer fogalmainak és a köztük lévő fogalmi kapcsolatoknak a leképezése a másik rendszer fogalmaira és fogalmi kapcsolataira. Ennek során egyes fogalmak leképezhetők lesznek, más fogalmak pedig nem. Mivel a gyakorlatban az egyes rendszerek fogalmi rendszerei (modelljei) nem állnak rendelkezésre, a szemantikus leképezés megvalósítása szakterületi szakértői feladat.

A publikáció szerint a szemantikus interoperabilitás három szintbe sorolható:

- teljes szemantikus interoperabilitás esetén a két rendszer teljes mértékben képes információkat megosztani és azok felhasználásával megvalósítani a kért működést (valamennyi, az elvárt működéshez szükséges információra létezik szemantikus leképezés a két rendszer között);
- részleges szemantikus interoperabilitás esetén a szemantikus leképezés csak részben létezik (vannak olyan, az elvárt működéshez szükséges információk, amikre nem létezik szemantikus leképezés);

¹⁰ Yahia et al. 2012. *Formal measures for semantic interoperability assessment in cooperative enterprise information systems*.

- nem létező szemantikus interoperabilitás esetén egyetlen szükséges információra sem létezik szemantikus leképezés, még ha a technikai interoperabilitás (adatcsere) megvalósul is.

A publikáció szerint mivel a teljes szemantikus interoperabilitás ritkán érhető el, a legjelentősebb kérdés a részleges interoperabilitás, amelyben meghatározható a szemantikai eltérés mértéke, tartalma, és az interoperabilitási követelmények megvalósításához szükséges feladatok.

Mendes de Farias és társai 2023-as publikációjának¹¹ tárgya a *bioinformatikai tudásbázisok interoperabilitásának helyzete és feladatai*. Kiinduló megállapításuk, hogy a bioinformatikai adatbázisok jellemzően meghatározott alkalmazói körökhöz kapcsolódnak, saját szoftver eszközökkel, módszerekkel, szolgáltatásokkal és adatokkal. A különböző tudásbázisok felhasználása, újrahasznosíthatósága a kutatások jelentős támogatója. Az IEEE interoperabilitás definícióra építve azt vizsgálják, hogyan segítheti az újrahasznosíthatóságot az interoperabilitás fejlesztése. Ezen belül ők is a szemantikai eltéréseket feloldó szemantikus interoperabilitási megoldásokra összpontosítanak.

Különböző bioinformatikai tudásbázisok közötti interoperábilis adatcserét vizsgálva – anélkül, hogy definiálnák a részleges interoperabilitás fogalmát – többek között az alábbi következtetéseket fogalmazzák meg:

- a részleges interoperabilitás jobb, mint a hiányzó interoperabilitás: mivel a teljes interoperabilitás különböző okok miatt (például gyártófüggő megoldások, fejlesztési kapacitások szűkössége stb.) nehezen megvalósítható, azonban részleges interoperabilitást célul tűzve ki, rövid távon legalább minimális adat újrahasznosítás elérhető, annak jövőbeni növelési lehetőségével;
- az információcsere képesség fokozatos fejlesztése jobb, mint egyből a teljes interoperabilitás elérésének célul kitűzése: kevesebb információ cseréje esetében a feltételek egyeztetése egyszerűbb, megvalósítása kevesebb erőforrást igényel, kevesebb időt vesz igénybe és könnyebben továbbfejleszhető.

A publikáció a fogalom meghatározása hiányában is meggyőző érveket sorakoztat fel a részleges interoperabilitás hasznosságára, sőt a triviális esetektől eltekintve leghatékonyabb megoldási változat volt mellett.

Delgado egy 2014-es enciklopédiában megjelent tanulmánya¹² az elosztott interoperabilitás, az *elosztott rendszerek közötti interoperabilitás* kérdéseit vizsgálja. Az elosztott jelző ebben az esetben nem a földrajzi elosztottságot jelenti, hanem az életciklus függetlenséget, vagyis azt, hogy egy rendszer fejlődhet, változhat, új verziója születhet meg anélkül, hogy a vele együttműködő rendszer(ek) interfészeinek meg kellene változnia, együttműködésének le kellene állnia.

A publikációban szereplő értelmezés szerint az interoperabilitás egy felhasználó rendszer aszimmetrikus képessége, hogy meghatározott szándékkal szolgáltatást igényeljen a szolgálta-

¹¹ Mendes et al. 2023. *Lessons learned to boost a bioinformatics knowledge base reusability, the Bgee experience*.

¹² Delgado 2019. *Frameworks for Distributed Interoperability*.

tó rendszertől (annak előírásai szerint) és fogadja annak választát, reakcióját (amely megfelel elvárásainak). A vizsgálat tárgya egy szolgáltatás felhasználó és egy szolgáltatás nyújtó közötti interoperabilitás feltételei olyan körülmények között, amikor a felhasználó egy másik szolgáltatóval, a szolgáltató pedig egy másik felhasználóval történő együttműködésre lett tervezve.

A publikáció egy szolgáltatás felhasználó és egy szolgáltatás nyújtó rendszer között két tulajdonságot definiál:

- az előírásoknak megfelelés [compliance]: a felhasználó megfelel a szolgáltatónak, amennyiben a szolgáltatónak a szolgáltatás igénylésére vonatkozó minden követelményét kielégíti;
- az elvárásoknak megfelelés [conformance]: a szolgáltató megfelel a felhasználónak, amennyiben annak az igényelt szolgáltatás eredményére vonatkozó minden elvárását megvalósítja.

Interoperabilitás a szerző értelmezésében akkor áll fent, ha a felhasználó által igényelt szolgáltatások részét képezik a szolgáltató által nyújtottaknak. Ez akkor részleges, ha a szolgáltató a felhasználó által igényeltéknél több szolgáltatást is biztosít és akkor teljes, ha az igényelt és nyújtott szolgáltatások köre megegyezik.

A három publikációból látható, hogy a részleges interoperabilitásnak – amellett, hogy kevés helyen jelenik meg a szakirodalomban – nincs egységes értelmezése, formális definíciójával sem találkozhatunk. A kifejezést az első publikáció csak a 0-100 százalékos skálán értékelt interoperabilitás végpontoktól eltérő értékei megnevezésére használja. A második publikációban a teljes interoperabilitás fokozatos kialakításának fontos, javasolt közbenső állapotaként jelenik meg. Végül a harmadik publikációban két rendszer között az igénybe vett és a felajánlott szolgáltatások közötti viszony leírásaként szerepel.

1.4 A részleges interoperabilitás fogalma, értelmezése

Mivel publikációm alapvető célja annak igazolása, hogy van értelme tudományos szinten is vizsgálni a részleges interoperabilitást és a fogalom használatának van gyakorlati használhatósága mind az informatikai rendszerek felhasználói, mind fejlesztői számára, meg kell határoznom, hogy mit értek én részleges interoperabilitás alatt, milyen meghatározás alkalmazását javaslom mások (kutatók, felhasználók, fejlesztők, vagy csak érdeklődők) számára. A fogalom meghatározását behatárolja, hogy a részleges interoperabilitás kifejezés köznapi értelmezése is sugall egy meghatározást és szabaddá teszi az a tény, hogy a szakirodalomban alig van formális meghatározás, vagy azok speciális célokat szolgálnak. A továbbiakban interoperabilitás, részleges interoperabilitás alatt mindig informatikai rendszerek közötti interoperabilitást értek.

A részleges interoperabilitás meghatározásánál abból kell kiindulni, hogy a *részleges jelző köznapi értelemben* azt jelenti, hogy valami nem az egészre, hanem csak egy részére vonatkozik; nem terjed ki az egészre; nem általános jellegű, hanem csak egy adott szempontból vett. Ennek megfelelően a részleges interoperabilitás csak egy olyan képesség lehet, amely a teljes interoperabilitás feltételeit nem teljesíti, azonban mégis olyan képességet jelent, amely

valamilyen szinten, mértékben, részterületeken teljesíti az interoperabilitási követelményeket, tehát több, mint amikor nincs semmilyen interoperabilitás.

Korábban már bemutattam, hogy az informatikai interoperabilitási képesség alapvetően együttműködő rendszerek közötti jelentésmegőrző adatcsere képesség, amely a két rendszert alkalmazó szereplők (szervezetek, személyek) közötti információcsere igények megvalósulását kell biztosítsa. Ebből következően a teljes interoperabilitás az információcsere igényekben szereplő valamennyi információ cseréjét biztosítja, a részleges interoperabilitás pedig az információcsere igényekben szereplő információk egy részének (de nem egészének) cseréjét biztosítja és van információcsere igény, amelynek megvalósulását támogatja.

A meghatározás megfogalmazásához azt is el kell dönteni, hogy a részleges interoperabilitás *szimmetrikus vagy aszimmetrikus tulajdonság-e*. A szakirodalomban mindkét értelmezéssel találkozhatunk. Megítélésem szerint ezt a kérdést az dönti el, hogy az interoperabilitást – amelyhez viszonyítva részleges interoperabilitásról beszélünk – szimmetrikus vagy aszimmetrikus tulajdonságnak tekintjük-e. Ennek megfelelően a részleges interoperabilitás értelmezhető szimmetrikus interoperabilitáshoz és aszimmetrikus interoperabilitáshoz kapcsolódóan is.

Az információcsere igények ugyanis két csoportba sorolhatók attól függően, hogy abban melyik szereplő az információigénylő, információfogadó, információfelhasználó és melyik az információszolgáltató, információküldő, információnyújtó. Ezek megkülönböztethetünk két különböző interoperabilitást:

- felhasználói interoperabilitás: a felhasználó informatikai rendszer képes-e a megvalósítandó információcsere igényekben szereplő információkat hordozó adatokat a szolgáltató informatikai rendszertől igényelni és a beérkező – igényekre válaszként, vagy előre egyeztetett módon külön igénylés nélkül küldött – adatokat jelentésmegőrző módon fogadni és felhasználni;
- szolgáltatói interoperabilitás: a szolgáltató informatikai rendszer képes-e a megvalósítandó információcsere igényekben szereplő információkat hordozó adatokra vonatkozó igényeket fogadni, és arra válaszként, vagy előre egyeztetett módon külön igénylés nélkül a megfelelő adatokat jelentésmegőrző módon megküldeni;

Ez utóbbiakkal kapcsolatban szeretném kiemelni, hogy egy információcsere igény megvalósítása meghiúsulhat:

- felhasználói interoperabilitás hiányában, amikor a szolgáltatói interoperabilitás fennáll;
- szolgáltatói interoperabilitás hiányában, amikor a felhasználói operabilitás fennáll;
- illetve természetesen a felhasználói és szolgáltatói interoperabilitás egyidejű hiányában.

A továbbiakban a megállapításaimat az interoperabilitás szimmetrikus értelmezésére építem, azonban ezek a fentiek alapján átfogalmazhatók, alkalmazhatók az aszimmetrikus értelmezésre is.

A javasolt és a publikáció további részében alapként használt definíció a következő:

A részleges informatikai interoperabilitás két informatikai rendszer kölcsönös képessége az általuk kezelt, a felhasználó szervezeteik közötti információcsere igények részét képező in-

formációkat hordozó adatok egy részének (nem egészének) szándékolt jelentésüket, értelmezésüket megőrző cseréjére.

A definíció lényegi összetevőit az alábbiak képezik:

- a követelmény az információcsere igények megvalósítását biztosító adatok cseréje;
- az adatokat jelentésmegőrző módon kell cserélni;
- az interoperábilis adatcsere csak az adatok egy részére terjed ki.

2. A részleges interoperabilitás szerepe, jelentősége

A részleges interoperabilitás tudományos vizsgálatának megítélésem szerint többek között akkor van létjogosultsága, ha a felhasználói kör számára bír jelentőséggel. Ezzel a kérdéssel a szakirodalom szinte egyáltalán nem foglalkozik. A szinte kizárólagos megközelítés alapja, hogy a felhasználó teljes interoperabilitást vár el, annak meglétét ellenőrzi, annak alapján hoz döntéseket egy új vagy módosított informatikai rendszer alkalmazásba vételéről. Azonban ha igaz az a feltételezés, hogy az interoperabilitás a gyakorlatban soha nem teljes, szükség van a részleges interoperabilitás kapcsolódó kérdéseinek vizsgálatára. Ennek érdekében a következőkben azt vizsgálom, mit jelent a részleges interoperabilitás a felhasználók számára; milyen módszerek állnak rendelkezésre a részleges interoperabilitás tartalmának, szintjének meghatározására; melyek a részleges interoperabilitás különböző okai; és mire használható az interoperabilitási képességek validációjában.

2.1 A részleges interoperabilitás felhasználói szempontból

A részleges interoperabilitás fogalma hasznosságának, tudományos szintű vizsgálata szükségességének megítéléséhez a következőkben az általam legfontosabbnak tartott, a felhasználói szempontot elemzem. Ezen belül azt, hogy a előző pontban ismertetett részleges interoperabilitás mértéke és más jellemzői milyen információkat nyújtanak a felhasználók számára, azok milyen felhasználói következtetések levonására adnak lehetőséget.

Jelen publikációm kiinduló pontja, hogy a felhasználók számára az elsődleges interoperabilitási kérdés az, hogy *információcsere igényeiket milyen mértékben tudják kielégíteni* informatikai rendszerek közötti adatcserével. Ez megfogalmazható hipotézisként is, bár meg vagyok győződve, hogy ez szinte igazolást sem igényel.¹³ A részleges interoperabilitás esetében nem minden információcsere igény kerül kielégítésre. Ebben az esetben az alapvető felhasználói kérdés az, hogy mely igények nem kerülnek kielégítésre, milyen információk küldése, vagy fogadása nem valósul meg a követelményeknek megfelelő módon. Ennek tudatában a felhasználók el tudják dönteni, hogy az adott interoperabilitási megoldás egyáltalán használható-e, illetve használata esetén milyen kiegészítő megoldások szükségesek. Illetve – amennyiben erre van lehetőségük – meghatározhatják az interoperabilitási képesség fejlesztésének követelményeit.

¹³ Ebbe beleérthetők a szolgáltatás igények is, hiszen tulajdonképpen azok is információcsere – információszerezési és információnyújtási – igények.

Egy adott információcsere-igény informatikai rendszerek segítségével történő megvalósítása különböző okok miatt hiányozhat. Ezek mögött állhatnak kommunikációs, adatcsere protokoll, adatformátum, vagy adatértelmezési hiányosságok, problémák. A részleges interoperabilitás ezen dimenzióival egy későbbi pontban részletesebben fogok foglalkozni. Mindez azonban felhasználói szempontból másodlagos, a lényeg az adott információk cseréjének lehetősége, vagy lehetetlensége.

A részleges interoperabilitás, vagyis az *információcsere-igények kielégítésének szintje*, a meg nem valósított információcsere-igények köre abszolút pontossággal nem mérhető. Egy szereplő információigényei információk széles körére kiterjednek, csak átfogó módon, információ típusokkal kerülnek meghatározásra. A NATO ehhez kapcsolódó egyik dokumentuma¹⁴ egy információcsere-igényhez [*Information Exchange Requirement, IER*] tartalmazza az információt rendelkezésre bocsátó, illetve felhasználó szereplőt (szervezetet), valamint a közöttük áramló információcsere-terméket. Ez utóbbiak azonban csak általános, felhasználói szinten szerepelnek, mint előzetes intézkedés, azonosított helyzetkép, információigény, térképvázlat, tűzfeladat stb. Ezek cseréje meghiúsulhat, vagy csak részben valósulhat meg egy összetevőjük cseréjének hiánya, hibája miatt.

Az információcsere-igények kielégítési szintjének mérése elsőként validációs teszteléssel történik. A validáció teszt-esetekkel ellenőrzi és dokumentálja különböző tartalmú információk cseréjének sikerességét, illetve teljes vagy részleges sikertelenségét. Értelmszerűen a validációs tesztek nem terjedhetnek ki minden lehetséges információra, így eredményük sem adhat tökéletes képet. Inkább alkalmasak interoperabilitási hiányosságok kimutatására, mint az interoperabilitás szintjének meghatározására. Teljes mértékben sikeres validáció után is lehetséges, hogy a gyakorlatban, az alkalmazás során interoperabilitási hiányosságok merülnek fel, egyes információcsere igények részbeni vagy teljes meghiúsulnak.

A részleges interoperabilitás felhasználói értékelésében alapvető szerepet játszanak a *szereplők (szervezetek) konkrét, részletes információcsere-igényei*. Egy adott szereplő számára egy információcsere-igényben meghatározott információk egy része kulcsfontosságú, másik része szükséges, de hiányuk nincs elfogadhatatlan hatással a működésre, harmadik részük pedig nem is szükséges a szervezet számára. Például a saját erők követésének [*Friendly Force Tracking, FFT*] információi iránti igényen belül előfordulhat, hogy az adott szervezet számára a szárazföldi erők nyomon követett objektumai közül csak az egységek helyzete fontos, egyedi technikai eszközök helyzete egyáltalán nem. Ez azt jelenti, hogy szempontjából más szereplő számára csak részleges interoperabilitást biztosító informatikai rendszer teljes interoperabilitást nyújt. Vagyis az interoperabilitás, és ezen belül a részleges interoperabilitás szintje konkrét felhasználói információcsere igényfüggő.

2.2 A részleges interoperabilitás és az érettségi szintek

A különböző fejlesztési módszertanok, amelyek rendeltetése adott célok, képességek elérésének támogatása, széles körben használnak érettségi modelleket [maturity models] a kitűzött

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

célok, képességek megvalósulásának értékelésére. A szakirodalomban a legkülönbözőbb alkalmazási területeken találhatunk érettségi modelleket, amelyek a nem létező és a legmagasabb szintű képesség közötti szinteket használva segítenek annak megítélésében, hogy egy adott szereplő hol áll a teljes képesség megvalósulásában, milyen lépéseket kell tennie a célul kitűzött magasabb szintű képesség eléréséhez.

Az interoperabilitás esetében is számos ilyen érettségi modell létezik. Mivel a részleges interoperabilitás maga is az interoperabilitásnak a teljes és a nem létező közötti szintje, a következőkben – alapvetően egy összefoglaló tanulmányra¹⁵ támaszkodva – röviden bemutatom az interoperabilitási érettségi modellek legfontosabb jellemzőit, majd összevetem azokat a részleges interoperabilitással.

A hivatkozott publikáció öt modellt sorol a főbb *interoperabilitási érettségi modellek* közé. Az ISO 15504 Szoftver Folyamatfejlesztés és Képességmeghatározás [*Software Process Improvement and Capability dEtermination*, SPICE, 2001] képesség szintjei nincsenek közvetlen kapcsolatban az interoperabilitással, a szervezeti folyamatok eredményességének, szervezettségének, folyamatos fejlesztésének szintjét jelölik. A lehetséges értékek: nem tökéletes, megvalósított, irányított, kialakult, kiszámítható, optimalizált.¹⁶

Az Informatikai Rendszerek Interoperabilitásának Szintjei [*Levels of Information System Interoperability*, LISI, 1998] érettségi szintjei a technikai interoperabilitás megvalósulását és az együttműködési kapcsolatrendszer összetettségét jelölik. A lehetséges értékek: izolált, páronként összekapcsolt, elosztott környezetre épülő, szakterületi integrációra épülő, szervezeti szintű integrációra épülő.¹⁷

A Szervezeti Interoperabilitás Érettségi Modell [*Organizational Interoperability Maturity Model*, OIM, 2003] érettségi szintjei a szervezetek közötti együttműködés jellegét jelölik. A lehetséges értékek: nincs együttműködés, eseti együttműködés, tervezett együttműködés, kialakult együttműködés korlátokkal, tartós eredményes együttműködés.¹⁸

A Fogalmi Interoperabilitási Modell Szintjei [*Levels of Conceptual Interoperability Model*, LCIM, 2008] érettségi szintjei az adatsere körülményeit írják le. A lehetséges értékek: nincs adatsere, adatsere dokumentált interfészekon keresztül, adatok jelentésének egyértelmű leírásával, adatok használatának leírásai szoftverfejlesztői módszerekkel (pld. UML), adatok közötti szemantikus kapcsolatok leírásával.¹⁹

A Vállalati Interoperabilitás Érettségi Modell [*Enterprise Interoperability Maturity Model*, EIMM, 2009] érettségi szintjei a szervezeti modellek alkalmazásának szintjét jelölik. A lehetséges értékek: nem szervezett eseti, létezik, formálisan dokumentált és közreadott, változásokat követő, folyamatosan fejlesztett.²⁰

A bemutatott érettségi modellek közös jellemzője, hogy az érettségi szintek sorrendi minőségi skálát alkotnak, szakértői – esetleg külső ellenőri – vizsgálatok (felmérések, interjúk,

¹⁵ Guédria et al. 2008. *Interoperability Maturity Models. Survey and Comparison*.

¹⁶ Incomplete, Performed, Managed, Established, Predictable, Optimizing.

¹⁷ Isolated, Connected, Functional, Domain, Enterprise.

¹⁸ Independent, Ad hoc, Collaborative, Integrated, Unified.

¹⁹ System specific data, documented data, aligned static data, aligned dynamic data, harmonized data.

²⁰ Performed, Modelled, Integrated, Interoperable, Optimizing.

dokumentum- és adatelemzések stb.) alapján kerülnek meghatározásra, és az adott szint meghatározása mögött részletes szakértői értékelések, indoklások vannak.

A bemutatott érettségi modellek nem az informatikai rendszerek közötti, hanem a szervezeti interoperabilitást értékelik (SPICE, OIM, EIMM), vagy csak az adatcsere általános szintjét, az alkalmazott módszerek fejlettségét mérik (LISI, LCIM). A modellek vizsgálatának tárgya vagy egy szervezet egésze (SPICE, EIM), vagy egy együttműködési rendszer egésze (LISI OIM, LCIM). Egyik modell sem vizsgálja, veszi figyelembe a szervezetek közötti információcsere-igényeket, érettségi szintjeik meghatározásában azok kielégítésének szintje nem játszik szerepet. Ebből következően az érettségi modellek szintjei és a részleges interoperabilitás között nincs meghatározó kapcsolat, egyik sincs alapvető befolyással a másikra. Magas érettségi szintből például nem következik az információcsere igények kielégítésének magas szintje.

2.3 A részleges interoperabilitás dimenziói

Ahogy már korábban is megfogalmaztam, annak, hogy az informatikai interoperabilitás nem teljes, vagyis a felhasználói információcsere-igények teljes körűen nem elégíthetők ki informatikai rendszerek közötti adatcserével, különböző okai lehetnek, amelyek az előrelépés irányai vonatkozásában felhasználói szempontból is érdeklődésre tarthatnak számot. Ezért a következőkben ezeket az okokat összegzem, rendszerezem nagyobb csoportokba.

A csoportosítás alapját korábbi kutatásaim alapján az *interoperabilitás három egymásra épülő szintje* – fizikai, szintaktikai, szemantikai – képezi.²¹ Az interoperabilitás fizikai szintje az információt hordozó anyagi (fizikai) reprezentációk cseréjére vonatkozó képesség. Ez informatikai rendszerek esetében online adatcsere esetén a megfelelő kommunikációs infrastruktúra meglétét, az együttműködő rendszerek közötti fizikai kapcsolati képességet, offline adatcsere esetében pedig a használt adathordozók kezelésének képességét foglalja magában.

Az interoperabilitás szintaktikai szintje az adatcsere során használt üzenet- és adatformátumok, protokollok használatának képessége, amely napjainkban maga is több alszintre tagolható. A hatékony adatcsere támogatására olyan széles, folyamatosan bővülő körben használt adatformátumok jöttek létre, mint az eXtensible Markup Language (XML) vagy a Javascript Object Notation (JSON), amelyek alapját képezik az alkalmazási területfüggő üzenet- és adatformátumoknak. Emellett széles körben használatosak az olyan általános üzenetcsere protokollok, mint a Simple Object Access Protocol (SOAP) és a Representational State Transfer (REST). Ezek használata jelentős mértékben segíti a különböző informatikai rendszerek közötti interoperabilis adatcserét.

Végül az interoperabilitás szemantikai szintje az információcserében érintett információk adatok formájában történő reprezentációi – saját rendszer és partner rendszer, vagy saját rendszer és egy közvetítő reprezentáció – közötti jelentésmegőrző átalakításokra vonatkozó képesség.

²¹ Munk 2007, 44–55.

Az interoperabilitás szintjei és az információcsere-igények kielégíthetősége között szoros kapcsolat van. Magától értetődő, hogy amennyiben két informatikai rendszer között nem áll fenn technikai szintű interoperabilitás, sem teljes, sem részleges interoperabilitás nem lehetséges, egyszerűen nincs mód információt cserélni.

Az *információcsere-igények szempontjából szintaktikai szinten* már több változat is lehetséges. Az érintett információk ugyanis általában több formátumban és több adatcsere protokoll segítségével is cserélhetők. A már hivatkozott saját erők követése képesség esetében a saját erők helyzete és állapota jelenleg két, de hamarosan három üzenetformátumban²² és négy protokoll²³ felhasználásával is küldhető. A különböző üzenetformátumok és protokollok közül egy informatikai rendszer képes lehet egyes üzenetformátumok és egyes protokollok használatára, míg nem képes másokra. Ebben az esetben felhasználói szempontból olyan partnerekkel, amelyekkel van közös üzenetformátum és protokoll, az interoperabilitás teljes, más partnerekkel viszont egyáltalán nincs interoperabilitás.

A fentiek alapján az előző pontban megfogalmazott értelmezés mellett felmerülhet *a részleges interoperabilitás másik, hasznos értelmezése* is, miszerint:

A részleges informatikai interoperabilitás egy informatikai rendszer és együttműködő rendszerek egy köre között az adott rendszer képessége az általuk kezelt, a felhasználó szervezeteik közötti információcsere igények részét képező információkat hordozó adatok szándékolt jelentésüket, értelmezésüket megőrző cseréjére az együttműködő rendszerek egy részével.

A definíció lényegi összetevőit az alábbiak képezik:

- a követelmény az információcsere igények megvalósítását biztosító adatok cseréje;
- az adatokat jelentésmegőrző módon kell cserélni;
- az interoperábilis adatcsere csak az együttműködő rendszerek egy részére terjed ki.

Az új fogalom és definíció bevezetése miatt az előző definíciót minimális mértékben pontosítani kell az alábbiak szerint:

A részleges informatikai interoperabilitás két informatikai rendszer között kölcsönös képességük az általuk kezelt, a felhasználó szervezeteik közötti információcsere-igények részét képező információkat hordozó adatok egy részének (nem egészének) szándékolt jelentésüket, értelmezésüket megőrző cseréjére.

Így két fogalmat kell elkülönítenünk: egy informatikai rendszer részleges interoperabilitását egy másik informatikai rendszerrel és egy informatikai rendszer részleges interoperabilitását informatikai rendszerek egy körével. A második értelmezéshez kapcsolódóan mind az üzenetformátumok, mind a protokollok tekinthetők egy-egy dimenzióknak, amelyek az adott dimenzió szerinti interoperabilitási képességek meglétét írják le az „egyetlen egy sem”-től a „mindegyik”-ig skálán.

²² A korábbi NATO Friendly Force Information (NFFI), valamint a NATO üzenetkatalógus APP-11(D) és APP-11(E) változataiban specifikált Friendly Force Information Message Text Format (FFI MTF D és FFI MTF E) üzenetformátumok.

²³ TCP alapú IP1 protokoll, UDP alapú IP2 protokoll, valamint a Web Service Messaging Profile (WSMP) kérés-válasz [Request-Response] és közreadás-előjegyzés [Publish-Subscribe] protokolljai.

Amennyiben az adatsere szintaktikai szintjén fenn is áll az interoperabilitás, vagyis az együttműködő informatikai rendszerek között lehetséges az adatok cseréje egy egyeztetett protokoll és üzenetformátum segítségével, az információk cseréjét még korlátozhatják szemantikai szintű problémák. Ezek lényege, hogy az adatsere során használt közvetítő reprezentáció (szabványos üzenetformátum) nem alkalmas a küldő vagy fogadó felek *minden egyes információjának teljeskörű jelentésmegőrző átvitelére*.

Például a saját erők követése képesség esetében a fogadó rendszer nem tudja megjeleníteni egyes objektumok típusát, mert nem ismeri az FFT üzenetben szereplő szimbólumkódot, ezért csak általános szimbólumot (blue dot) jelenít meg. Vagy a NATO-térképábrázolás csere (*NATO Vector Graphics, NVG*) képesség esetében be tud olvasni minden NVG térképi elemet, de nem tudja mindegyiket (például térképi felirat) vagy azok egyes tulajdonságait (például kiegészítő adatait, „körülírásait”) értelmezni, felhasználni, megjeleníteni. Ugyanez jelentkezik a küldő oldalon is, például amikor egy rendszer APP-6(D) szimbólumszabványt használ, de az FFT üzenetformátumban csak APP-6(A) vagy APP-6(B) szimbólumkódok használhatók.

Összességében tehát megállapítható, hogy a részleges interoperabilitás szintje egyetlen mérőszámmal történő értékelésén túl részletesebben is jellemezhető egymástól független dimenziók szerinti értékelésekkel is. Ezek köre, mérési skálái további kutatás tárgyát képezhetik.

2.4 Részleges interoperabilitás és az interoperabilitási képességek validációja

A felhasználók egy igényelt új vagy módosított informatikai rendszer interoperabilitási képességeit egy validációs folyamat eredményeként ítélik meg, vethetik össze saját igényeikkel, követelményeikkel. A széleskörű validáció jelentős szakértelmet, erőforrásokat, az interoperabilitás esetében partner rendszerekkel történő együttműködést igényel. A validáció hitelességét független külső minősítő szervezetek biztosíthatják, amelyek egy meghatározott követelményrendszernek történő megfelelést ellenőriznek. Mivel a felhasználói követelmények eltérhetnek az általános követelményektől (egyedi kiegészítő követelmények, opcionális képességek igénye, vagy annak hiánya stb.), a validációs szervezet által nyújtott eredmény csak alapot szolgáltat a felhasználói követelmények teljesülésének megítéléséhez.

Mivel az igényelt új interoperabilitási képességek a gyakorlatban legtöbbször nem teljesen elégítik ki a felhasználói igényeket (tehát az új vagy továbbfejlesztett rendszer csak részleges interoperabilitással rendelkezik), a felhasználónak el kell döntenie, hogy a fejlesztési feladat milyen mértékben teljesült, az elkészült termék milyen mértékben felel meg követelményeinek, átvehető-e tesztelésre, csapatpróbára, alkalmazásba vehető-e, rendszeresíthető-e. A következőkben megvizsgálom az interoperabilitási képességek validációjához kapcsolódó felhasználói feladatokat és ezek kapcsolatát a részleges interoperabilitással.

A NATO-ban az informatikai rendszerek minden résztvevőre érvényes interoperabilitási követelményeit a Föderatív Műveleti Hálózat (FMN) dokumentumai tartalmazzák. A követelményeknek való megfelelés első hivatalos, *technikai szintű validációja* legtöbbször az évenként megrendezésre kerülő *CWIX interoperabilitási gyakorlatokon* történik (mivel ott bizto-

síthatók a teszteléshez szükséges együttműködő rendszerek). Az egyes rendszerek felhasználói a Koalíciós Interoperabilitási Validációs Munkacsoporttól (*Coalition Interoperability Assurance & Validation, CIAV*) kérhetik a hivatalos külső értékelést. A validációs folyamat az adott rendszer önmagában történő tesztelésére, valamint más rendszerekkel folytatott információcseréjének tesztelésére épül. Minden interoperabilitási képesség teszteléséhez számos tesztet áll rendelkezésre, de újabb tesztesetek is létrehozhatók és jóváhagyásuk esetén beke-
rülnek a tesztelési tervbe.

Az egyes felhasználók informatikai rendszereik validációjánál – saját követelményeik alapján – maguk határozzák meg, hogy milyen képességek ellenőrzését kérik. A CWIX interoperabilitási gyakorlaton előre eltervezett, jóváhagyott tesztek kerülnek végrehajtásra, előre egyeztetve az érintett partner rendszerekkel. A validációs értékelés részletesen tartalmazza a tervezett tesztesetek leírását és eredményeit, összegzett értékelést azonban természetesen csak ezekhez kapcsolódóan tartalmaz.

Annak megítélése, hogy a végrehajtott teszt sorozat eredményei mennyiben elégitik ki a felhasználó elvárásait, a felhasználó feladata. Amennyiben az új vagy módosított rendszer interoperabilitási képességei, részleges interoperabilitása eléri az elvárt szintet, a rendszer átadásra kerülhet katonai szervezeteknek tesztelésre, csapatpróbára. Az érintett szervezetek felkészítve, felkészülve a rendszer gyakorlati alkalmazására, beépítve azt a parancsnoki és törzsmunkába már a valós alkalmazást szimuláló gyakorlaton ellenőrzik az interoperabilitási képességek meglétét, elért szintjét, felmerülő hiányosságait.

Az egyes tesztek validációs eredménye és a felhasználói értékelés eltérhet egymástól. Egy végrehajtott teszt eredménye a validációs dokumentumban lehet sikeres, korlátozottan sikeres vagy sikertelen (interoperabilitási probléma). A felhasználó szempontjából a korlátozottan sikeres (esetleg a teszt követelményeitől függően a sikertelen) eredményű teszt is lehet sikeres, amennyiben a feltárt információcsere probléma a felhasználó számára elfogadható.

Ilyen lehet például az, ha az információcsere során egyes harctéri objektumok továbbítása sikertelen, de a saját rendszernek ilyen objektumokat (például űrbeli, haditengerészeti, kibertéri objektumok) nem kell sem küldenie, sem fogadnia. Ilyen az is, ha a teszt során a harctéri objektumok továbbításra kerülnek, azonban egyes tulajdonságaik nem. Ebben az esetben is lehetséges, hogy a saját felhasználói követelmények nem is igénylik ezen tulajdonságok cseréjét (például saját erő követési képesség esetén jelentés megbízhatósága, hitelessége, tervezett jövőbeni pozíció, létszám stb.). Az előzőekben említett harctéri objektumok és tulajdonságok a tesztben azért szerepelhetnek, mert a partner rendszerek követelményei eltérőek lehetnek, ezek továbbítását is tesztelni akarják és gazdaságtalan lenne külön tesztet végrehajtani különböző objektum és tulajdonság csoportokra.

Harctéri objektumokra vonatkozó információk cseréje esetében nem minden objektum, és azok nem minden tulajdonsága játszik egyformán fontos szerepet. A lehetséges objektumok és tulajdonságaik közül kiválaszthatók a műveleti szempontból fontosak,²⁴ ami nem jelenti azt, hogy a további objektumok, tulajdonságok feleslegesek lennének. Ezeket az FMN specifikációk nem tartalmazzák, a listák külön dokumentumként állnak rendelkezésre. Bár

²⁴ Military Operational Requirements (MOR) List.

ezek hivatalos egységes követelmények, a felhasználói követelmények még ezek esetében is eltérhetnek.

Az ellenőrzés következő, műveleti szintjét a NATO Reagáló Erők részét képező egységek számára csapatok részvétele nélkül végrehajtott, híradó és informatikai interoperabilitási képességek ellenőrzését célzó *Steadfast Cobalt parancsnoki és törzsgyakorlatok* képezik. A gyakorlat tapasztalatai alapján határozható meg, hogy az alkalmazott rendszer interoperabilitási képessége, interoperabilitási szintje elegendő-e az alkalmazó szervezet kezdeti műveleti képességének eléréséhez. A kezdeti műveleti képesség követelményeiből vezethető le az interoperabilitási képességek elvárt szintje, minimum követelményei. Az elért interoperabilitási szint még ekkor is lehet csak részleges, amelyet tovább kell emelni, de már nem akadályozza a kezdeti műveleti képesség tanúsítását.

A fentiekből következően az *interoperabilitási követelmények teljesülésének értékelése* mind a technikai, mind a műveleti szinten önálló felhasználói, megrendelői feladat. Technikai szinten az FMN validáció eredményére és további tesztek eredményeire építve a megrendelőnek kell eldönteni, hogy az értékelés eredménye alapján a fejlesztési változat átadásra kerülhet-e az általa kijelölt katonai szervezetnek tesztelésre, majd műveleti szintű ellenőrzésre. Műveleti szinten a helyzet ugyanez, a megrendelőnek kell megítélnie, hogy NATO Reagáló Erőkbe felajánlott szervezet az adott rendszer alkalmazásával, annak interoperabilitási képességeivel eléri-e a kezdeti műveleti képességet.

Az interoperabilitási követelmények teljesülésének értékelése összetett, többtényezős döntési, értékelési megoldásokat igénylő feladat. Ehhez többek között értékelési tényezőket, minimum követelményeket, fontossági sorrendeket, súlyozási tényezőket lehet és kell meghatározni és felhasználni. Az értékelés eredménye lehet egy aggregált interoperabilitási szint (mérőszám) is, ami lényegében a részleges interoperabilitás valamilyen skálán mért értéke. Az ezzel kapcsolatos vizsgálatok, javaslatok egy önálló kutatás tárgyát képezik.

Összegzés, következtetések

Összegzésképpen megállapíthatjuk, hogy – bár heterogén informatikai rendszerek között a gyakorlatban szinte csak részleges interoperabilitással találkozhatunk – a fogalomnak a szakirodalomban nincs széleskörben elfogadott definíciója, kutatások nem foglalkoznak vele, a NATO katonai informatikai rendszerek interoperabilitása szempontjából meghatározó Föderatív Műveleti Hálózat dokumentumaiban sem fordul elő.

A részleges interoperabilitás értelmezését, definíciójának megalkotását az információcsere igények megvalósításának mértékéhez kell kötni. A részleges interoperabilitás, az interoperabilitáshoz hasonlóan viszony fogalom, két vagy több rendszer között fennálló kölcsönös képesség. A fogalom az interoperabilitás általános értelmezésétől függően lehet szimmetrikus és aszimmetrikus is.

A részleges interoperabilitás felhasználói szempontból kiemelt jelentőséggel bír, mivel a valóságban teljes interoperabilitás nem létezik, így a felhasználóknak meg kell tudniuk ítélni a részlegesség mértékét, azt, hogy milyen mértékben és miben elégítik ki információcsere igényeiket. Ennek alapján dönthetnek arról, hogy az adott rendszer használatba vehető-e, ha igen,

akkor milyen feltételekkel és korlátozásokkal és ha nem, akkor milyen további fejlesztéseket igényel. Erre a feladatra jelenleg nem állnak rendelkezésre kidolgozott módszerek, eljárások. A különböző validációs eljárások ezt a célt nem elégítik ki, ehhez csak alapanyagot biztosítanak.

Mivel a publikáció célja egy összetettebb kutatás alapjainak lerakása volt, ebből következően erre épülve több további kutatási irány, kutatási feladat is megfogalmazható. Ezek közül kiemelésre méltó a részleges interoperabilitás információcsere igényekhez kötött mérési skáláinak kutatása, valamint ezek felhasználási lehetőségeinek, módszereinek vizsgálata a felhasználói döntéshozatalban.

FELHASZNÁLT IRODALOM

AAP-06 2021. *NATO Glossary of Terms and Definitions (English and French)*. Brussels: NATO Standardization Office.

Delgado, José C. M 2019. Frameworks for Distributed Interoperability. In: Khosrow-Pour, Mehdi (szerk.): *Advanced Methodologies and Technologies in Network Architecture, Mobile Computing, and Data Analytics*. 1248–1261.

<https://doi.org/10.4018/978-1-5225-7598-6.ch092>

European Commission 2017. *New European Interoperability Framework. Promoting seamless services and data flows for European public administrations*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. ISBN 978-92-79-63756-8

Guédria, Wided, Naudet, Yannick, Chen, David 2008. Interoperability Maturity Models. Survey and Comparison. In: Meersman–Tari–Herrero (szerk.) *On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2008 Workshops*. OTM 2008. Lecture Notes in Computer Science, Vol 5333, Berlin–Heidelberg: Springer.

https://doi.org/10.1007/978-3-540-88875-8_48

MC 0640 2019. *Minimum Level of Communication and Information Systems Capabilities at Land Tactical Level*. North Atlantic Military Committee.

Mendes de Farias, Tarcisio, Wollbrett, Julien, Robinson-Rechavi, Marc, Bastian, Frederic 2023. Lessons learned to boost a bioinformatics knowledge base reusability, the Bgee experience. *GigaScience*, 12. 1–18.

<https://doi.org/10.1093/gigascience/giad058>

Munk Sándor 2007. *Katonai informatikai rendszerek interoperabilitásának aktuális hadtudományi kérdései*. MTA doktori értekezés. Budapest: MTA.

NATO 2022. *Strategic Concept*.

Yahia, Esma, Aubry, Alexis, Panetto, Hervé 2012. Formal measures for semantic interoperability assessment in cooperative enterprise information systems. *Computers in Industry*, 63(5): 443-457.

<https://doi.org/10.1016/j.compind.2012.01.010>