

Dudás Dezső, Somosi Vilmos, Rohács Dániel

A REMOTE TOWER TECHNOLÓGIA POLGÁRI ÉS KATONAI ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI

A remote tower intelligens technológia a repülőtéri funkciók digitalizálásával és integrálásával hatékonyabb megoldásokat biztosít a légiforgalmi irányítás számára, és megteremti a lehetőségét a repülőtértől földrajzilag függetleníthető légiforgalmi szolgáltatás kialakításának. Jelen cikk célja a nemzetközi polgári fejlesztési elgondolások és projektek általános ismertetése, továbbá annak a magyar polgári-katonai együttműködésű kutatásnak a bemutatása, amely válaszokat keres a technológia hazai és műveleti területi alkalmazási lehetőségeire.

Kulcsszavak: remote TWR, távoli toronyirányítás, ANSP, léginavigációs szolgáltatás, repülőtéri irányítás

BEVEZETÉS

A legmodernebb légiforgalmi technológiák jelenleg már lehetővé teszik, hogy a léginavigációs forgalmi szolgáltatók (a továbbiakban: ANSP-k) a repülőtereken kialakított torony épületből történő irányítási kapacitásnak megfelelő, de annak biztonsági szintjét felülmúló, teljes értékű repülőtéri légiforgalmi szolgáltatást (ún. távoli toronyirányítás, a továbbiakban: rTWR) valósítsanak meg lokális vagy a repülőtértől földrajzilag függetlenített (bármilyen távoli infrastrukturális) környezetben, egyéni repülőtéri megjelenítéssel vagy akár több repülőtér egyidejű kiszolgáltatását biztosító multi-rTWR konfigurációban.

A repülőtér üzemeltetők és az ANSP-k számos szempont (pl. forgalom intenzitása és összetétele, toronyépület beruházási, üzemeltetési és rekonstrukciós költségek rentabilitása, informatikai hálózatok rendelkezésre állása és kiépíthetősége, kényszerhelyzeti tartalék infrastruktúra szükségessége, humán erőforrás optimalizáció stb.) alapján határozhatják meg az új technológiával kapcsolatos igényeiket, melyek strukturálása és csoportosítása körvonalazhatja az iparágban egyelőre újdonságnak számító rTWR szolgáltatási és technológiai portfóliót.

A rTWR technológia az elmúlt években sokat fejlődött, és az egyre nagyobb számú szakmai érdeklődés eredményeként napjainkban világszerte jelentős tőkebefektetéssel zajlanak az ez irányú fejlesztések. A rTWR technológia elterjedése és alkalmazhatósága az Európai Bizottság és a légtérfelhasználók által szorgalmazott iparági liberalizációnak koncepciójába is illeszkedik, sőt, a folyamatot bizonyosan erősítő hatással fog bírni [1]. Az ANSP-k üzleti tervében szerepeltetett terminál üzletágnak – a helyi forgalmi körülmények változékonyságából adódó – gazdaságilag érzékenyebb mivolta miatt, illetve a légiforgalom-szervezésének hatékonysága javítása céljából napjainkban egyre gyakoribb az egyes ANSP tevékenységek, így a repülőtéri légiforgalmi irányítói szolgáltatás delegálása [2].

Néhány példa a kiszervezett repülőtéri szolgáltatásra:

- ➔ Austro Control (osztrák ANSP) kilenc németországi regionális repülőtéren [3];
- ➔ NATS (brit ANSP) Gibraltáron és további kilenc spanyolországi repülőtéren [4];
- ➔ DFS (német ANSP) Gatwick nemzetközi repülőtéren [5];

- a svéd ACR AB¹ cég (amely az állami tulajdonú ANSP (LFV) versenytársaként jelent meg az iparágban/piacon) az új nemzeti légügyi törvényi keretek között, tendereztetés eredményeként, húszból már tizenégy svéd repülőtéren nyújt szolgáltatást [6].

A delegálás keretében megjelenő az új nemzetközi ANSP a repülőtéri irányítási tevékenységet a helyi infrastruktúra (és állomány) használatával biztosítja, azonban a rTWR technológia hamarosan lehetővé teszi majd a repülőtéri viszonyoktól való elszakadást, a távoli irányítói környezetből történő (távoli) légiforgalmi szolgáltatás nyújtását.

A technológia iránti elköteleződést igazolja az a szintén figyelemre méltó tény, miszerint a norvég ANSP (Avinor) a KONGSBERG és Indra Navia cégek közösen (első lépésben) 15 norvég repülőtéren valósítják majd meg a rTWR technológia kiépítését [7]. Továbbá említésre érdemes, hogy az európai egyik kiemelkedő HUB repülőtérén, a London Heathrow nemzetközi repülőtéren – a terrorfenyegetettség kockázatának csökkentése, valamint üzletmenet folytonossági elvárások érdekében – 2009 óta üzemben áll egy kamera rendszer nélküli (csökkentett kapacitású) kényszerhelyzeti munkaterem a repülőtértől távoli titkos helyen, mint a világon elsőként üzembe állított rTWR infrastruktúra. Japánban pedig évek óta használnak kamerákat a regionális repterek remote AFIS kiszolgálásához.

Az így kialakítható (a repülőtér és a légiforgalmi szolgáltatás földrajzi függetlenítésének lehetőségét is magába rejtő) rTWR környezetnek és technológiai termék-palettának – az említett közvetlen felhasználói igényeken túl – bizonyos esetekben (pl. a NATO műveletekre felajánlott polgári, a kettős felhasználású, illetve az állami repülések céljára kijelölt repülőtereknél) kiemelt figyelemmel kell lenni a katonai alkalmazói követelményekre, továbbá a béke és minősített időszakos működési feltételek maradéktalan teljesülésére is. Ennek okán külön felértékelődik az új technológiának nem csak a polgári (elsősorban üzleti alapú) alkalmazhatósági vizsgálata, hanem mindazon katonai (műveleti) jellegű kutatás-fejlesztése is, melyek kapcsán elengedhetetlen egyes iparbiztonsági (légiközlekedés-védelmi és repülésbiztonsági), valamint kritikus infrastruktúra védelmi kérdések felvetése és tisztázása, továbbá egyes kockázati tényezők mélyreható elemzése [8].

NEMZETKÖZI KÖRNYEZET

A rTWR technológia kutatás-fejlesztési igényének katalizátora a repülőtéri forgalom és a légiforgalmi szolgáltatás evolúciójában keresendő. A repülőtéri környezetben történő (induló – érkező - átrepülő) forgalom növekedése és egyre komplexebb (IFR²/VFR³/OAT⁴) összetétele a repülőtéri infrastruktúra fejlesztése mellett a légiforgalmi szolgáltatás minőségi szintjének növelését is eredményezte. A kezdetben nem ellenőrzött légtérben kis forgalmat kezelő légiforgalmi tájékoztatás után szükségessé vált a légiforgalmi tájékoztatás és a repülőtéri irányítás bevezetése, amely szolgáltatások az ICAO⁵ hét légtér kategóriájának megfelelően definiálják a légiforgalmi szolgálat és a légi járművek vezetői közötti jogokat és kötelezettségeket.

¹ Aviation Capacity Resources AB (<https://www.acr-sweden.com/about-us/>)

² Instrument Flight Rules

³ Visual Flight Rules

⁴ Operational Air Traffic

⁵ International Civil Aviation Organization

Az 1. ábra „G”-től „A” osztályig bezárólag ismerteti (légiforgalmi szolgálatok növekvő felelősségi szintje szerint a légiforgalmi tájékoztatás és tanácsadástól a repülésirányításig) a nem ellenőrzött és ellenőrzött légtér-kategóriákban nyújtott szolgáltatásokat, és légijármű üzemeltetési feltételeket.

A szolgáltatás formáját többnyire a repülőtéri forgalom nagysága és összetétele határozza meg, de a légitársaságok ragaszkodhatnak a magasabb szintű légiforgalmi szolgáltatáshoz, és a repülőtér igénybevételének (járatindítás) sarkalatos feltételként jelölik meg az ATC⁶ meglétét.

Air-space Class	Flight rule	Separation Provided by ATS	Service Provided	Speed limitation*	Radio communication requirement	Subject to ATC clearance
A	IFR only	All aircraft	ATS	N/A	Continuous two-way	Yes
B	IFR	All aircraft	ATS	N/A	Continuous two-way	Yes
	VFR	All aircraft	ATS	N/A	Continuous two-way	Yes
C	IFR	IFR from IFR IFR from VFR	ATS	N/A	Continuous two-way	Yes
	VFR	VFR from IFR	1) ATC for separation from IFR 2) VFR/VFR traffic information service (and traffic avoidance advice on request)	250 kts IAS below 10000 ft AMSL	Continuous two-way	Yes
D (1)	IFR	IFR from IFR	Air traffic control service, traffic information about VFR flights (and traffic avoidance advice on request)	250 kts IAS below 10000 ft AMSL	Continuous two-way	Yes
	VFR	Nil	IFR/VFR and VFR/VFR traffic information (and traffic avoidance advice on request)	250 kts IAS below 10000 ft AMSL	Continuous two-way	Yes
E (2)	IFR	IFR from IFR	Air traffic control service and, as far as practical traffic information about VFR flights	250 kts IAS below 10000 ft AMSL	Continuous two-way	Yes
	VFR	Nil	Traffic information as far as practical	250 kts IAS below 10000 ft AMSL	No	No
F	IFR	IFR from IFR as far as practical	Air traffic advisory service; flight information service	250 kts IAS below 10000 ft AMSL	Continuous two-way	No
	VFR	Nil	FIS	250 kts IAS below 10000 ft AMSL	No	No
G	IFR	Nil	FIS	250 kts IAS below 10000 ft AMSL	Continuous two-way	No
	VFR	Nil	FIS	250 kts IAS below 10000 ft AMSL	No	No

Remarks:

* When the height of the transition altitude is lower than 10,000 ft AMSL, FL100 should be used in lieu of 10,000 ft

(1): In Class D airspace, both IFR and VFR traffic are required to follow ATC clearances, however, ATC are only responsible for IFR against IFR separation

(2): In Class E airspace, ATC does not provide separation between IFR and VFR traffic, IFR traffic shares responsibility for separation from uncontrolled VFR traffic with that traffic

1.ábra ICAO légtérosztályok és repülési szabályok [9]

A repülőtéri toronyból tehát – a repülőtéri környezetre jellemző forgalmi összetételhez és igényekhez igazodva – a fenti légtér-klasszifikációnak megfelelően biztosított a légiforgalmi szolgáltatás, ebből következően egy esetleges, az aktuális környezetet kiváltó/támogató rTWR infrastruktúrájának is legalább azzal megegyező, vagy magasabb szintű szolgáltatási szintet kell biztosítania. Ennek „nulladik” lépésben történő definiálása (forgalmi környezethez igazodó légiforgalmi szolgáltatási infrastruktúra) határozhatja meg az adott repülőtéren tervezett rTWR

⁶ Air Traffic Control - repülésirányítás

beruházások körülményeit, feltételeit, és hosszú távú fejlesztési irányait.

A légiközlekedés költség-hatékonyágának növelése az Európai Bizottságnak is egyik elsőszámú ágazati elvárása, annak érdekében, hogy Európa versenyképessége javulhasson, ezért az ANSP-knek csökkenteniük kell szolgáltatási díjaikat. A repülésbiztonság és a költség-hatékonyág egymásnak gyakran ellentmondó feltételrendszerében a regionális repülőterek nem képesek rentábilis forgalom szint elérésére/fenntartására a hagyományos módon, így a légiforgalom volumene nem teszi lehetővé, hogy a repülőterek képesek legyenek a szolgáltatás-fejlesztés önálló kigazdálkodására. Az elmúlt évtized technológiai fejlődése azonban mára lehetővé teszi, hogy a szolgáltatásokat az elvárt biztonsági szinten, a korábbi technológiákhoz képest csökkenő költségszint mellett lehessen nyújtani, akár olyan irányító központ által, amely egyszerre több repülőterre is alkalmazza az új technológiai megoldást és szolgáltatást.

A jelen környezetünkben kialakított konvencionális repülőtéri légiforgalmi szolgáltatás fejlődésének maga az emberi képesség is fizikai korlátokat állít. Ez egyben határt szab a forgalom kiszolgálásának és kapacitásának, hiszen a légiforgalmi szolgálat teljesítményét – és ezáltal a szolgáltatási szint formáját és minőségét – többek között a földi és a légi mozgások légiforgalmi irányítói felügyelete is meghatározza.

Ahogy az emberi érzékelés, úgy az információk befogadásának és feldolgozásának gyorsasága is véges kapacitással bír, melynek határait csak a technológia alkalmazásával lehet javítani. Ennek példája a nagyobb kiterjedésű repülőterek előtereinek és mozgási területének felügyeletére bevezetett ún. A-SMGCS⁷ rendszerek és az ott telepített forgalmi ellenőrző és figyelmeztető jelzések, amelyek lehetővé teszik, hogy a repülőtéri irányítók a teljes területet átfogóan és könnyebb lefedéssel ellenőrizhessék. Az irányító toronyban rendszeresített optikai (pl. távcső) eszközök a légijárművek azonosítását segítik, de csak az időjárási körülmények függvényében lehetséges a vizuális felderítés. A forgalmasabb repülőterek légtereinek felügyeletéhez – az irányító személyzet helyzet tudatosságát segítő – az induló/érkező légiforgalom szervezéshez földi telepítésű szenzorok⁸ biztosítanak információkat.

A repülőtéri légiforgalmi szolgáltatók munkatechnológiájára irányuló kutatások azonban bizonyították, hogy az irányító állomány – a tevékenységüket támogató rendszerek ellenére – elsődlegesen a vizuális felderítés és helyzetkép alkotásra hagyatkozva végzik feladatukat, és a munkaterhelést jelentős mértékben növeli a rövid idő alatt többször váltakozó nagy távolságba történő fókuszálás, illetve az ún. „head-down” munkafázis⁹ időtényezője [10]. Ebből adódóan olyan rTWR megvalósítása célszerű, amely a felesleges munkafázisokat csökkentve, a legtöbb hasznos információt biztosítva támogatja a légiforgalmi szakállományt optimalizált tevékenysége eredményes végrehajtásában.

Tekintettel arra, hogy a legmagasabb szintű szabályozások (pl. ICAO Doc 9426 Air Traffic Services Planning Manual) sem követelik meg kötelezően a torony épület meglétét egy repülőtéri szolgálat kialakításához, ill. fenntartásához, ezért a távoli toronyirányítás valódi alternatíva lehet, és érdemi megoldásokat eredményezhet különböző problémákra (erre további nemzetközi példa a Colorado államban működő – budapesti forgalmi kapacitáshoz hasonló – Fort Collins-Loveland

⁷ Advanced Surface Movement Guidance and Control System

⁸ pl. közelkörzeti lokátor (ASR), ADS-B, MLAT, GBAS, SBAS, stb.

⁹ amikor a személyzet az irányítói munkahelyen (Controller Working Position, CWP) rendszeresített rendszerek monitorait használja

Municipal Airport, amelyen az FAA¹⁰ engedélyezte a rTWR technológia kialakítását¹¹).

„Távoli toronyirányítás során korszerű kameratechnológiát használunk repülőtéri irányításhoz. A koncepció lényege az, hogy az irányítókat közelebb tudjuk vinni a forgalomhoz, és ezáltal olyan látványban lehessekn részük, amelyek jelen pillanatban nem elérhetőek az irányító kabinból” [11].

A rTWR technológia vonatkozásában tehát a repülőtéri irányítást és funkciókat támogató rendszerek digitalizálásával és integrálásával biztosítható az emberi teljesítőképesség korlátainak kitolása, megteremtve ezzel a hatékonyabb légiforgalmi szolgáltatási környezetet a forgalmi kapacitás és a repülésbiztonság növelése érdekében. „A rTWR intelligens technológia a repülőtéri funkciók digitalizálásával és integrálásával hatékonyabb megoldásokat biztosít a légiforgalmi irányítás számára” [12].

A kiterjesztett valóság (Augmented Reality) lehetőségeit is kiaknázó, az integrált funkciókat biztosító adatfeldolgozást és megjelenítést új dimenziókba helyező rTWR megvalósítási lehetőségeket kutatása nagy múltra tekint vissza. A légiközlekedési és légiforgalom-szervezési területen jelentkező eltérő szakmai igényeknek megfelelően a K+F+I projektek számos változata fellelhető, amelyek az alábbi tényezők alapján tipizálhatóak (2. ábra).

Szempont	Jellemző
Repülőtéri kapacitás és forgalmi komplexitás	low – medium – heavy VFR – IFR – OAT
Futópálya darabszám és konfiguráció	single – multiple (parallel/crossing) RWY ¹²
Nyújtott légiforgalmi szolgáltatás	AFIS – ATS
Légiforgalmi szakszemélyzet által egyidejűleg felügyelt repülőtér	single – integrated – multi RTC ¹³
Vizuális megjelenítés (CWP) és alkalmazott (beintegrált) rendszerek ¹⁴	panorama (180° vs. 360°) – video wall

2. ábra a rTWR technológiák csoportosítási jellemzői (készítette: Szerzők)

A különböző repülőtéri mutatók, tulajdonságok és jellemzők beazonosításával tehát az egymással megegyező vagy hasonlók egy csoportba sorolhatók, így lehetőség nyílik a repülőtéri igények és projektek egymással való összehasonlítására.

A fenti jellemzők szerint néhány példa az európai környezetben fellelhető rTWR koncepciókra és megvalósulásokra (a teljesség igénye nélkül):

- ➔ **Single rTWR solution:** Svédországban a nemzeti ANSP (LFV) és a SAAB 2015. április 21-én az Örnköldsvik-i repülőtéren, a világon elsőként üzembe helyezte azt a rTWR rendszert, amely lehetővé tette a repülőtér felügyeletét a Sundsvall-ban kialakított irányító központból. Az egy futópályás, alacsony forgalmi intenzitású repülőtéri projektet elsődlegesen az irányítói humán erőforrás-gazdálkodás optimalizációja hívta életre. [13]
- ➔ **Single rTWR solution (for multiple RWY):** a Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtéren (LHBP) kialakításra tervezett rTWR technológia egyedülálló a maga nemében,

¹⁰ Federal Aviation Administration

¹¹ forrás: <http://www.airtrafficmanagement.net/2015/10/virtual-control-tower-for-fort-collinsloveland/>

¹² Runway

¹³ Remote Tower Centre

¹⁴ infra/PTZ kamera, CNS, MET, ASM, ATFM rendszerek, e-strip (repülés-nyilvántartó szalag), stb.

ugyanis két egymással párhuzamos futópálya vizualizációját kell megvalósítani, a jelenleg is rendszeresített kiszolgáló és támogató (légiforgalmi irányítói és tájékoztató¹⁵, CNS¹⁶, meteorológiai, légtér-gazdálkodó és áramlásszervező) rendszerek integrálásával, és videófal-jellegű vizualizációval.



3.ábra A HungaroControl rTWR CWP éjszakai tesztelés során

A magyar projekt további sajátossága, hogy az implementációs ütemtervnek megfelelően 2018-tól a repülőtéri irányítás teljes mértékben kivonul a budapesti nemzetközi repülőtér szimbólumának számító, több mint 30 éves irányító torony épületből, és kizárólag rTWR, illetve annak tartalékát biztosító ún. cTWR¹⁷ környezetből lehet végrehajtani a közeljövőben [14].

- ➔ Integrated rTWR solution: a németországi ANSP (DFS) az egyfutópályás Saarbrücken-i repülőtéri rTWR környezet mellett a közeljövőben kialakításra kerülő Erfurt és Drezda repülőterek rTWR munkahelyeit be kívánja integrálni a Lipszében kialakításra kerülő RTC-be. A rTWR munkahelyek egy irányító terembe történő telepítése ellenére a repülőterek irányítása egymástól elkülönítve fog történni. [15]
- ➔ Multi rTWR solution: a holland szimulációs K+F projekt keretében 2016 szeptemberében a holland ANSP (LVNL) Schiphol-i központjában került kialakításra az az irányító központ, amelyben tesztelésre került a keresztpályás Groningen-Eelde repülőtér kamera rendszerrel biztosított valós idejű forgalma, és az egypályás Maastricht-Aachen-i repülőtér (EHBK) szimulált környezete került megjelenítésre. [16] A SESAR projekt keretében virtuális megjelenítést a holland kutató intézet (NLR) NARSIM rendszere biztosította [17].

KUTATÁS-FEJLESZTÉSI ELGONDOLÁSOK

A SESAR¹⁸ az Európai Unió Egységes Európai Égbolt kezdeményezésének modernizációs, technológiai alappillére, olyan nagyszabású kutatás-fejlesztési program, amely alapvetően az európai légtér töredezettségének csökkentését, valamint a repülésbiztonság, a hatékonyság, költség-hatékonyság, az ATM rendszer szintű kapacitásának növelését célozza.

¹⁵ ATC és AIS

¹⁶ Communication, Navigation, Surveillance

¹⁷ contingency remote Tower

¹⁸ Single European Sky ATM Research

A SESAR keretében kifejezetten a kis forgalmú (50.000 mozgás/év, egy futó pálya, egy időben egy mozgású) repterekre fejlesztették ki az ún. „Single rTWR” koncepciót. A toronyirányító szakszemélyzet felé elvárás, hogy folyamatosan megfigyelés alatt tartsák a felelősségi körükbe tartozó repülőteret és közvetlen környékét¹⁹. Az új elképzelés szerint az irányító személyzetet nem feltétlenül a repülőtéren kell elhelyezni, hanem a repülőtér képét kell az irányítókhoz eljuttatni pl. zárt láncú TV-kamerák segítségével (DOC 9426 ICAO Doc 9426 Air Traffic Services Planning Manual 2.1.2 fejezete). Az irányítási szolgálat kialakításánál ekkor a toronyépületben való elhelyezés, mint legerősebb fizikai korlát alkalmazásától mentesülve lehetséges a költséghatékonyság szempontjának előtérbe helyezése, úgy hogy a repülésbiztonság nem sérül.

Kiterjedt nemzetközi K+F program során a rTWR koncepció validálásra került, és a SESAR mint a kisforgalmú, regionális repülőterek költséghatékony eszközét 2014 nyarán publikálták [18]. A megállapítások egyike, hogy a rTWR alkalmazásával lehetőség nyílik olyan repülőterek számára a légiforgalmi szolgáltatások biztosítása, ahol jelenleg nem elérhető, vagy körülményes és túl drága a személyzet hagyományos elhelyezése.

A SESAR keretében validált műszaki megvalósítás lehetőségével igazolták a kamerák teljes értékű alkalmazhatóságát az irányítás számára, valamint beazonosították az alábbi előnyöket:

- Költséghatékonyság;
- hosszú- távú működőképesség;
- alacsonyabb humán-erőforrás költség;
- regionális repterek támogathatósága.

Az európai folyamatokkal összhangban, a legmagasabb szintű globális légiforgalmi szervezet, az ICAO az ASBU B1-81 fejlesztési modulban globálisan is megfogalmazta a rTWR alkalmazását kisforgalmú repülőterek számára [19]. Az ICAO tagok körében általános az egyetértés, hogy a technológia megvalósításával legalább az alábbi területeken érhető el fejlődés:

- repülésbiztonság;
- alacsonyabb fenntartási költség a reptéren;
- alacsonyabb költséggel nyújtható irányítási szolgáltatás a légtér használók számára;
- hatékonyabb humán erőforrás felhasználás;
- magasabb helyzet-tudatosság az alacsony láthatóság esetén használhat képjavítás segítségével;
- magasabb forgalmi kapacitás alacsony láthatóság esetén;
- magasabb forgalmi kapacitás kényszerhelyzeti szituációkban.

A legfrissebb SESAR Soution Catalogue pedig már tartalmaz egy megoldást a két, kis forgalmú repülőtér multi-rTWR technológiával történő irányításra [20].

A kutatási eredményeket felhasználva az európai repülésbiztonsági ügynökség (EASA) is hivatalosan publikálta a hatóság értelmezését és implementációs útmutatóját a távoli toronyirányításra vonatkozóan [21]. A hatóság állásfoglalása szerint nem szükséges új, speciális szakszolgálati engedély a rTWR alkalmazása esetén, mert az irányítási szolgáltatás megegyezik a hagyományosan nyújtott szolgáltatással.

A fentiekkel összhangban szintén kiadásra került a távoli toronyirányítás vizuális rendszereinek

¹⁹ ICAO DOC 4444 7.1.1.2 szerint

elsődleges szabványosítása (EUROCAE ED-240), amely magában foglalja a nagyobb forgalmú, összetett irányítási rendszerekkel rendelkező repülőtereket is

KATONAI ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEK

Annak ellenére, hogy a polgári területen évek óta folynak kutatások és implementációs projektek a rTWR technológia alkalmazásával összefüggésben, a katonai fél egyelőre „óvatos” szereplőként követi az eseményeket. A fent vázoltak viszont egyértelműen szemléltetik, hogy a rTWR technológiában rejlő potenciál nem csak a polgári légiközlekedési területen, hanem az állami célú légiközlekedésben is hatékonyan kamatoztatható. A rTWR elemei a katonai repülőtereken nyújtott légiforgalmi irányítói tevékenységek hatékonysági mutatóit is javíthatják, így a katonai légiforgalmi szolgálatok is aktív szereplői lehetnek XXI. század Szövetségi katonai műveleteire jellemző ún. „*smart defence*” stratégiai koncepciónak [22].

A rTWR kutatás-fejlesztésben, a *smart defence* vonatkozásában, egyelőre fel nem tárt területek és alkalmazási lehetőségek mutatkoznak, amelynek részeként lehetőség nyílik a korszerű és digitalizált katonai repülőtéri műveleteket integrálni a NATO országok kollektív védelmi eszközrendszerébe. Emellett a rTWR technológia hozzáadott értéket teremthet a Szövetség expedíciós műveleteiben az információs fölény kivívásához és alkalmazásához, a kiber-védelem és az interoperabilitási képességek további fejlesztéséhez, és nem utolsósorban a nagy értékű képviselő emberi erő védett környezetben történő foglalkoztatásához²⁰ [23].

A rTWR katonai alkalmazhatósága honvédelmi környezetben azonban nem feltétlenül jelenti az adott repülőtéri környezettől távoli kialakítást. A katonai potenciál a rTWR technológiában rejlő előnyök kiaknázását jelenti (lokálisan vagy távoli környezetben), melyet az alábbi körülmények közötti (interoperabilis) telepíthetőségek függvényében kell érvényesíteni, békeidőben és minősített időszakban egyaránt (4. ábra).

Elhelyezkedés	Hazai környezet	Műveleti terület
Létező repülőtéri infrastruktúra	Budapest, Pápa	Kabul Nemzetközi Repülőtér
Ideiglenes infrastruktúra	Várpalota lőtér, ideiglenesen kijelölt heliport	ISAF Camp Bastion

4. ábra Katonai alkalmazhatósági kategóriák (készítette: Szerzők)

A rTWR katonai környezetben való kiépítésénél – a polgári beruházásokkal ellentétben – külön hangsúlyt kap a technológia kiépítésének, üzemeltetésének és fejlesztésének időintervallum szerinti definiálása. Egy helyi (hátszági) üzemeltetés gyakorlatilag megegyezik a polgári környezetben tervezett beruházással, azzal a különbséggel, hogy az investálásnak nincs forgalmi bevételi megtérülési indexe, illetve a katonai alkalmazási környezet esetlegesen szigorúbb műszaki követelményeket támaszt (zavarvédelem, ellenálló-képesség stb.). Egy mobil rendszer esetében pedig a gyors telepíthetőség és szállíthatóság lesznek a kiemelt szempontok.

A katonai alkalmazhatóságú rTWR kutatás-fejlesztése tehát az általános (hátszági fix telepítésű alkalmazáshoz szükséges) hadműveleti követelmények meghatározása mellett a moduláris

²⁰ a katonai RPAS koncepcióhoz hasonlóan

és mobilitási (gyors szállíthatóság és aktiválás) képességeinek vizsgálatát is jelenti. Az eredmények elérhetővé teszik rTWR technológia NATO telepíthető ATM komponens (újabb nevén NATO Deployable Airbase, NDAB²¹) képességen belüli jövőbeni alkalmazását, mely koncepció kialakításában a Szövetségen belül egyelőre a Magyar Honvédség és a HungaroControl vállalt vezető szerepet. A közös kutatás-fejlesztés a 2016 márciusában indított SESAR 2020 technológiai K+F programhoz való csatlakozás eredményeként valósulhat meg, melynek keretében (a budapesti, debreceni és pápai repülőtereken) lehetőség nyílik aktív szerepet vállalni két olyan kiemelt vonatkozású projektben, melyek jelentős mértékben meghatározhatják a polgári és katonai léginnavigációs szolgáltatás jövőképét:

- *Remotely Provided Air Traffic Service for Multiple Aerodromes* (PJ05-02) Budapest, Debrecen és Pápa repülőterek demonstrációja egy több repülőteret kiszolgáló integrált irányítói munkakörnyezet kifejlesztésére;
- *Remotely Provided Air Traffic Services from a Remote Tower Centre with a flexible allocation of aerodromes to Remote Tower Modules* (PJ05-03) szimuláció kifejezetten a repülésirányítók és a repülőterek flexibilis összerendezésének vizsgálására.

A pápai katonai forgalmi környezet (a hazai normál üzemmenet szerinti és a nemzetközi komplex gyakorlatok forgalmi összetétele alapján) alkalmas a katonai speciális indulási/érkezési eljárások rTWR környezetben való megjelenítésének szimulálására. A katonai gyakorlatok keretében az eljárások például az alábbiakra terjedhetnek ki:

- nagy/kis magasságú műveleti bejöveteli és kényszerhelyzeti eljárásokat;
- kötelékrepüléseket (beleértve a gyülekezés/oszolj manővereit);
- deszant műveleteket (ejtőernyős/teher);
- infra zavaróöltet alkalmazását;
- kényszerhelyzeti műveleteket (fegyverzet vészledobás, katapultálás, futópálya roncsolódása miatt kényszerhelyzeti leszálló mező, kamerák/légijármű személyzet elleni lézeres támadás);
- veszélyes áru kezelése (le/felfegyverző és mentesítő zóna);
- madár és RPAS²² detektálást és riasztási eljárásokat.

A demonstrációs környezetben különösen nagy hangsúlyt terveznek fektetni a rTWR és a földi (al)egységek, kiszolgáló elemek közötti együttműködés és adatkapcsolat tesztelésére is:

- tűzoltó szolgálat;
- repülőtér karbantartás;
- repülőtér őrzés védelem (frekvenciazavarás, külső belövések azonosítása);
- elfogó rendszerek működtetése (ATU-2, BAK-12);
- bázis földi légvédelem;
- tűzszerész alegységek;
- harcálláspont, repülő-műszaki szolgálat, repülő századparancsnokság.

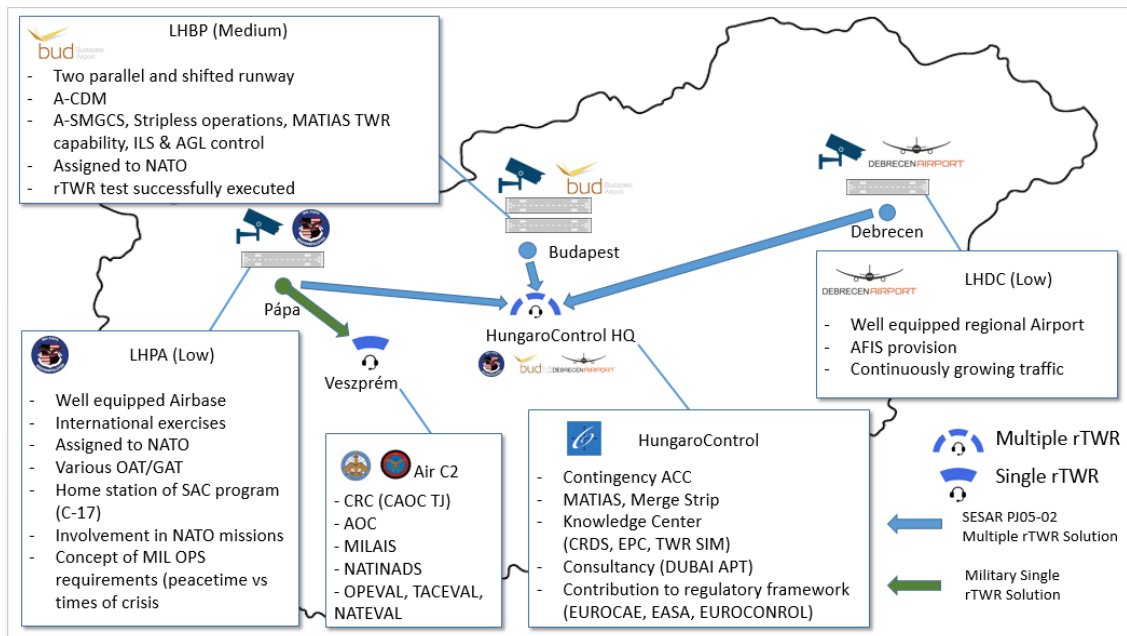
A fent vázolt kutatás-fejlesztések során feltárt megállapítások, szükségletek az NDAB koncepciójába kerülnek betagozódásra. A NATO pristinai és afganisztáni missziói során szerzett ta-

²¹ NATO SHAPE által menedzselte koncepció

²² Remotely Piloted Aircraft System

paszlatatokon alapuló, több mint tíz éve folyamatosan fejlesztett koncepció alapján a komponens az fő működési terület szabványosítását és képesség-alapú erőgenerálását célozza [24]:

- repülőtéri szolgáltatok;
- repülőtéri és eljárás szerint működő bevezető légiforgalmi irányító szolgálat;
- bevezető és leszállító radar légiforgalmi irányító szolgálat;
- légiforgalmi tájékoztató szolgálat, beleértve az eljárástervező szolgálatot;
- navigációs és híradó szolgálat;
- meteorológiai szolgálat, beleértve a madárveszély elhárítást is;
- tűzoltó és hó eltakarító szolgálat;
- földi kiszolgálás;
- repülőtér üzemeltető és karbantartó szolgálatok.



5.ábra a honvédelmi tárca és a HungaroControl közös K+F tevékenysége (forrás: HM)

A honvédelmi tárca rTWR fókuszú K+F tevékenysége a Magyar Honvédség légiforgalom-szervezési rendszere korszerűsítését célzó MANS 2010+ programjának is részét képezi. A program, mely megteremti a lehetőségét a NATO és Európai Unió ATM fejlesztési stratégiák Magyar Honvédségbe történő folyamatos beillesztésének, fő célkitűzései különösen [25]

- a Magyar Honvédség közép- és hosszú távú ATM stratégiájának kidolgozása;
- a katonai repülőterekre vonatkozó ATM/CNS korszerűsítési szükségletek és követelmények meghatározása, együttműködés a katonai légiforgalom-szervezést érintő hadműveleti követelmények kidolgozásában;
- megvalósíthatósági hatástanulmányok elkészítése, elemzése, a katonai ATM/CNS rendszerek és ATM munkatechnológiai eljárások polgári rendszerekkel és eljárásokkal való harmonizálása;
- az MH telepíthető ATM képesség kialakításának előkészítése az EU, illetve NATO részére történő nemzeti felajánlás körének bővítéséhez.

A MANS2010+ program és a fent nevezett SESAR projektek eredményeként felmutatott hazai rTWR kutatások eredményei a NATO rendszerében – a smart defence elgondolás szerinti

NDAB koncepció keretében életre hívott – Deployable Airbase Activation Modules (DAAM) projektben kerülnek hasznosításra. Ennek megfelelően a rTWR katonai alkalmazhatóságának lehetőségeit a NATO műveleti repülőtér-üzemeltetési életciklusához igazítva kell vizsgálni és meghatározni. Az NDAB és DAAM szerint az életciklus főbb fázisai:

- hadműveleti igény definiálása;
- többnemzeti erőgenerálás (képeségek felajánlása) és repülőtér aktiválás (kitelepülés);
- egy éves ideiglenes műveleti térségi üzemeltetés;
- hadműveleti körülmények függvényében a repülőtér hosszabb idejű üzemeltetése;
- az adott térség (ország) légtér-normalizációs folyamata szerint a repülőtér visszaállítása a békeidejű polgári üzemeltetési környezetre.

ÖSSZEGRZÉS

A rTWR a légiközlekedési iparág egyik legígéretesebb és legdinamikusabban fejlődő kutatás-fejlesztési területe. A polgári légiforgalom viszonylatában új távlatok nyílhatnak meg a költségghatékonyabb és magasabb repülésbiztonsági szintű léginavigációs szolgáltatásban, mely egyben vizionálja a repülőtéri irányítói szolgáltatás liberalizációjának felgyorsulását, illetve a repülőterek, illetve szolgáltatók valódi földrajzi függetlenedését.

A polgári légiforgalmi szolgáltatási környezetben végzett előzetes vizsgálatok és kutatások megállapították, hogy a rTWR technológia, mint intelligens közlekedési rendszer (ITS) jövőbeni alkalmazása az alábbi előnyöket biztosíthatja [26]:

- közép- és hosszútávon megtérülő beruházás;
- optimalizálható humán-erőforrás felhasználás;
- regionális repterek támogathatósága;
- repülőtéri légiforgalmi szolgáltatási szint és forgalmi kapacitás növelése;
- repülőtéri irányításban használt információk hatékonyabb felhasználása.

A hazai előzetes vizsgálatok és elemzések is rámutattak annak a lehetőségére, hogy a nemzeti léginavigációs szolgáltató (HungaroControl) székházában kialakítandó virtuális központ képes lehet egyes vidéki repülőterek légiforgalmi szolgáltatásának biztosítására is, amely potenciált jelenthet a regionális repülőtéri üzemeltetés minőségi szintjének és a forgalmi kapacitás növelésére [27].

A rTWR technológia az állami célú légiközlekedésben is alkalmazható, melynek jelentőségét felismerve a Honvédelmi Minisztérium és a HungaroControl közös stratégiai együttműködés keretében kezdte meg kutatás-fejlesztési projektjeit. A béke- és minősített időszak rTWR üzemeltetéséhez szükséges az alkalmazói (hadműveleti) követelmények meghatározása érdekében a katonai részvételű K+F+I tevékenységek keretében különösen az alábbi szempontokat kell vizsgálnia a feleknek:

- költségghatékonyaság;
- telepíthetőség és interoperabilitás;
- korlátozott infrastrukturális környezetbe történő implementálás üzemeltetés;
- kiber-biztonság és fizikai védelem;
- kiképzés és katonai hatósági engedélyezés.

A honvédelmi tárca által indított *Military Single rTWR solution* projekt várhatóan 2019-re hoz eredményeket a fent vázolt területeken és kérdéskörben. Az elképzelések szerint a katonai

rTWR K+F tevékenység a honvédelmi tárca által indított Zrínyi 2026 haderő-fejlesztési koncepcióba is beilleszthető, amely biztosítja majd a Magyar Honvédség légiforgalom-szervezési rendszerének korszerűsítését, egyben megteremti a lehetőségét a MH telepíthető ATM képesség kialakításának előkészítését az EU, illetve NATO nemzeti felajánlású műveleteihez [28].

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Somosi Vilmos: Légiforgalmi irányítói szolgáltatás delegálása lehetőségeinek és feltételeinek általános vizsgálata. Hadmérnök XI. Évfolyam 4. szám - 2016. december (34-45. old.)
- [2] Somosi Vilmos: Kényszerhelyzeti eljárások kezelése delegált légiforgalmi irányítói környezetben. Repülés-tudományi Közlemények XVIII. Évfolyam 2016/3. szám (37-48. old.)
- [3] LSSIP AUSTRIA YEAR 2015 LEVEL 1 (e-dok.) url: <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/content/documents/official-documents/reports/lssip2015-austria.pdf> (2016.09.01.)
- [4] LSSIP UNITED KINGDOM YEAR 2014 LEVEL 1 (e-dok.) url: <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/content/documents/official-documents/reports/lssip2014-unitedkingdom.pdf> (2016.09.01.)
- [5] DFS: ANS takes over tower services at Gatwick Airport (online) url: https://www.dfs.de/dfs_homepage/en/Press/Press%20releases/2016/01.03.2016.-%20ANS%20takes%20over%20tower%20services%20at%20Gatwick%20Airport/ (2016.03.01.)
- [6] ATC Network: Swedish game changer aims to break into the European air traffic services market (online) url: <http://www.atc-network.com/atc-news/swedish-game-changer-aims-to-break-into-the-european-air-traffic-services-market> (2017.02.21.)
- [7] Kongsberg: Remote Towers presented: Significant international potential (online) url: <https://www.kongsberg.com/en/kog/news/2015/september/biggest-contract-for-remote-towers/> (2015.09.30.)
- [8] Dr. Palik Máttyás - Somosi Vilmos: A léginavigációs infrastruktúra-fejlesztés kockázatelemzési sajátosságai. Repülés-tudományi Szemle 2017/1.
- [9] ICAO Annex 11 Air Traffic Services, Chapter 2, Section 2.6 (szerkesztette: Szerzők)
- [10] N. Fürstenau, M. Schmidt, M. Rudolph, C. Möhlenbrink, W. Halle: Augmented vision videopanorama system for remote tower operation. 26. ICAS 2008. (e-dok.) url: http://www.icas.org/ICAS_ARCHIVE/ICAS2008/PAPERS/093.PDF (2008.10.19.)
- [11] HungaroControl: rTWR (Remote Tower, távoli toronyirányítás) 2016 (online) url: https://www.youtube.com/watch?v=tuHb_W3Z3rU
- [12] SAAB: Remote Tower Transformation of air traffic services (online) url: <http://saab.com/fin/security/air-traffic-management/air-traffic-management/remote-tower/>
- [13] LfV: Sweden first in the world with remotely operated air traffic management (online) url: <http://lfv.se/en/news/news-2015/sweden-first-in-the-world-with-remotely-operated-air-traffic-management> (2015.04.21.)
- [14] HungaroControl: Remote Tower (online) url: <http://en.hungarocontrol.hu/knowledge-center/remote-tower> (2017.01.14.)
- [15] DFS: DFS selects remote tower technology from Frequentis (online) url: https://www.dfs.de/dfs_homepage/en/Press/Press%20releases/2015/03.06.2015.-%20DFS%20selects%20remote%20tower%20technology%20from%20Frequentis/ (2015.06.03.)
- [16] NLR: Remote Tower Live Trials in the Netherlands (online) url: <http://www.nlr.org/news/remote-tower-live-trials-in-the-netherlands/> (2017.03.01.)
- [17] NLR: NLR uses NARSIM successfully in simulations of Remote Tower Operations (online) url: <http://www.nlr.org/news/nlr-uses-narsim-successfully-in-simulations-of-remote-tower-operations-for-sesar-consortium-partners-in-the-netherlands/> (2016.07.26.)
- [18] SESAR JU: Unpacking SESAR solution pack at Dublin (online) url: <http://www.sesarju.eu/newsroom/events/unpacking-sesar-remote-tower-services> (2014.06.12.)
- [19] ICAO: ASBU Modules B1-RATS: Remotely Operated Aerodrome Control (online) url: <http://www.icao.int/Meetings/anconf12/Lists/ASBU%20Modules/DispForm.aspx?ID=31&ContentTypeId=0x01003DF68BF62BD5034D95AF12078E0A7CAA> (2012.07.23.)
- [20] SESAR JU: SESAR Solutions Catalogue SJU References #52/ Release 4 (online) url: http://www.sesarju.eu/sites/default/files/solutions/SESAR_Solutions_Catalogue.pdf (2016.)
- [21] ED Decision 2015/015/R Requirements on Air Traffic Controller licensing regarding remote tower operations

- [22] NATO: Smart Defence (online) url: http://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_84268.htm (2017.02.20.)
- [23] Szegei Péter: NATO Smart Defence: Nagyobb biztonság kevesebb kiadással. Hadtudományi Szemle 2015. VIII. évfolyam 1. szám. (e-dok.) url: http://uni-nke.hu/downloads/kutatas/folyoiratok/hadtudomanyi_szemle/szamok/2014/2015_1/15_1_bp_szegedip.pdf
- [24] Vas Tímea – Somosi Vilmos: A Magyar Honvédség mobil ATM komponens lehetőségei a NATO hadműveleti repülőterein. Repüléstudományi Közlemények különszám 2010. április 16.
- [25] Somosi Vilmos – Vas Tímea: A Magyar Honvédség légiforgalom-szervezési rendszere korszerűsítésének fő irányai. Repüléstudományi Közlemények különszám 2011. április 15.
- [26] Markovits-Somogyi Rita: Intelligens közlekedési rendszerek a légiforgalmi irányításban. Repüléstudományi Közlemények 2015/3 (online) url: http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2015_3/2015-3-Repulestudomanyi_kozlemenyek.pdf (2016.01.01.)
- [27] Dudás Dezső, Markovits-Somogyi Rita, Török Ádám: Virtuális repülőtéri irányító központ Közlekedésbiztonság: A Nemzeti Közlekedési Hatóság szakmai lapja, 2012/3-4. pp. 14-17 (online) url: <https://www.nkh.gov.hu/media-kozpont/kiadvany/-/b/19678/kozlekedesbiztonsag-2012-3-4-szam> (2012.12.31.)
- [28] Honvédelem.hu: Zrínyi 2026 Az átfogó fejlesztések időszaka következik (online) url: <http://www.honvedelem.hu/cikk/61339> (2017.01.16.)

ADVANTAGES OF THE REMOTE TOWER TECHNOLOGY IN CIVIL AND MILITARY AVIATION

The remote tower intelligent technology can provide smart approach to air traffic services by digitalizing and integrating certain airport functions. It can also provide solutions for the geographical independence of air traffic control from supported airport. The article introduces the international civil R&D concepts and also the Hungarian civil-military cooperation which aims to find disentanglement for domestic and deployable military remote tower operation.

Keywords: remote tower NDAB, DAAM multi rTWR, cTWR, RTC

Somosi Vilmos
FAB program menedzser és polgári-katonai
együtműködési koordinátor
HungaroControl Magyar Légiforgalmi Szolgálat Zrt
vilmos.somosi@hungarocontrol.hu
orcid.org/0000-0002-4763-2174

Somosi Vilmos
FAB Program manager and civil-military cooperation
coordinator
HungaroControl Hungarian Air Navigation Services
vilmos.somosi@hungarocontrol.hu
orcid.org/0000-0002-4763-2174

Dr. ROHÁCS Dániel, PhD
Szakmai Fejlesztési Osztályvezető
HungaroControl Magyar Légiforgalmi Szolgálat Zrt
daniel.rohacs@hungarocontrol.hu
orcid.org/0000-0002-4629-4417

Dr Daniel ROHACS, PhD
Head of Research, Development & Simulation Dept.
HungaroControl Hungarian Air Navigation Services
daniel.rohacs@hungarocontrol.hu
orcid.org/0000-0002-4629-4417

Dudás Dezső
Kutatás-fejlesztési Csoportvezető
HungaroControl Magyar Légiforgalmi Szolgálat Zrt
dezszo.dudas@hungarocontrol.hu
orcid.org/0000-0001-7482-4334

Dezső Dudás
Head of R&D Unit
HungaroControl Hungarian Air Navigation Services
dezszo.dudas@hungarocontrol.hu
orcid.org/0000-0001-7482-4334



http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2017_1/2017-1-14-0398_Dudas_D-Somosi_V-Rohacs_D.pdf

