

Széchenyi István Egyetem
Építész-, Építő és Közlekedésmérnöki Kar
Közlekedési Tanszék

A pilóta nélküli légi járművek légtérbe integrálása

dr. Horváth Balázs
Tuzson Gergely

Török Ágnes
Közlekedésmérnök
Közlekedési rendszerek

Győr
2017

Hallgatói nyilatkozat

Alulírott Török Ágnes, a Széchenyi István Egyetem hallgatója kijelentem, hogy A pilóta nélküli légi járművek légtérbe integrálása c. diplomamunka a saját munkám, abban csak a megjelölt forrásokat, és a megjelölt mértékben használtam fel, az idézés szabályainak megfelelően, a hivatkozások pontos megjelölésével.

Eredményeim saját munkán, számításokon, kutatáson, valós méréseken alapulnak, és a legjobb tudásom szerint hitelesek.

Győr, 2017. május 18.

Török Ágnes

hallgató neve

Konzultációs lap diplomamunka feladathoz

Dátum	Tevékenység	Aláírás

A diplomamunka megfelelő / nem megfelelő:

.....
.....
dátum külső konzulens

A diplomamunka megfelelő / nem megfelelő:

.....
.....
dátum belső konzulens

A diplomamunka bírálatra bocsátható:

.....
.....
dátum tanszékvezető

Bíráló	név:		
	beosztás:		
	javasolt érdemjegy:		Aláírás:

Tanszéki javaslat:

.....
.....
.....
éremjegy dátum tanszékvezető/belső konzulens

A Záróvizsga Bizottság döntése:

.....
.....
.....
éremjegy dátum ZVB elnöke

Tartalomjegyzék

Bevezetés.....	3
1. Történelmi áttekintés.....	4
2. Alkalmazási területek.....	7
3. Nemzetközi és hazai jogszabályi háttér.....	9
3.1. Nemzetközi jogszabályok.....	9
3.2. Hazai jogszabályi háttér.....	9
4. Kockázatelemzés és a kockázatcsökkentési megoldások.....	13
4.1. A kockázatelemzés módszere.....	13
4.2. Repülési szabályok.....	16
4.3. A képzési rendszer.....	17
4.4. A nyilvántartás.....	19
4.5. Műszaki paraméterek.....	20
4.6. Információ.....	23
4.7. Repülőterek.....	26
4.8. Időjárás.....	28
4.9. Emberi tényező.....	28
4.10. Következtetés.....	30
5. Egységes szabályozási rendszer lehetősége.....	31
5.1. Szabályozás az Európai Unió tagállamaiban.....	31
5.2. Javaslat az Európai Unió szabályozására.....	33
5.3. A szabályozási javaslat hiányosságai.....	37
5.3.1. Fogalommeghatározások.....	37
5.3.2. Nyilvántartás.....	38
5.3.3. Képzés.....	39
5.3.4. Technológiai fejlesztések.....	39
6. Légiforgalmi rendszerbe integrálás.....	41
6.1. Az UTM szükségessége.....	41
6.2. Az UTM megvalósításához szükséges feltételek.....	43
6.2.1. Azonosítás.....	43

6.2.2.	Légiforgalmi adatok	43
6.2.3.	Kommunikáció	46
6.2.4.	Elkülönítés biztosítása	50
6.2.5.	Helymeghatározás	54
6.2.6.	Kényszerhelyzeti eljárások	55
6.3.	Az UTM működése	56
6.4.	Repülőesemények.....	58
6.5.	Felderítés	59
6.6.	Az UTM funkciói	61
	Összefoglalás.....	63
	Hivatkozások	64

Melléklet: Légiforgalmi Térkép ICAO 1:500000

Bevezetés

A diplomamunkám célja, hogy az általam elvégzett kutatás során fellelt anyagokból, a szakmai tapasztalataimra támaszkodva és az utóbbi néhány évben megfogalmazódott nemzetközi irányelvek alapján egy olyan lehetséges folyamatot mutassak be, amely jó kiinduló alap lehet a pilóta nélküli légi járművek légtérbe történő integrálásához.

A pilóta nélküli légi járművek történelmi áttekintését és a legnépszerűbb felhasználási módjuk bemutatását követően megvizsgálom, hogy hazánkban ezekkel az eszközökkel a hatályos jogszabályok szerint hogyan lehet szabályos keretek között repülést végrehajtani. Ezt követően nemzetközileg elfogadott kockázatelemzési módszer segítségével megvizsgálom, hogy a jelenlegi jogszabályi háttérből való kimozdulás milyen veszélyeket rejthet magában, valamint milyen kockázatcsökkentési intézkedések bevezetése szükséges ahhoz, hogy – a napjainkban viszonylag körülményesnek mondható működtetés helyett – egy szabadabb felhasználás váljon elérhetővé a megfelelő repülésbiztonsági szint fenntartása mellett.

Megvizsgálom az Európai Unió, a pilóta nélküli légi járművek alkalmazására vonatkozó egységes szabályozási keretrendszer tervezetét, amely kockázatalapú megközelítést alkalmaz a repülési szabályok megfogalmazásának tekintetében. Feltárom a tervezet hiányosságait, majd megoldási javaslatokat fogalmazok meg annak érdekében, hogy a közös szabályozás minden nemzet számára elfogadható és betartható kötelezettségként jelenjen meg. Ezt követően az egységes szabályrendszerre épülő, kifejezetten a pilóta nélküli légi járművek irányítását biztosító rendszer kifejlesztésének lehetőségét vizsgálom, továbbá megfogalmazom azokat a technológiai feltételeket, amelyek egy ilyen rendszer működtetéséhez szükségesek.

A témaválasztásnál meghatározó szempont volt, hogy napjainkban egyik iparág esetében sem figyelhető meg ilyen fokú társadalmi érdeklődés és technológiai fejlődés, amely a gazdasági növekedéshez nagymértékben hozzájárulhat a közeljövőben. A pilóta nélküli légi járművekre azonban nem véletlenül irányul ekkora mértékű figyelem, hiszen a sokoldalú felhasználási módnak köszönhetően nem csak kereskedelmi és hobbi célból alkalmazhatók, hanem bizonyos esetekben rosszindulatú felhasználás eszközeként is megjelenhetnek. A diplomamunkám megírásakor arra is figyelmet fordítottam, hogy feltárjam azokat a rendelkezésre álló lehetőségeket, amelyek segítséget nyújthatnak a rosszindulatú felhasználók kiszűrésében.

2017 májusában az Európai Repülésbiztonsági Ügynökség közzétett konzultáció tartalmazza azokat a javaslatokat, amelyek egyértelműen abba az irányba mutatnak, hogy a pilóta nélküli légi járművek légtérbe integrálását minél előbb meg kell kezdeni. Rohamos elterjedésüknek köszönhetően minél előbb meg kell alkotni azt a szabályrendszert, amely biztosítja a légi közlekedés biztonságát és a földön tartózkodó személyek védelmét, valamint ezzel egyidőben elő kell segíteni az iparág gazdaságélénkítésre vonatkozó hatásait úgy, hogy a jövőbeni szabályok ne jelentsenek indokolatlan terhet sem a felhasználókra, sem az állami szereplőkre. [1]

1. Történelmi áttekintés

A történelem során a pilóta nélküli légi járművek fejlődése sok más technológiai eszközhöz hasonlóan a háborús időszakokban volt igazán megfigyelhető. A legkorábbi feljegyzések szerint 1849. augusztus 20-án az osztrák hadsereg személyzet nélküli ballonokat alkalmazott a függetlenségét kikiáltó Velencei Köztársaság bombázására, mivel az osztrák tüzérség szárazföldön nem tudta leküzdeni a nehéz terepviszonyokat és megközelíteni a várost. A gondos tervezés ellenére is csak néhány ballon érte el a célterületet és dobta le a szállított robbanóanyagot. Bár a személyzet nélküli ballonok elég távol álltak egy mai értelemben vett pilóta nélküli légi járműtől, ez volt az első feljegyzett próbálkozás, amikor olyan légi járművel végeztek feladatot, amelynek fedélzetén nem tartózkodott pilóta.

Valóban pilóta nélküli légi járműveket az első világháború ideje alatt és annak végéhez közeledve építettek, ezek általában speciálisan átalakított hagyományos légi járművek vagy azok mintájára készült kisebb méretű eszközök voltak, amelyekre gíroszkópot, kezdetleges elektronikus rendszert, magasságmérő és időzítő berendezéseket telepítettek. Ezekkel a műszerekkel érték el, hogy a földön aprólékosan kiszámított paramétereket figyelembe véve viselkedjenek a levegőben és a megadott cél felé tudjanak repülni. Általában valamilyen robbanóanyagot szállítottak és az előre meghatározott repülési távolság után zuhantak rá az elpusztítani kívánt célra, több-kevesebb sikerrel. 1918 októberében egy teljesen automata 121 km hatótávolsággal rendelkező és 80 km/óra sebességgel repülő légi járművet mutattak be az Amerikai Egyesült Államokban, amelyet a mai cirkáló rakéták elődjeinek tartanak. Bár találati pontosságuk és megbízhatóságuk kiemelkedő volt a kor eszközeihez képest, az első világháború véget ért, mielőtt széles körben alkalmazni tudták volna ezeket.

A két világháború közötti időszakban a pilóta nélküli légi járműveket töretlen lendülettel fejlesztették tovább. Megjelentek azok a rádió távvezérlésű pilóta nélküli légi járművek, amelyeket a légvédelmi alakulatok kiképzésénél célrepülések eszközeként használhattak. A két világháború közötti időszakban megfigyelhető, hogy a pusztítási szándékkal megépített pilóta nélküli légi járművek mellett megjelentek a felderítési feladatokat is ellátni képes eszközök.

A második világháborúban a technológiai fejlődésnek köszönhetően és az első világháborúban szerzett tapasztalatok alapján a pilóta nélküli légi járművek meghatározó szereplőivé váltak a háborús műveleteknek. A sokrétű alkalmazhatóságukat minden nemzet felismerte és a különböző harctéri igényeknek megfelelően fejlesztették tovább ezeket a légi járműveket. Az ellenséges területekre küldött eszközök az emberi élet veszélyeztetése nélkül el tudták látni a legveszélyesebb feladatokat: értékes információkat gyűjtöttek a légi felderítés során úgy, hogy méretüknél fogva nehezen voltak felderíthetők. A második világháború során kifejlesztett első német robotrepülőgépek (V-1) tömeges, polgári célpontok elleni alkalmazása sajnálatos módon azonban – a korabeli feljegyzések szerint – mintegy 1000 ember halálát és több mint 25000 ember sérülését okozták.

A világháborúk utáni időszakban robbanásszerűen megnőtt a pilóta nélküli légi járművek száma, a történelemben még soha nem látott tömeggyártásra is sor került katonai és polgári oldalon egyaránt. Megjelentek azok a vállalkozások, amelyek

a megfizetni képes rétegnek gyártottak – elsősorban szórakozás céljára – rádió távvezetésű modelleket, amelyek már abban az időszakban is nagy népszerűségnek örvendtek. A hidegháborúban fegyveres beavatkozásokra nem került sor, így ilyen módon nem kerültek közvetlen kapcsolatba a szembenálló felek. A két világháború utáni bizonytalan időszakban az egymással konfliktusban álló nemzetek mindent megtettek azért, hogy minél több és pontosabb információt tudjanak beszerezni a környezetükről, így a pilóta nélküli légi járművek fejlesztése újabb lendületet kapott. Az ellenséges területek fölé kézenfekvő volt olyan eszközöket küldeni, amelyeket sokkal olcsóbban és nagyobb számban tudtak előállítani, nem úgy, mint a hagyományos légi járműveket. Az alkalmazott fedélzeti eszközök között megjelentek a különböző adatrögzítést biztosító berendezések (például éjellátó kamerák és fényképezőgépek), valamint a műszerezettség is sokkal kifinomultabb volt, mint bármikor azelőtt. Nagy áttörést jelentett a hangsebesség átlépése, 1950 körül már léteztek olyan hangsebességnél gyorsabb pilóta nélküli légi járművek, amelyek lehetetlenné tették a megfigyelt területre vigyázó légvédelmi rendszerek ellenük történő alkalmazását, a földi telepítésű elhárító fegyverrendszerek egyszerűen nem voltak képesek követni a nagy sebességű légi járműveket.

A mai értelemben vett első pilóta nélküli légi jármű harci körülmények között történő alkalmazását a Vietnámi háborúban figyelhettük meg. Ezek már modern pilóta nélküli légi járműveknek számítottak, amelyekkel elsődlegesen megfigyelési célú repüléseket hajtottak végre. Az amerikai erők a nehezebb felderíthetőség érdekében radarhullám elnyelő festékekkel vonták be a légi járműveket, továbbá csökkentették a radarvisszaverő felületeket is a műveleti területeken használt eszközökön. A vietnámi bevetések során tíz év alatt mintegy 3400 alkalommal emelkedett a levegőbe modern pilóta nélküli légi jármű. A komplex fotó- és rádiótechnikai felderítéseken kívül – gyakorlatilag minden magasságtartományban – megtévesztésre és zavarásra is használták őket. Az 1960-as éveket követően fegyverek hordozására és alkalmazására is készültek pilóta nélküli légi járművek, bár korántsem arattak olyan sikereket, mint a megfigyelésre használt eszközök.

Az 1980-as évekre már rengeteg nemzet rendelkezett különféle pilóta nélküli légi járművekkel, amelyekkel gyakorlatilag a legtöbb katonai műveletet támogatni lehetett valamilyen módon. Egészen elképesztő megoldások is születtek az üzemeltetésüket illetően, az automatizálás fejlődésével pedig önállóan, pilóta nélküli légi jármű vezető beavatkozása nélküli is képesek voltak a feladataikat ellátni. A gyors fejlődés eredményeképpen világszerte – szinte minden konfliktusban – fellelthetők a pilóta nélküli légi járművek. Addig soha nem tapasztalt hatótávolság, precizitás és sokoldalúság jellemezte ezeket a modern eszközöket, így nem csoda, ha az átlagember képzeletét is megmozgatta – a médiában egyre többet szereplő – a fantáziafilmekbe illő jelenség.

A polgári alkalmazásban történő elterjedés leginkább a technológiai fejlődésnek köszönhető. A gyártástechnológia finomodása a berendezések miniatürizálásához vezetett, amelynek köszönhetően az eszközök mérete jelentősen lecsökkent. Az elektrotechnikai újítások következtében elérhetővé vált a pilóta nélküli légi járművek vezetését nagymértékben megkönnyítő nem mechanikus elven működő giroszkóp és a tájékozódást segítő műholdas navigációs rendszer. A vezeték nélküli kommunikáció fejlődése és a kisméretű – jellemzően lítium-polimer alapú – akkumulátorok kapacitásának növekedése lehetővé tette, hogy az eszközök akár több kilométerre is

eltávolodjanak a vezető személytől. A finommechanika fejlődésének köszönhetően manapság már megbízható, hosszú élettartamú, a meghajtáshoz szükséges elektromotorokat lehet előállítani. A számítási teljesítmény az elmúlt években többszöröződött, így lehetővé vált a valós idejű adatfeldolgozás és adattovábbítás, a digitális kameratechnológia pedig a nagyobb felbontású kamerák alkalmazását tette lehetővé.

Hazánk azon nemzetek közé tartozik, akik az úttörő állomokhoz képest nem régen kezdtek el fejleszteni pilóta nélküli légi járműveket, a magyar pilóta nélküli légi járművek gyártása mintegy húsz éves múltra tekinthet vissza. Az első ilyen jellegű eszköz kifejlesztése a Haditechnikai Intézetben történt meg a Cseh Köztársasággal együttműködve. Napjainkban több különböző típusú és képességű pilóta nélküli légi járművet üzemeltetnek országunkban az állami, azon belül is leginkább a katonai feladatok végrehajtására. Ezen alkalmazási terület mellett hatalmas igény mutatkozik a polgári, tehát a hobbi és kereskedelmi célú felhasználásra is, azonban szabályozott keretek között erre még csak nagyon korlátozott módon van lehetőség.

A pilóta nélküli légi járművek történetét egyértelműen a háborúk és a konfliktusok írták a múltban, de szerencsére manapság már nem a pusztítás az elsődleges cél, amelyekre alkalmazzuk őket. Hasznos és olcsó alternatívát kínálnak a mindennapi teendőink elvégzéséhez, legyen az oktatás, kísérlet, szórakozás, kutatás vagy felmérés. [2]

2. Alkalmazási területek

A pilóta nélküli légi járműveket több szempontból is osztályozhatjuk: kategorizálhatók méretük, felszálló tömegük, hatótávolságuk vagy a felhasználás célja szerint. Az alkalmazási területeket tekintve leginkább a hagyományos légi járművekhez hasonlóan az utóbbi felosztás a jellemző, állami és polgári pilóta nélküli légi járműveket különböztethetünk meg. Az eszközöket tehát az adott feladattól, a repülés céljától függően soroljuk a két kategória valamelyikébe. Az állami pilóta nélküli légi járművek közé tartoznak a honvédelmi, a vámhatósági, a rendőrségi és határőrizeti feladatok céljára szolgáló eszközök, amelyeket értelemszerűen közszolgálati és katonai célokra használnak, mint például célrepülések végrehajtására vagy hírszerzésre. Véleményem szerint ezeknek a légi járműveknek a működtetése – különleges feladatukból adódóan – nem tartoznak a pilóta nélküli légi járművek légtérbe történő integrálásának tárgyához, ezért a továbbiakban leginkább a polgári alkalmazást fogom vizsgálni.

Jelenleg a polgári felhasználású pilóta nélküli légi járművek jóval nagyobb számban fordulnak elő, mint az állami repülések célját szolgáló eszközök. Ennek oka, hogy az elmúlt években robbanásszerűen megnövekedett az igény a kisebb méretű eszközök iránt, valamint a technológia is szélesebb felhasználói körben vált elérhetővé és olcsóbb lett. Ezekkel a légi járművekkel olyan feladatokat lehet ellátni, amelyeket eddig más eszközzel nem vagy csak nagyon bonyolult módon volt lehetőség végrehajtani.

A polgári felhasználás sokrétű alkalmazási területeinek csak az emberi képzelet szabhat határt. Szinte minden pilóta nélküli légi járművön található érzékelők és kifinomult berendezések, amelyekkel különböző típusú megfigyelések és mérések hajthatók végre. A polgári alkalmazás során használt pilóta nélküli légi járművek – kisebb méretükből adódóan – általában csak egy ilyen különleges berendezést szállítanak és kifejezetten csak az adott feladat végrehajtására alkalmasak. A hordozott berendezések jellemzően cserélhetőek, így a feladat függvényében a megfelelő eszköz (például kamera vagy speciális mérőberendezés) kerül a fedélzetre. Ez a nagyfokú rugalmas konfigurálhatóság az, ami lehetővé teszi a pilóta nélküli légi járművek bármilyen célra történő alkalmazását szinte bármilyen környezetben.

A sokoldalú felhasználási tulajdonságoknak köszönhetően új korszak nyílt a légifelvétel készítésében és előtérbe került a valós idejű adatfeldolgozás. Egyre több magányszemély és vállalkozás ismeri fel a pilóta nélküli légi járművekben rejlő potenciált és foglalkoznak sportesemények és különböző rendezvények légifotózásával, valamint filmek és reklámfilmek forgatásával is.

Széleskörben használják ezeket az eszközöket a mezőgazdaságban is. A fedélzeti berendezések (például spektrométer és a nagyfelbontású kamerák) alkalmasak a termőföldek állapotának felmérésére, így pontos információt szolgáltatnak a felhasználóknak a jövőbeni munkálatok megtervezéséhez. Összehasonlítva egy műholdfelvétellel, amelyet előre meg kell rendelni és csak meghatározott időszakban készülhet, sokkal jobb minőségűek a fedélzeti kamerarendszer által készített képek, hiszen mentesek a légköri zavaroktól, jobb felbontással készülnek, bármikor megismételhetők és sokkal olcsóbban előállíthatók. A valós idejű adatfeldolgozásnak és a kapcsolódó háttérrendszereknek és szoftvereknek köszönhetően nincs szükség az adatok utólagos elemzésére, az adatok azonnal rendelkezésre állnak és rögtön

felhasználhatók költséges emberi erőforrás igénybevétele nélkül. Ezt az előnyt kihasználva Samoában például a hatalmas méretű kókuszföldek felméréshez és a természetlag javításának érdekében merev szárnyú, autonóm repülésre képes pilóta nélküli légi járműveket használnak. A nagy átfedéssel rendelkező fényképfelvételek segítségével georeferált ortofotó állítható elő, amelyen a képpontokhoz földrajzi koordináták is rendelkezésre állhatnak. Az így előállított információt nyílt forráskódú webes szolgáltatásokon keresztül osztják meg a gazdálkodók között, akik bármilyen időszakban a legfrissebb adatokhoz férhetnek hozzá. [3]

A pilóta nélküli légi járművek alkalmazása a légi fotózás területén nem csak külföldön elterjedt, hanem hazánkban is egyre népszerűbbé kezd válni. Ilyen eszközök használhatók például bányamérési és üzemeltetési célból is, amelynek a hagyományos bányaméréshez képest a gyorsabb és precízebb munkavégzésen túl további előnye, hogy a rendelkezésre álló adatok és fényképek további feldolgozása és elemzése lehetséges, mint például a háromdimenziós térképek előállítása, amely a pontos költségszámítás elvégzéséhez elengedhetetlen. A levegőből történő fényképezés továbbá számos térinformatikai területen is megoldást jelenthet, alkalmazható például a vasúti létesítmények és az autópályák felméréséhez, állapotuk figyelemmel kíséréséhez, valamint a városok és egyéb települések feltérképezéséhez.

A pilóta nélküli légi járművek egyik jövőbe mutató és a jövőbeni felhasználók által az egyik legjobban várt alkalmazási területét a Facebook fejlesztése alatt álló technológiai újítás jelentheti, amely segítségével olyan területeken is elérhető lehet majd az Internet szolgáltatás, ahol a használatához szükséges infrastruktúra kiépítése nem lehetséges vagy túlságosan drága. A cég jövőbeni célja egy olyan pilóta nélküli légi járművekből álló flotta üzemeltetése, amelyek képesek akár több hónapon keresztül is a levegőben maradni. A projekt neve Aquila, már jelenleg is több működőképes pilóta nélküli légi járművel rendelkeznek és végeznek tesztrepüléseket. Ezek az eszközök a hagyományos légi közlekedéshez használt repülési magasság felett üzemelnek, így a repülésbiztonságra közvetlenül nem jelentenek veszélyt. A működésük teljesen különbözik a megszokott légi járművektől, hiszen a napelemek által termelt energiának köszönhetően a napsütéses időszakban több ezer lábat is emelkednek legfeljebb 90.000 láb magasságig, napsütés hiányában pedig az akkumulátorokból nyert áram segítségével spirális süllyedéssel érik el a minimális repülési magasságot, amely legalább 60.000 lábat jelent, így biztosítva továbbra is a megfelelő elkülönítést a légi forgalomban részt vevő egyéb légi járművektől. Amint újra eléri a nap sugarai az eszközök napelemeit, akkor az akkumulátorok újratöltődnek és a folyamat megismétlődik. A kommunikációhoz lézertechnológiát használnak a gyors adatátvitel megvalósításának érdekében, a jelenleg használt technológiához képest ez a megoldás legalább tízszeres sebességnövekedést és stabilabb kapcsolatot eredményez. Az eszközök azonban még jelentős fejlesztésre szorulnak: 2016 nyarán az egyik Aquila szárnyában a hatalmas szellőkések következtében olyan szerkezeti meghibásodás következett be, amelyet a robotpilóta már nem tudott kezelni, így az eszköz lezuhant. A vizsgálat ugyanakkor arra is fényt derített, hogy ez az esemény önmagában még nem vezetett volna a pilóta nélküli légi jármű megsemmisüléséhez. [4] [5]

3. Nemzetközi és hazai jogszabályi háttér

3.1. Nemzetközi jogszabályok

A Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet (International Civil Aviation Organization, a továbbiakban: ICAO) 1944. december 7-én 52 tagállam által elfogadott Chicagói Egyezmény aláírásával alakult meg, amelynek elsődleges célja a légiközlekedés biztonságosabbá és hatékonyabbá tétele volt. Magyarország 1969-ben csatlakozott az Egyezményhez, amelyet hazánkban az 1971. évi 25. törvényerejű rendelet hirdetett ki. Az Egyezmény Függelékeinek kihirdetéséről a nemzetközi polgári repülésről Chicagóban, az 1944. évi december hó 7. napján aláírt Egyezmény Függelékeinek kihirdetéséről szóló 2007. évi XLVI. törvény gondoskodik, tehát ennek a törvénynek a hatályba lépésétől az Egyezményben foglaltak, valamint az ICAO előírásai hazánkban is kötelezően alkalmazandónak tekintendők. [6] [7]

Nemzetközi viszonylatban elsőként a Chicagói Egyezmény rendelkezik a pilóta nélküli légitársaságokról, amelynek 8. cikke kimondja, hogy minden olyan légitársaságot, amely pilóta nélküli repülésre alkalmas, pilóta nélküli légitársaságnak kell tekinteni és a cikk rendelkezik arról is, hogy a Szerződő Államok felett a pilóta nélküli légitársaságok az államok egyedi engedélye alapján az engedélyben foglaltak betartásával repülhetnek. Az Egyezmény 37. cikke továbbá rendelkezik a Szerződő Államok együttműködési kötelezettségéről, ezzel Magyarország kötelezettségeként is megjelenik a pilóta nélküli légitársaságok szabályozása.

Az Európai Unió és a Tagállamok közötti légiközlekedés szabályozásával kapcsolatos hatáskörök megosztásáról jelenleg az Európai Parlament és a Tanács 216/2008/EK rendeletének 2. melléklete rendelkezik. A melléklet értelmében a 150 kg alatti pilóta nélküli légitársaságok szabályozása tagállami feladat, az ezt meghaladó súlyhatár felett az Európai Unió közös szabályai érvényesek. [8]

3.2. Hazai jogszabályi háttér

A hazai jogszabályi háttér vizsgálatakor elsőként a légiközlekedésről szóló 1995. évi XCVII. törvényt érdemes tanulmányozni, mert jelenleg csak ez az egy jogszabályunk tartalmaz rendelkezéseket a pilóta nélküli légitársaságokra vonatkozóan. A törvény a pilóta nélküli légitársaságok meghatározását a Chicagói Egyezménynek, valamint a később részletezésre kerülő Európai Unió irányelveknek megfelelően határozza meg, tehát minden olyan eszközt annak tekint, amelyet úgy terveztek és gyártottak, hogy annak vezetését nem a fedélzeten tartózkodó személy végzi. A törvény koncepciója, hogy ezeket az eszközöket kiveszi a hagyományos légitársaságokra megállapított egyes szabályok alól. Ennek értelmében a pilóta nélküli légitársaságokkal végzett repülések végrehajtásához nincs szükség a klasszikus értelemben vett szakszolgálati engedélyre, tevékenységi engedélyre, üzemen tartási engedélyre, az eszközök lajstromozására és bizonyos esetekben légialkalmassági és típusalkalmassági bizonyítványra sem, ugyanakkor felhatalmazást ad a közlekedési miniszter számára, hogy rendeletben határozza meg a pilóta nélküli légitársaságokra vonatkozó szabályokat. A felhatalmazás alapján készített rendelet a diplomamunkám megírásakor azonban még nem volt hatályban. [9]

A törvényben foglalt rendelkezések egyértelműen a felhasználóbarát szabályozás irányába mutatnak, hiszen a legutóbbi, 2016. december 31-étől hatályos légitörvényről szóló törvénymódosítás a HungaroControl Magyar Légiforgalmi Szolgálat Zrt. kötelezettségei közé sorolja azt is, hogy a pilóta nélküli légitörvények felhasználóit támogató alkalmazást üzemeltessen.

A légitörvényről szóló törvény egyértelműen különbséget tesz a légitörvények sport-, valamint magáncélú és a kereskedelmi célú légitörvények között úgy, hogy az ellenérték fejében végzett repülések végrehajtásához tevékenységi engedélyre van szükség. A pilóta nélküli légitörvények esetében ezt az engedélyt a légitörvények hatóság eddig abban az esetben állította ki, ha a pilóta nélküli légitörvény vezető nyilatkozott arról, hogy legalább 50 repült órával rendelkezik az adott pilóta nélküli légitörvény típusra, azonban a hobbi célú repülések esetén erre az engedélyre nem volt szükség, így esetükben a szükséges tapasztalat meglétét sem jogszabály, sem a légitörvények hatóság nem követelte meg. 2016. december 31-től, a törvény legutóbbi módosítása úgy rendelkezik, hogy ez az engedély a pilóta nélküli légitörvényekkel végzett légitörvények tevékenység esetén nem szükséges, a légitörvény tevékenységi engedélyt a légitörvények hatóság felé tett bejelentési kötelezettség váltotta fel, amelyben már nem kell nyilatkozni arról, hogy az eszközt vezető személy megfelelő rutinnal és repülési tapasztalattal rendelkezik. Véleményem szerint ez a légitörvények hatósági intézkedés jelentősen csökkentette a repülésbiztonság szintjét, hiszen a repülési gyakorlat megléte elengedhetetlen ezeknek az eszközöknek a működtetése esetén is.

Érdemes megjegyezni, hogy a törvényi rendelkezések pillanatnyilag önmagukban nem értelmezhetők, hiszen több pontjuk is arra utal, hogy az adott szabályt a pilóta nélküli légitörvényekre vonatkozó jogszabályban meghatározott feltételek teljesülése esetén kell alkalmazni.

Tekintettel arra, hogy a 150 kg alatti pilóta nélküli légitörvényekkel végrehajtott repülésekről nem rendelkezik sem nemzetközi, sem hazai jogszabály, így a jelenleg hatályban lévő repülési előírásoknak jellemzően nem tudnak megfelelni, ezért hazánkban ezeket az eszközöket szabályos keretek között működtetni csak a magyar légtér légitörvények céljára történő kijelöléséről szóló 26/2007 GKM-HM-KvVM együttes rendeletben (a továbbiakban: Együttes rendelet) meghatározott eseti légtérben lehet. Az eseti légtér biztosítja a megfelelő elkülönítést a többi légtérfelhasználótól, ugyanakkor több pontban is látszik, hogy ez a légtér és annak kijelöléséhez szükséges hatósági eljárás egyáltalán nem a pilóta nélküli légitörvények repüléseinek biztonságos megvalósítására szolgál. Az eseti légtér kijelölésére vonatkozó kérelmet legalább 30 nappal a légtér tervezett igénybevétele előtt be kell nyújtani a katonai légitörvények hatóság számára, így a hosszú eljárás, valamint véleményem szerint a nem egyértelműen megfogalmazott és nem az ilyen repülésekre összeállított űrlap kitöltése nehézséget okoz a felhasználók egy részének, ezért sokan nem is igényelnek eseti légtérrel. [10]

Az eseti légtér kijelölésekor az illetékes hatóság csak a légitörvényekre vonatkozó kockázatok egy részét vizsgálja, ez pedig az eljárás értelmében az ellenőrzött légtérrel történő átlapolást vagy azok bizonyos távolságon belüli elhelyezkedését jelenti vagy az olyan légtér érintettségét, ahol műszeres repülési eljárások engedélyezettek. Ezekben az esetekben repülésbiztonsági elemzés szükséges, amely

kockázatcsökkentési intézkedéseket fogalmaz meg, azonban az ilyen jellegű biztonsági elemzéseket nem követelik meg abban az esetben, ha az előbb említett feltételek nem teljesülnek.

További hiányosságként felróható, hogy a kijelölési eljárás során azt az eszközt egyáltalán nem vizsgálják, amellyel a repülést végrehajtják, továbbá a kérelmezett légtérben azt sem ellenőrzik, hogy az milyen környezetben kerül kijelölésre, ez alatt értendő, hogy azt sem veszik figyelembe, hogy a repülés tervezett helyszínén milyen sűrűségben fordulnak elő lakóépületek. Korábban a kérelemhez mellékelni kellett a terület tulajdonosának beleegyező nyilatkozatát a légtér kijelöléséhez, amely azonban nem volt jogszerű, mivel Magyarország határa által körbezárt terület feletti légtér a nemzeti vagyon része, így a tulajdonos nem rendelkezhet a felette áthaladó légiforgalomról, még a pilóta nélküli légitársaságok esetében sem. A beleegyező nyilatkozatok megkövetelése azonban a megnövekedett eseti légterek száma miatt az elmúlt időszakban azonban már nem jellemző. A fentiekben tett megállapításokból arra következtethetünk, hogy az eseti légtér kijelölése önmagában nem biztosítja a földön tartózkodó személyek biztonságát és a vagyonbiztonságot sem.

Az 1. ábra azt mutatja meg, hogy az általam vizsgált időszakban, 2017. január 1-től április 27-ig a pilóta nélküli légitársaságok számára – amellett, hogy egyre többen használnak ilyen típusú eszközöket, feltehetően a nagy visszhanggal járó legutóbbi légiközlekedésről szóló törvénymódosítás hatályba lépésének és a pilóta nélküli légitársaságokról szóló előterjesztés társadalmi egyeztetésének is köszönhetően – egyre több eseti légtér került kijelölésre.



1. ábra: A tervezett és aktivált eseti légterek száma a vizsgált időszakban (forrás: HungaroControl Zrt.)

A növekvő eseti légterek száma mellett ugyanakkor az is leolvasható a diagramból, hogy az eseti légtereket jellemzően nem aktiválják, amely két okra vezethető vissza:

- nem veszik ténylegesen igénybe a légteret vagy
- a felhasználók igénybe veszik az eseti légteret, de nem aktiválják a tervezett igénybevétel előtt.

Az eseti légtér legfeljebb 30 napra igényelhető, így a felhasználók sok esetben attól függetlenül igénylik meg a tervezett igénybevételnél hosszabb időre (jellemzően a maximálisan kijelölhető időtartamra), hogy később nem veszik ténylegesen igénybe a légteret. Bár egyre több az olyan felhasználó, aki igyekszik a szükséges időtartamra igényelni, azonban még ebben az esetben is az időjárás kiszámíthatatlanságára hivatkozva néhány nappal hosszabb időre kérelmezik a légteret. A rugalmas légtérfelhasználás koncepciója ezáltal nem teljesül, vagyis az, hogy a légtér mindenki számára szükség szerint rendelkezésre álljon, hiszen nem jelölhető ki több egymással térben és időben átlapoló eseti légtér.

Számos olyan felhasználó van, akik számára kijelölésre került a kérelmezett eseti légtér, azonban a légteret nem aktiválják a tényleges felszállás előtt, jellemzően azért, mert nem rendelkeznek kellő információval és ismerettel az igénybevétel szabályairól, ez azt is eredményezheti, hogy nem valósul meg ténylegesen az ugyanazon légtérben egy időben repülő légi járművek közötti elkülönítés, jelentősen csökkentve ezzel a légiközlekedés biztonságát.

A felhasználást ugyanakkor tovább nehezíti, hogy amennyiben a repülés korlátozott légteret is érint, úgy a légtér igénybevételéhez az eseti légtér kijelölésén kívül további szakhatóságokkal történő egyeztetés is szükséges. Amennyiben a repülés környezetvédelmi szempontból korlátozott légtérben kerül végrehajtásra, az illetékes környezetvédelmi hatóság szakvéleménye szükséges, ha például a turisták által közkedvelt helyszínen, a Parlament és annak környékét jelentő LHR1 légtérben kívánunk repülni, a terrorizmust elhárító szerv jóváhagyása is nélkülözhetetlen, amely újabb kérelem benyújtását jelenti. Bár a felhasználók számára ez csak többlet költséget jelent, azonban a hatóságok számára ez jelentős humánerőforrás ráfordítást igényel. A pilóta nélküli légi járművekkel végrehajtott repülésekre vonatkozó jogszabály ugyan a korlátozott légterek igénybevételére várhatóan továbbra sem nyújt enyhébb szabályozást, azonban az eseti légtér kijelölése alól számos esetben mentheti fel a felhasználót, amely egyben a hatóság terheltségének csökkentését is jelenti.

A jogszabályi háttérrel kapcsolatban a repülésbiztonsági szempontok mellett a személyiségjogi és adatvédelmi kérdések is előtérbe kerülnek, azonban meg kell állapítani, hogy az információs önrendelkezési jogról és az információszabadságról szóló 2011. évi CXII. törvény rendelkezik az adatok kezelésének szabályairól. A pilóta nélküli légi járművekkel végrehajtott repülések e tekintetben is kiemelt figyelmet érdemelnek, azonban tekintettel arra, hogy az esetlegesen hiányzó rendelkezések nem befolyásolják közvetlenül a személyek és légi járművek biztonságát, valamint a légtérbe integrálással nem áll szoros összefüggésben, így a diplomamunkám során ezekre a kérdésekre a továbbiakban nem térek ki.

4. Kockázatelemzés és a kockázatcsökkentési megoldások

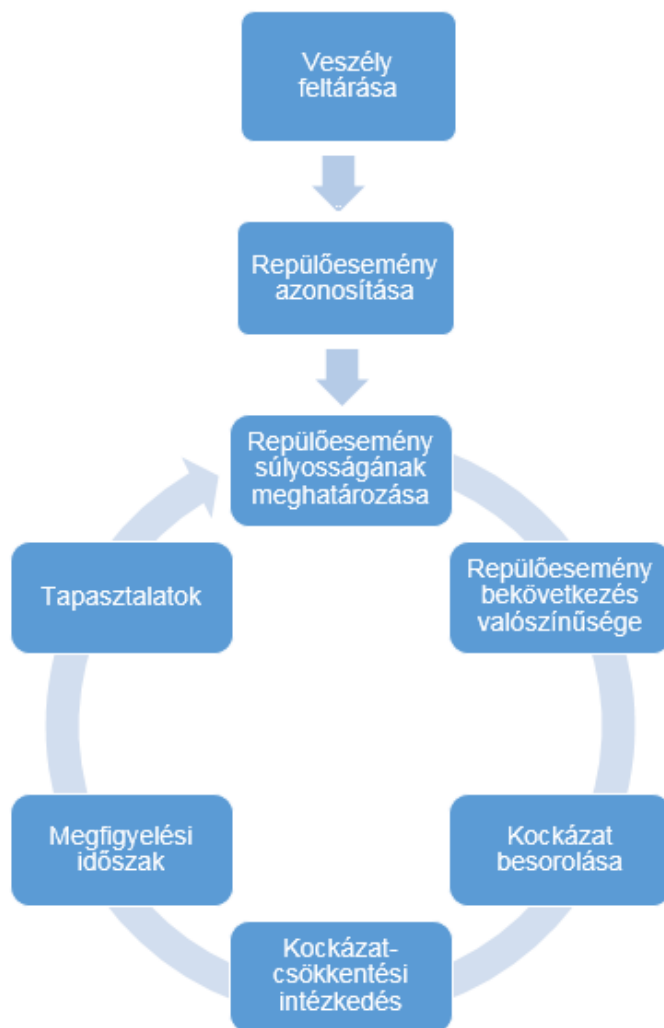
4.1. A kockázatelemzés módszere

A nemzeti és a nemzetközi jogszabályi háttér, valamint a technológia rohamos fejlődése egyértelműen abba az irányba mutat, hogy csak az eseti légtérben való repüléstől tovább kell lépni afelé, hogy a pilóta nélküli légi járműveket bizonyos szabályok figyelembe vétele mellett viszonylag szabadon lehessen működtetni. Nemzetközi viszonylatban egyre több ország alkot olyan szabályrendszereket, amelyek betartásával az ilyen eszközökkel végrehajtott repüléseket hosszú hatósági eljárásoktól mentesen lehessen megvalósítani a megfelelő repülésbiztonsági szint fenntartása mellett.

Az elkülönített légtérből való kilépés a felhasználók számára egyrészt egy szabadabb felhasználást jelent, azonban ezzel egyidőben meg kell fogalmazni azokat a kockázatcsökkentési eljárásokat, amelyek segítségével a légiközlekedésben megjelent változtatás után – vagyis az új légtérhasználók belépésével – a repülésbiztonság nem csökkenhet. Az ICAO Doc 9854 2. fejezete rögzíti, hogy a légi járművek más légi járművel, a terepakadályokkal, az időjárás elemeivel, turbulenciával való konfliktusainak kockázatát, valamint az előtérben lévő légi járművekkel és egyéb tárgyakkal való ütközésének kockázatát elfogadható szinten kell tartani, ennek biztosításhoz kockázatelemzésre és kockázatkezelési eljárások bevezetésére van szükség. Jelenleg a légiközlekedésben, valamint a légiforgalmi rendszerben bekövetkező változások kockázatainak elemzésére és csökkentésére, valamint a vonatkozó eljárások repülésbiztonsági követelményeire a Bizottság 1035/2011/EU végrehajtási rendelete alkalmazandó, amely hazánkban is kötelezőnek tekinthető. A pilóta nélküli légi járművek esetében a működésük körülményeiből adódóan természetesen nem minden felsorolt szempont vehető figyelembe, azonban a fent meghatározott szempontok megfelelő kiindulóalapot jelentnek a kockázatelemzés elvégzéséhez. [11] [12]

Az Együttes rendelet értelmében a légtér szerkezetében és az esetleges műszeres eljárások alkalmazását illetően bekövetkezett állandó vagy ideiglenes változtatások előtt biztonsági felmérés elkészítése szükséges, amely a kockázatok feltárását és a kockázatok csökkentésére vonatkozó intézkedéseket tartalmazza. A rendelet tartalmazza azokat a képzettségre vonatkozó követelményeket, amelyek egyértelműen meghatározzák azokat a tanfolyamokat, amelyek sikeres elvégzését követően ilyen tevékenység végezhető. A képzés jelenleg az Eurocontrol¹ által szervezett kurzusokon szerezhető meg, a szükséges tanfolyamot 2017 márciusában elvégeztem, amelynek köszönhetően teljeskörű ismeretanyaggal rendelkezem a polgári légiközlekedésben előforduló változtatásokkal kapcsolatos veszélyek azonosítása, a kockázatok feltárása és azok csökkentése terén. A kockázatelemzés és a szükséges kockázatcsökkentési intézkedések megfogalmazása során a nemzetközi és az Együttes rendeletben meghatározott alapelveket alkalmaztam, amelynek folyamatát a 2. ábra mutatja.

¹ Eurocontrol: Európai szervezet a légiközlekedés biztonságáért



2. ábra: A kockázatelemzés és a kockázatcsökkentés folyamata

A veszélyek feltárása során elsőként azonosítani kell a légi közlekedés azon szereplőit, akikre a pilóta nélküli légi járművek működtetése hatással lehet. Ennek a vizsgálatnak – természetesen a pilóta nélküli légi jármű és a vezető személyen kívül – a következő szereplőket azonosítottam:

- a légtér más felhasználói,
- közigazgatási szereplők: légi közlekedési hatóság, katonai légi közlekedési hatóság és környezetvédelmi hatóságok,
- az általános rendőrségi feladatok ellátására létrehozott szerv és a terrorizmust elhárító szerv,
- légi forgalmi szolgálatok,
- a repülésben részt nem vevő személyek,
- gyártók és forgalmazók.

A szereplők azonosítását követően fel kell tárnom azokat a veszélyeket, amelyek hatással lehetnek a felsorolt tényezőkre, majd meg kell vizsgálnom a veszélyekből eredő repülőeseményeket. Ezt követően az 1. táblázatban foglalt kockázati mátrix

szerint az események bekövetkezésének gyakoriságát és az esemény súlyosságát mérlegelve azonosítom a kockázatokat, majd kockázatkezelési megoldást javaslok annak érdekében, hogy a kockázat elfogadható szintre csökkenjen vagy ésszerűen alacsony szinten maradjon.

A repülőesemény súlyossági osztályokat a Bizottság 1035/2011/EU végrehajtási rendeletének és az Európai Parlament és a Tanács 996/2010/EU rendeletének 2. cikkében foglalt fogalmaknak megfelelően határoztam meg. Az események súlyosságának meghatározása esetenként eltérhet a hagyományos légiközlekedéssel összefüggő kockázatelemzésben értelmezett súlyosságtól, hiszen a pilóta nélküli légi járművek fedélzetén – a meghatározásból adódóan – az eszközt vezető személy nem tartózkodik, valamint a technológiai fejlettséget figyelembe véve a fedélzetén utas sem tartózkodik, így az eszköz megsemmisülése a fedélzetén tartózkodók sérülését nem okozhatja. [13]

Az esemény súlyossága	Az esemény bekövetkezésének gyakorisága				
	kivételesen ritka	ritka	alkalomszerű	valószínű	gyakori
baleset					
súlyos			Nem elfogadható		
komoly					
jelentős	Elfogadható				
elhanyagolható ²					

1. táblázat: A kockázati mátrix

A kockázatra számos tényező hatással lehet:

- a pilóta nélküli légi járművel kapcsolatos tényezők: az eszköz fizikai paraméterei (méret, felszálló tömeg, anyag, kialakítás, fedélzeti rendszerek fejlettsége, stb.), állapota, kora és az alkalmazott redundáns rendszerek,
- a pilóta nélküli légi jármű vezetővel kapcsolatos tényezők: fizikai állapot, egészségügyi állapot, képzés és gyakorlottság,
- a repülés tervezhető körülményei: bizonyos időjárási körülmények, környezet (lakott terület, hegyvidék, stb.), repülési magasság és sebesség,
- a repülés nem tervezhető körülményei: kényszerhelyzet (más légi járművek is), meghibásodás, kapcsolat elvesztése, termik kialakulása vagy abba történő berepülése, turbulens légáramlatok, stb.

A felsorolt tényezők számtalan variációja miatt a kockázatelemzés paraméterei bizonyos esetekben változhatnak, azonban a módszer megfelelő annak a bemutatására, hogy a pilóta nélküli légi járművek működtetése jellemzően milyen kockázatokkal járhat. A technológiai fejlődés sebességét és az eszközök számtalan alkalmazhatóságát, valamint számuk növekedését tekintve azonban egyértelműen kijelenthető, hogy a repülőesemény bekövetkezésének gyakorisága és esetlegesen a súlyossága is növekedhet a következő években, ezzel párhuzamosan pedig a kockázat is nagyobb lehet, így annak elfogadhatósága negatív irányba mozdulhat,

² A repülőesemény elhanyagolhatónak akkor tekintendő, amennyiben az esemény nem befolyásolja a repülésbiztonságot.

ezért minden esetben nélkülözhetetlen a kockázatcsökkentő intézkedések meghatározása.

A vizsgálat során a legtöbb esetben a kockázatokat elfogadhatónak tekintem, ugyanakkor az általam lefolytatott elemzés a jelenlegi működési környezetet vizsgálja (a felhasználók és rendelkezésre álló technológia tekintetében) arra az esetre, ha a szabályozási környezetet – tehát az eseti légtérben történő működtetés helyett kifejezetten a pilóta nélküli légi járművekre vonatkoztatott szabályok alkalmazását – valamint az ehhez kapcsolódó eljárásokat megváltoztatjuk.

A változás bekövetkezésével tehát a megfogalmazott kockázatcsökkentési intézkedéseket végre kell hajtani, ezt követően pedig a megfigyelési időszakban folyamatosan ellenőrizni kell, hogy a repülésbiztonság nem csökkent, valamint a szerzett tapasztalatok hozzájárulhatnak további biztonság növelő eljárások kidolgozásához.

4.2. Repülési szabályok

A hagyományos légiközlekedésben a légi járművek összeütközésének elkerülése és a megfelelő elkülönítés megtartása érdekében nemzetközileg elfogadott repülési szabályok segítik a repülés biztonságának fenntartását. A repülés során alkalmazott szabályoktól függően VFR³ és IFR⁴ szerinti repüléseket különböztetünk meg. A pilóta nélküli légi járművek esetén a vezető személye azonban nem tartózkodik a fedélzeten, így nem beszélhetünk a hagyományos értelemben vett pilótáról, akinek elsődleges feladata az előírt repülési szabályok betartása (például minimális távolságok, elsőbbségadás, stb.). A pilóta nélküli légi járművek repüléseit abban az esetben, amikor a pilóta nélküli légi jármű a vezető személytől látótávolságon belül repül, tekinthetjük úgynevezett – a pilóta nélküli légi járművek megjelenésével egyre többet említett – VFR-szerű repülésnek, azonban erre vonatkozóan nincsenek kidolgozott és elfogadott repülési szabályok. Az esetek túlnyomó többsége azonban nem sorolható be egyértelműen a felfebb említett két repülési szabályrendszer alá, ezért egy teljesen új gondolkodásmód mentén szükséges a jelenlegi szabályrendszer kibővítése. Azok az eszközök, amelyek már jelenleg is képesek az IFR szerinti repülések végrehajtására, természetesen kivételt képeznek ebben a vizsgálati körben, azonban ilyen eszközök polgári felhasználásban hazánkban még nem elterjedtek.

A technológia gyors fejlődése és a teljesítménynövekedés miatt ezek az eszközök képesek akár több száz vagy akár ezer méteres magasságig repülni. A VFR repülés alsó magassági határa – a hagyományos légi járművekre vonatkozóan – jellemzően a földfelszíntől számított 150 méter, viszont ennél alacsonyabb magasságon is előfordulhatnak speciális feladatot ellátó légi járművek: a mentő, kutató-mentő, rendőrségi, vezeték ellenőrző helikopterek, továbbá mezőgazdasági munkákat végző egyéb, mint például a permetezésre használt légi járművek, de bizonyos távérzékelési feladatokat ellátó légi járművek akár 50 méter alatti magasságon is közlekedhetnek.

A pilóta nélküli járművekre vonatkozó egységesen elfogadott repülési szabályok hiányából eredően tehát nincsenek előírva például a hagyományos légiközlekedésből ismert elsőbbségadási kötelezettségek és minimális távolságok (például

³ VFR: Visual Flight Rules - Látvarepülési szabályok

⁴ IFR: Instrumental Flight Rules - Műszerszerinti repülési szabályok

légijárművektől, tereptárgyaktól, domborzattól) sem. Ebből adódik, hogy legnagyobb kockázatot a repülőeseménynek számító két – amely lehet pilóta nélküli vagy hagyományos – légijármű nem megfelelő elkülönítése vagy összeütközése jelentheti.

Esemény	Két légijármű összeütközése
Esemény súlyossága	Baleset
Esemény bekövetkezésének gyakorisága	Kivételesen ritka
A kockázat elfogadhatósága	Elfogadható

Kockázatcsökkentési megoldás: Az egyszerű és betartható repülési szabályok meghatározása elengedhetetlen a pilóta nélküli légijárművek biztonságos működtetéséhez. Elsőként érdemes olyan szabályokat bevezetni, amelyek viszonylag sok felhasználót tehermentesítenek az eseti légtér igénylésének bonyolult folyamata alól, ugyanakkor a megfelelő repülésbiztonsági szintet is fenntartják.

A légtérbe integrálás első lépését a VLL⁵ és VLOS⁶ repülések egyedi engedélyezési eljárástól mentes alkalmazása jelenti. Ennek okán meg kell határozni azt a maximális repülési magasságot, amely még elfogadható kockázatot jelent a többi légtérhasználó számára, ezért azokban az Európai Unió tagállamaiban, ahol már létezik vonatkozó szabályozás, ezt a magasságot jellemzően a földfelszíntől számított 200 és 500 láb közötti magasságban határozták meg. További kitétel, hogy a pilóta nélküli légijárművet az eszközt vezető személynek a repülés teljes időtartama alatt látás támogató eszköz (például távcső) nélkül folyamatosan látnia kell. A két feltétel együttes teljesülése számos felhasználást könnyíthet meg, hiszen a repülések túlnyomó többsége – a technológiából és a végrehajtandó feladatból adódóan – alacsony magasságon történik, így egyfajta elkülönítést is biztosít a légtér egyéb felhasználóitól. [14]

Több Tagállam egyetértett abban, hogy a repülőesemények elkerülésének érdekében – amelyek két légijármű egymástól való távolságát tekintve a meghatározott elkülönítési minimum sérülésétől akár az összeütközésig is terjedhet – normál működési viszonyok között minden pilóta nélküli légijárműnek elsőbbséget kell adnia a hagyományos légtérhasználók számára. A felelősség megállapításához ezen kívül azt is szükséges meghatározni, hogy két pilóta nélküli légijármű azonos magasságon, egymás felé közeledve milyen előre meghatározott eljárásoknak megfelelően térjen ki.

4.3. A képzési rendszer

A pilóta nélküli légijárművek a repüléseik során a légtér felhasználóivá váltak, így a vezetőiknek az adott ICAO szerinti légtérosztályra vonatkozó szabályokat ismerniük kellene. Ezek az eszközök ugyanakkor a hagyományos légiközlekedéssel ellentétben – alacsony áruk és a tömeges elterjedésüknek köszönhetően – a társadalom jóval szélesebb körében elérhetővé váltak, így az ilyen feladatokat végrehajtó légtérhasználók száma is rohamosan megnőtt. A felhasználók túlnyomó többsége azonban a légiközlekedés területén nem jártas, így nincsenek tisztában azokkal a veszélyekkel, amelyek a repülésbiztonságra hatással lehetnek, továbbá a repülés

⁵ VLL: Very Low Level - Nagyon alacsony magasság

⁶ VLOS: Visual Line of Sight - Látótávolságon belül

alapvető szabályairól sincsenek ismereteik, így nem rendelkeznek a biztonságos repülés végrehajtásához szükséges képességekkel sem.

A légiközlekedésben a légi jármű vezetők képzése kulcsfontosságú, azonban a pilóta nélküli légi járművekre vonatkozóan az Európai Unió tagállamaiban jellemzően még nem alakult ki egységes rendszer, így képzési engedéllyel rendelkező képző szervezetek néhány ország kivételével még nincsenek jelen. A képző szervezetek tevékenységeinek a jóváhagyásához minden esetben szükséges a jogszabályi háttér, amely a szervezetek működését leíró képzési és üzemeltetési kézikönyvre vonatkozó követelményrendszert tartalmazza, valamint arra a tematikára is kiterjed, amely mentén a növendékek elméleti és gyakorlati oktatása történik. Napjainkban ez a jogszabályi háttér a Tagállamok többségében jellemzően még hiányzik, ennek hiánya komoly repülésbiztonsági aggályokat vethet fel.

A képzés hiányára vezethető vissza, hogy a pilóta nélküli légi jármű vezetők olyan légtérbe is berepülhetnek, amelyek számukra nem engedélyezettek (például ellenőrzött vagy korlátozott légtér), tehát a pilóta nélküli légi jármű légtérrel sért, amely repülőeseménynek minősül.

Esemény	Légtér sértés
Esemény súlyossága	Súlyos
Esemény bekövetkezésének gyakorisága	Ritka
A kockázat elfogadhatósága	Elfogadható

Kockázatcsökkentési megoldás: A légiközlekedés területén nem jártas felhasználók megjelenése a hagyományos légiközlekedésre tehát potenciális veszélyt jelenthet, ezért szükségesnek tartom egy olyan képzési rendszer kialakítását, amely a képző szervezetek engedélyezési eljárását, valamint – akár nemzetközi szinten is – egységes követelményrendszer meghatározását jelenti. A képzést természetesen nem a hagyományos légi jármű vezetők számára előírt tematika alapján kell kidolgozni, hanem egy olyan arányos oktatási rendszert kell meghatározni, amely azt a célt szolgálja, hogy a felhasználók ismerjék meg az alapvető légiközlekedési szabályokat és megfelelő ismereteket, valamint repülési jártasságot szerezzenek. Ezért az oktatások során kiemelt figyelmet kell fordítani a repülési szabályok és a kényszerhelyzeti eljárások oktatására, gyakorlására.

A pilóta nélküli légi járművek repülési jellemzői (például süllyedési és emelkedési sebessége) nagymértékben eltérnek a hagyományos légi járművek tulajdonságaitól és mivel ezek az eszközök szabályos keretek között jelenleg csak elkülönített légtérben működtethetők – bár néhány ellenpélda is látott napvilágot, azonban ezek korántsem jelentenek számottevő tapasztalatot –, a hagyományos és pilóta nélküli légi járművek találkozásának száma meglehetősen csekély volt. A pilóta nélküli légi járművek légtérbe integrálásával ezeknek az eszközöknek egy része kiléphet az eseti légtérből és két légi jármű között a meghatározott elsőbbségi és kitérés szabályokat kell alkalmazni. Kockázatcsökkentési eljárásaként fogalmaztam meg a pilóta nélküli légi jármű vezetők képzését, azonban véleményem szerint emellett figyelmet kell fordítani a hagyományos légiközlekedés szereplőire is. Ezek az eszközök a pilóták számára is új típusú légi járművekként jelennek meg, így még a gyakorlott légi jármű vezetők számára is komoly kihívást jelenthet egy-egy ilyen típusú eszköz felismerése és jellemzőinek ismerete. Annak érdekében, hogy a pilóták is tisztában legyenek azzal,

hogy a pilóta nélküli légi járművek milyen jellemző repülési paraméterekkel rendelkeznek és a repüléseik során milyen eljárások alkalmazása várható (például egy kényszerhelyzetben lévő légi jármű viselkedése viszonylag jól meghatározható), véleményem szerint a légi jármű vezetőket is szükséges bizonyos ismeretekben részesíteni. Az ilyen jellegű képzések megvalósítására egy frissítő képzésen való részvétel jelentős mértékben növelné a pilóták pilóta nélküli légi járművekkel kapcsolatos ismereteit.

A jogszabályi hiányosság ellenére azonban már jelenleg is számos szervezet kínál olyan tanfolyamot, amely során a növendék megismerkedhet az alapvető légi közlekedési szabályokkal, valamint gyakorlatot szerezhethet akár több pilóta nélküli légi jármű vezetésére. Hazánkban 2017 tavaszától a légi közlekedési hatóság „rendszer kezelői tanfolyamok” szervezésére „általános képzési engedélyt” állít ki azon szervezetek számára, amelyek igazolják, hogy az általuk oktatott tematika összhangban van a nemzetközi ajánlásokkal és a készülő hazai jogszabállyal. A kiadott képzési engedély és az oktatás elvégzését igazoló dokumentum nem mentesíti az érintetteket a később hatályba lépő jogszabályban foglalt kötelezettségek teljesítése alól, azonban a felhasználók oktatása a repülésbiztonságot és a tudatos felhasználók számát növeli. [15]

4.4. A nyilvántartás

Az Európai Unió tagállamaiban a nyilvántartást tekintve is jelentős eltérések tapasztalhatók, mind a regisztráció módját, mind a pilóta nélküli légi járművek súlyhatárát illetően. A hagyományos légi járművek lajstromozása vagy nyilvántartásba vétele jellemzően díjköteles és egy viszonylag hosszú folyamat eredménye, tekintettel arra, hogy a légi járművek a Tagállamok jogrendjétől függően közigazgatási eljárásban kerülnek a légi közlekedési hatóság⁷ nyilvántartási rendszerébe. A pilóta nélküli légi járművek esetében ezt nem tartom célravezetőnek, hiszen egyrészt a kisméretű, néhány dekagrammos eszközök tekintetében ez irreális elvárás a felhasználókra nézve, másrészt az eszközök számát tekintve a légi közlekedési hatóságra is nagy nyomás nehezedne.

A nyilvántartásba vételre és a vezetésre vonatkozó szabályok hiányából adódóan a légi közlekedési hatóságnak nincsenek információi a légtérben előforduló pilóta nélküli légi járművek számát és típusát illetően. Ennek jelentősége lehet abban a tekintetben, hogy az illetékes hatóságok értesüljenek arról, hogy milyen gyakran, milyen típusú eszközökkel, milyen súlyosságú repülésesemények történtek és azok a repülésbiztonságra milyen hatással voltak. Veszélyforrásként azonban ez akkor jelenik meg, amennyiben az eszköz elveszik vagy lezuhan és az üzembentartó nem azonosítható.

Esemény	Az eszköz megsemmisülése
Esemény súlyossága	Elhanyagolható
Esemény bekövetkezésének gyakorisága	Alkalmoszerű
A kockázat elfogadhatósága	Elfogadható

⁷ a légi közlekedésről szóló 1995. évi XCVII. törvény szerint a légi közlekedési hatóság feladata a légi járművek nyilvántartásba vétele

Kockázatcsökkentési megoldás: Álláspontom szerint minden esetben szükséges lenne az üzembentartók regisztrálása és egy bizonyos súlyhatár felett az eszközök nyilvántartásba vétele is, amelyre megoldást jelenthet egy olyan felület kialakítása, amely rögzíti az egyes üzembentartók adatait és a pilóta nélküli légi járművek legfontosabb paramétereit. A rendszert célszerű úgy kialakítani, hogy egy tulajdonoshoz több pilóta nélküli légi jármű is hozzárendelhető legyen, így egy üzembentartónak elegendő lenne csak egyszer regisztrálnia.

Érdemes megjegyezni továbbá, hogy ezek az eszközök gyakrabban cserélnek gazdát vagy kerülnek átalakításra, továbbá rövidebb idő alatt mennek tönkre, mint a hagyományos légi járművek, így a nyilvántartásból való törlés kérelmét is célszerű lehet ezen a felületen elindítani. A technológiai fejlődésnek köszönhetően néhány tagállamban (például Írországban) ezeknek az eszközöknek a nyilvántartásba vétele elektronikus azonosítást követően online felületen történik, a regisztrációt követően a légiközlekedési hatóság által kiállított és megküldött azonosító matricát kell a fedélzeten elhelyezni. A megoldás viszonylag felhasználóbarátnak tekinthető, így véleményem szerint érdemes lehet ezt a példát követni, esetleg azzal a kivétellel, hogy a felhasználó maga állíthassa elő az azonosítást szolgáló matricát vagy megfontolandó – a jövőbeni szabályozási tervekhez közelítően – egy elektronikus azonosító (például öntapadós QR-kódot tartalmazó matrica) bevezetése.

A felhasználókról és azok eszközeikről vezetett nyilvántartás mellett a repülőesemények bejelentését támogató rendszer üzemeltetése is a repülésbiztonság javításának nélkülözhetetlen eleme, hiszen a vizsgált eseményekből számos tanulság vonható le. A vizsgálatokat követően a közlekedésbiztonsági szervezet javaslatokat tehet a jogalkotó, a hatóságok és az üzemeltetők felé. A naprakész nyilvántartás vezetéséből nem csak a légiközlekedés szereplői, hanem a biztosítók és ezáltal a felhasználók is profitálhatnak: jelenleg még kevés megbízható információ áll rendelkezésre arról, hogy milyen gyakran és milyen mértékű károkozás történik ezekkel az eszközökkel. A pilóta nélküli légi járművekről vezetett nyilvántartás és a repülőesemény bejelentő rendszer együttes alkalmazása lehetőséget nyújtana különböző statisztikák felállítására, valamint a biztosítási díjindikáció során a rendelkezésre álló adatok nagymértékben hozzájárulhatnának a megfelelő biztosítási összegek meghatározásához és a biztosítási csomagok kialakításához.

4.5. Műszaki paraméterek

A pilóta nélküli légi járművek tervezésére, gyártására és karbantartására vonatkozóan sincs még nemzetközileg elfogadott szabályozás, így minden gyártó a saját tapasztalataira támaszkodva, valamint a felhasználók visszajelzései alapján határozza meg az általa gyártani kívánt pilóta nélküli légi jármű műszaki paramétereit.

A műszaki előírások hiányából eredően felmerülő gyakori veszély az interferencia, hiszen ezeknek az eszközöknek a távvezetése jellemzően a szabad frekvenciasávokon valósul meg (jellemzően 2,4 GHz-es és 5 GHz-es frekvenciasávban), amelyeket számos más kis hatótávolságú eszköz is használ. A 2,4 GHz-es sávban működnek bizonyos vezeték nélküli telefonok, a routerek, a különböző riasztó rendszerek, a garázsok jelentős része, valamint a bluetooth is. Közel azonos frekvencián történő működés esetén az eszközök egymást zavarhatják, okozva ezzel a távvezérlő és a pilóta nélküli légi jármű közötti nem megfelelő

kommunikációt. A frekvenciasávval egyidőben a kisugárzott adóteljesítményt is meg kell említeni. Az európai szabványok szerint a 2,4 GHz-es sávon működő eszközök maximális adóteljesítménye legfeljebb 100 mW lehet, azonban a pilóta nélküli légi járművek a hatótávolságuk növelésének érdekében ennek a határértéknek többszörösét is képesek sugározni, amellyel szintén zavarást okozhatnak más, azonos frekvenciasávot használó eszközök működésében.

A napjainkban elterjedt pilóta nélküli légi járművek többségét úgy tervezték, hogy azok fő egységeit – tehát a használati útmutatóban feltüntetett forgó, kopó és elhasználódó alkatrészeit kivéve – nem lehet cserélni vagy javítani, valamint a karbantartást csak korlátozott esetekben lehet végrehajtani. Az ilyen jellegű megoldásokra egyrészt azért van szükség, hogy a felhasználókra viszonylag egyszerű, a hagyományos légi járművekhez mérten szinte elhanyagolható mértékű szereléssel kapcsolatos feladatok nehezedjenek. A gyártók így biztosítják, hogy a komolyabb beavatkozások nem veszélyeztethetik az eszközök rendeltetésszerű működtetését, valamint így kerülnek el, hogy a gyártók és az üzemeltetők számára ne jelentsen többlet terhet a karbantartó személyzet képzése és fenntartása. Ez ugyan felhasználóbarát megoldást jelent abban a tekintetben, hogy az üzemeltető saját maga be tudja szerezni a szükséges alkatrészeket és el tudja végezni a karbantartási folyamatokat szakképzett személyzet igénybe vétele nélkül, azonban a karbantartó személyzet hiánya és a folyamat ilyen módon történő leegyszerűsítése komoly biztonsági kérdéseket vet fel: előfordulhat, hogy a fedélzeti rendszerek vagy berendezések működőképességének határán az eszköz a repülés során váratlanul lezuhan, veszélyeztetve ezzel a földön tartózkodó személyek biztonságát.

A műszaki előírások hiányának további veszélye lehet, hogy a gyártó nem mellékel megfelelő műszaki leírást, kezelési és karbantartási útmutatót, így előfordulhat, hogy a felhasználók nem rendelkeznek pontos információval az adott berendezés cseréjének biztonságos végrehajtásáról vagy a pilóta nélküli légi jármű korlátozásairól. Ezek a veszélyek könnyen okozhatják az eszköz nem megfelelő körülmények között történő működtetését, amely meghibásodáshoz vagy lezuhanáshoz vezethet.

A fentiekben felsorolt meghibásodási lehetőségeket kockázatkezelési szempontból egységesen kezeltem, mert véleményem szerint ezek a kockázatok leginkább a gyártókkal szemben megfogalmazott követelményekkel és a gyártásnál alkalmazott biztonsági előírásokkal és minőségellenőrzésekkel csökkenthetők.

Esemény	Lezuhanás
Esemény súlyossága	Komoly
Esemény bekövetkezésének gyakorisága	Alkalomszerű
A kockázat elfogadhatósága	Elfogadható

Kockázatcsökkentési megoldás: A megfelelő repülésbiztonsági szint fenntartása érdekében a gyártók számára elő kell írni olyan paramétereket, amelyeket minden pilóta nélküli légi jármű és a kapcsolódó eszközök gyártásakor alkalmazni kell:

- Megfelelő használati útmutatót kell mellékelni az üzemszerű és attól eltérő működési paraméterek pontos rögzítésével, ellenőrzőlistával, valamint a kényszerhelyzetek során végrehajtott eljárásokkal és az alkalmazott redundáns rendszerekkel.

- Karbantartási útmutatót kell mellékelni a cserélhető és javítható berendezések jelölésével.
- A felhasználókat tájékoztatni kell azoknak az alkatrészeknek a karbantartási vagy cserélési lehetőségéről és módjáról, amelyek a repülés során nagyfokú igénybe vételnek vannak kitéve, a kopó eszközök esetében ez nélkülözhetetlen intézkedés.
- Az üzemeltetési eljárásokat frissíteni, naprakészen tartani és a felhasználók számára hozzáférhetővé kell tenni (például térkép és fedélzeti vezérlő szoftver frissítése).
- Műholdas navigációs rendszer beépítése szükséges az eszköz helyzetének meghatározásához.
- A pilóta nélküli légi járműnek üzemanyag vagy akkumulátor töltöttségi szint jelzését figyelő berendezéssel kell rendelkezni, amely alacsony rendelkezésre állás esetén figyelmeztető jelzést ad, szükség esetén kényszerhelyzeti eljárást hajt végre.

Kapcsolódó kockázatcsökkentésként említhető a frekvenciatartományokra és az adóteljesítményekre vonatkozó szabványok és előírások felülvizsgálata, hiszen a napjainkban kapható eszközök túlnyomó többsége nem teljesíti a követelményeket.

A hagyományos légi közlekedésben a légi járművek a gyártó által előírt feltételeknek való megfelelést típusalkalmassági bizonyítvánnyal, a biztonságos repülésre alkalmasságát légi alkalmassági bizonyítvánnyal igazolják. A pilóta nélküli légi járművek gyors fejlődése, tömeges elterjedése, valamint az a tény, hogy ezek az eszközök – néhány kísérleti légi járművet és prototípust kivéve – nem szállítanak embert, ezáltal nem jelenik meg kockázatként, hogy a fedélzeten tartózkodó személyek biztonságát nem tudjuk garantálni, ezért a típus és légi alkalmassági vizsgálatok elvégzése csak bizonyos esetben indokolt.

Véleményem szerint a típus és légi alkalmassági vizsgálatot a jelenlegi technológiai környezetben célszerű egy hatósági vizsgálat alatt elvégezni, hiszen ezek az eszközök nem rendelkeznek olyan részletes üzemeltetési kézikönyvvel, mint a hagyományos légi járművek, valamint azok az eszközök, amelyeken érdemes az ilyen jellegű vizsgálatokat elvégezni, főként egyedi tervezésűek, így az esetükben nem beszélhetünk még tömeggyártásról. Egy adott súlyhatár felett vagy olyan repülések esetében, amikor a működtetés a földön tartózkodó személyekre veszélyt jelenthet, érdemes hatósági vizsgálatot végezni és amennyiben biztosított, hogy az eszköz alkalmas a biztonságos légi közlekedésre és nem veszélyezteti a földön tartózkodó személyeket, az eszköz számára tanúsítványt kellene kiállítani.

Tekintettel arra, hogy ezek a pilóta nélküli légi járművek egymástól eltérő paraméterekkel rendelkeznek a kialakításuk és technológiai felszereltségük tekintetében attól függően, hogy az eszközt milyen feladatra tervezték, ezért nem egységes követelményrendszer kialakítása szükséges, hanem egy szempontrendszer meghatározása, amely alapján a pilóta nélküli légi járműveket és a kapcsolódó berendezéseket szükséges vizsgálni:

- a pilóta nélküli légi jármű és a kapcsolódó eszközök sérülésmentes állapota és működőképessége,
- a pilóta nélküli légi jármű kényszerhelyzeti eljárásai és figyelmeztető jelzései,

- a pilóta nélküli légi jármű és a távvezető munkaállomás közötti adatkapcsolat biztosítása,
- műholdas navigációs rendszer megléte,
- üzemeltetési dokumentum a karbantartási eljárásokkal.

A szabályok meghatározáskor figyelembe kell venni a rendelkezésre álló technológia fejlettségi szintjét annak érdekében, hogy egyrészt ne keletkezzenek olyan szigorú műszaki előírások, amelyeket csak kevés gyártó képes betartani, ugyanakkor a szabályozásnak nem szabad a technológiai fejlődés útjában állnia.

4.6. Információ

Az ICAO tagállamok mindegyike rendelkezik AIP⁸-vel, amely a léginavigációhoz kapcsolódó legfontosabb légiforgalmi információkat tartalmazó egységes szerkezetű kiadvány, amely AIRAC⁹ ciklusonként, vagyis 28 naponta frissül annak érdekében, hogy minden érintett szereplő (légitársaságok, léginavigációs szolgálatok, repülőterek és üzemeltetők) megfelelően fel tudjon készülni a bekövetkező változásokra. Hazánkban is az AIP célja, hogy minden nélkülözhetetlen szabályt, eljárást és egyéb információt magába foglaljon a magyar légtérben közlekedő légi járművek számára. Ezek az információk azonban olyan mélységű szakmai tartalmak, amelyek értelmezéséhez megfelelő ismerettel kell rendelkezni a légiközlekedéshez kapcsolódó adatok értelmezésének tekintetében, ez a szakmai tudás azonban az átlagos pilóta nélküli légi jármű vezetők esetében nem áll rendelkezésre.

A magyar légtér szerkezetét áttekinteni a hagyományos légtérhasználóknak is kihívást jelent: az Együttes rendelet mellékletei tartalmazzák hazánk légtereit, a légterek azonosítójukkal, a WGS-84 rendszerű koordinátákkal megadott oldalhatáraikkal, valamint az alsó- és felső magassági határaikkal vannak feltüntetve. A polgári besorolással rendelkező légterek – a tiltott és a korlátozott légterek kivételével – az ICAO szerinti légtér osztályokat is tartalmazzák. A korlátozott légterek esetében a korlátozás elrendelésének indoka és amennyiben értelmezhető, a korlátozás ideje is feltüntetésre került. Az állami felhasználású légterek, mint például a lőterek fölé kijelölt veszélyes légterek állandó üzemidővel rendelkeznek, az időszakosan korlátozott légterek esetében pedig az előző napon délig bejelentett működési idő kerül közzétételre.

A 3. táblázat tartalmazza a magyar légtér légiközlekedés céljára kijelölt légtereinek megjelenítését, amelyben látható, hogy hazánk légtere 5 fő légtér típusra tagolódik, amelyek további 16 egyedi jellemzővel bíró légterekre bonthatók. Ezekben a légterekben eltérő szabályok érvényesek, valamint sok esetben különböző engedélyek beszerzése is szükséges a repülések végrehajtásához.

⁸ AIP: Aeronautical Information Publication - Légiforgalmi Tájékoztató

⁹ AIRAC: Aeronautical Information Regulation and Control - Légiforgalmi tájékoztatások szabályozása és ellenőrzése

A magyar légtér légiközlekedés céljára kijelölt részének fajtái																
légiforgalmi légtér								korlátozott légtér								
ellenőrzött légtér				nem ellenőrzött légtér												
repülő- téri irányító körzet		közel- körzeti irányító körzet		CTA ¹¹	közös felhasz- nálású légtér		koordinált légtér	eseti légtér	Drop Zone	műrepülő légtér	légiközlekedési hatóság engedélyével igénybe vehető korlátozott légtér	környezet- védelmi szempontból korlátozott légtér	TRA ¹⁰	veszélyes légtér	tiltott légtér	
CTR ¹²	MCTR ¹³	TMA ¹⁴	MTMA ¹⁵		PCA ¹⁶	RCA ¹⁷										

2. táblázat: A magyar légterek fajtái

¹⁰ TRA: Temporary Reserved Area - időszakosan korlátozott légtér

¹¹ CTA: Control Area - polgári irányítói körzet

¹² CTR: Aerodrome Control Zone - polgári repülőtéri irányító körzet

¹³ MCTR: Military Aerodrome Control Zone - katonai repülőtéri irányító körzet

¹⁴ TMA: Terminal Control Area - közelkörzeti irányítói körzet

¹⁵ MTMA: Military Terminal Control Area - katonai közelkörzeti irányítói körzet

¹⁶ PCA: Prior Co-ordination Airspace - előzetes koordinációs légtér

¹⁷ RCA: Reduced Coordination Airspace - csökkentett koordinációs légtér

A 3. táblázat példaként mutatja be Budapest CTR és Kecskemét MCTR légtereinek elhelyezkedéséről a rendelkezésre álló információkat, azonban a Magyarországon kijelölt légterekre vonatkozó adatok mindegyike a bemutatott két példához hasonlóan kerülnek megjelenítésre. Ezek az információk önmagukban sajnos sem a pilóták, sem a pilóta nélküli légi jármű vezetők számára nem adnak olyan tájékoztatást, amely érdemben nyújtana segítséget a repülés biztonságos végrehajtásához.

Légtér azonosítója/oldalhatárai	Felső/alsó határa	Megjegyzés
Budapest CTR		
473546N 0190523E	2000' (600 m) AMSL / GND	(ICAO „C”)
473358N 0191018E		
473128N 0191427E		
473230N 0191930E		
472400N 0193400E		
471500N 0192130E		
472400N 0190730E		
472700N 0190630E		
472808N 0190426E		
472939N 0190336E		
473022N 0190325E		
473546N 0190523E		
Kecskemét MCTR		
470342N 0192954E	4000' (1200 m) AMSL / GND	Oldalhatárai a repülőtér vonatkozási pont (ARP 4665504N 0194503E) körüli 10 km (5NM) sugarú kör, valamint a koordináták által megadott terület.
470304N 0195208E		
465559N 0200729E		
464529N 0195854E		
465329N 0193659E		
465329N 0192954E		
470342N 0192954E		

3. táblázat: Budapest CTR és Kecskemét MCTR légterekről rendelkezésre álló információk

Az 1. mellékletben található a HungaroControl Magyar Légiforgalmi Szolgálat Zrt. által kiadott papíralapú légiforgalmi térkép, amely azonban 1:500 000 arányú, így az abban található adatok alapján nagy pontossággal nem állapíthatók meg a légterek határai, valamint a térkép csak a VFR szerint végrehajtott repülések számára nyújt tájékoztatást. A legutóbbi kiadás 2017 áprilisától elérhető, azonban a térkép ezelőtt 2015 szeptemberében került frissítésre. Látható tehát, hogy a térkép nem követi le azonnal a jogszabályváltozásokat, így gyakran előfordul, hogy az adott légtér ugyan az Együttes rendeletben megjelent már, de a légiforgalmi térkép azt még nem tartalmazza. Papír alapon természetesen nem lehet valós idejű információkat szolgáltatni, így az aktivált légtereket sem lehet lekövetni. Véleményem szerint a felsorolt indokok miatt tehát a légiforgalmi térkép nem alkalmas a pilóta nélküli légi jármű vezetők megfelelő tájékoztatására.

A veszélyként azonosított információ hiánya vezethet ahhoz, hogy a felhasználó nem rendelkezik ismeretekkel arról, hogy a repülése során éppen melyik légtérben

tartózkodik, így a repülés engedély nélkül vagy nem az ott érvényes szabályok szerint kerül végrehajtásra.

Esemény	Légtérsértés
Esemény súlyossága	Komoly
Esemény bekövetkezésének gyakorisága	Alkalomszerű
A kockázat elfogadhatósága	Elfogadható

Kockázatcsökkentési megoldás: A kockázat csökkentésére a legutóbbi légiközlekedésről szóló törvény módosításában foglalt rendelkezés megvalósítása jelenthet megoldást, amely szerint 2017. július 1-től a HungaroControl Zrt. a pilóta nélküli légi jármű vezetők számára alkalmazást üzemeltet. [16]

A tervek szerint a mobiltelefonról is működtethető alkalmazásban megjelenítésre kerülnek a felhasználó környezetében található eseti vagy állandó légterek, tehát az alkalmazás használatával elkerülhető, hogy korlátozott vagy más célból aktivált (például honvédelmi feladatok ellátására) légtérbe engedély nélkül repüljenek be az eszközök. A rendszerhez számos közigazgatási szerv is hozzáférést kap (a Rendőrség, Magyar Honvédség, stb.), a kijelölt szervek különböző biztonsági okokból korlátozást vagy tiltást rendelhetnek el egy-egy területen. A rendszer valóban képes lesz a felhasználókat támogatni, hiszen a pilóta nélküli légi járművekről szóló előterjesztésben foglalt rendelkezések alapján az applikáció várhatóan valós időben fogja azokat a légtereket megjeleníteni, ahová ezek az eszközök nem repülhetnek, például a védett személy útvonala fölél. [17]

A kockázatcsökkentési módszer alkalmazása nem csak az adott kockázatot csökkentheti, hanem a repülésbiztonságra vonatkozóan egyéb előnyei is lehetnek. A „látni és látszani” a VFR szerinti repülés alapelvei, tehát az összeütközés elkerülésének érdekében nem elég a légi járműnek a többi légtérhasználót látnia, hanem arról is gondoskodni kell, hogy a légi járművet mások is észleljék, így a megfelelő információ megléte nem csak a pilóta nélküli légi jármű vezetők számára elengedhetetlen, hanem a többi légtérhasználó számára is hasznos lehet, ha tudják, hogy az adott területen pilóta nélküli légi járművel végrehajtott repülés történik. Ezek az eszközök a hagyományos légi járművektől jóval kisebb méretűek, így nehéz őket észrevenni. Az alkalmazás kezdetben várhatóan csak a pilóta nélküli légi járművekre vonatkozó jogszabályban foglaltakat tudja majd ellátni, azonban a rendszert üzemeltető számára érdemes átgondolni egy olyan fejlesztési irányt, amely a hagyományos légi jármű vezetők számára is információt tud szolgáltatni az eszközök típusáról, elhelyezkedéséről, esetlegesen a pilóta nélküli légi jármű vezető képesítését illetően is annak érdekében, hogy a pilóta tudja, hogy az adott eszközt vezető személynek milyen információi vannak a légiközlekedéssel kapcsolatban.

4.7. Repülőterek

Minden légi jármű esetében a repülés teljes időtartama alatt a legnagyobb kockázatot a fel- és leszállás jelenti. A pilóta nélküli légi járművek alacsony magasságon fordulnak elő leggyakrabban, ott ahol a hagyományos légi járművek manőverezési képessége korlátozott, így ezeknek az eszközöknek a repülőterek környékén, kifejezetten a végső megközelítési területen történő repülése fokozott veszélyforrást jelent a hagyományos légi járművekre nézve.

Alacsony forgalmú repülőterek esetében a légi járművek előfordulása igen csekély, így a repülőesemény bekövetkezésének valószínűsége elhanyagolható. Külön kockázatcsökkentő intézkedések alkalmazása erre az esetre indokolatlan terhet jelentene a felhasználók számára, továbbá a repülési szabályok között említésre került a légi járművekre vonatkozó elsőbbségadás lehetősége, így véleményem szerint ez megfelelő intézkedés a kisebb repülőterek környezetét nézve.

Azokon a repülőtereken, amelyek rendelkeznek olyan légtérrel, ahol a műszer szerinti indulási és érkezési eljárások engedélyezettek (például. Békéscsabán) vagy ellenőrzött légtérrel rendelkeznek (például Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér) kifejezetten magas kockázatot jelent a pilóta nélküli légi járművek működtetése, hiszen a pilóták az eljárások alkalmazása során nagyrészt csak a műszereik segítségével közelítik meg vagy hagyják el a repülőteret, az ütközések elkerülését illetően pedig a légitforgalmi szolgálatok segítségére támaszkodnak.

A pilóta nélküli légi járművek repülőterek közelében történő repülése tehát veszélyt jelent abban a tekintetben, hogy az összeütközés veszélye az alacsony repülési magasság miatt ebben az esetben a legnagyobb.

Esemény	Két légi jármű összeütközése
Esemény súlyossága	Baleset
Esemény bekövetkezésének gyakorisága	Alkalmoszerű
A kockázat elfogadhatósága	Nem elfogadható

Kockázatcsökkentési megoldás: A kockázatot nem elfogadhatónak értékeltem, így azonnali intézkedés bevezetésére lenne szükség. Több Európai Unió tagállam jogszabályban vezette be, hogy a repülőterek vonatkoztatási pontjától számított bizonyos sugarú körön belül nem lehet pilóta nélküli légi járművekkel repülni, azonban ez az alacsony forgalmú repülőterek esetében nem indokolt. Véleményem szerint a nagyobb forgalmú repülőterek környezetében hasonló intézkedés bevezetése első lépésként megfelelő elkülönítést biztosítana az érkező és induló légi járművektől. Azokban a légtérekben, ahol repülőterei repüléstájékoztató szolgálat működik, célszerű hozzájárulást kérni a repülés végrehajtásához annak érdekében, hogy az illetékes légitforgalmi szolgálatnak megfelelő információ álljon rendelkezésre a pilóta nélküli légi járművel végrehajtott repülés helyszínéről annak érdekében, hogy a hagyományos légi járművek elsőbbsége biztosított legyen.

A jogszabályi előírás mellett alkalmazható lehet a virtuális-kerítés funkció alkalmazása, amely lehetőséget nyújt arra, hogy a megadott repülőterek bizonyos körzetében ne lehessen repülést végrehajtani. Már jelenleg is több gyártó a bejelentő államok által kapott adatok alapján a pilóta nélküli légi járművekbe előre rögzíti azon repülőterek vonatkoztatási pontját és azt a sugarú kört, amelyen belül pilóta nélküli légi jármű nem szállhat fel és ahová nem repülhet be.

A légtérbe illeszkedéshez és a teljes integrációra vonatkozóan a jövőben ugyanakkor elengedhetetlen lesz ezeknek az eszközöknek a repülőterek közelébe történő engedése is, amely egy jóval bonyolultabb rendszer kiépítését teszi szükségessé. Ehhez nem csak a pilóta nélküli légi járművek megfelelő műszerezettségére, hanem a repülőter fogadóképességének növelésére és az ilyen repülésekkel történő kompatibilissé tételére is elengedhetetlen a biztonságos érkezéshez és induláshoz. Az

eszközöknek képesnek kell lenniük a légiforgalmi szolgálatokkal kommunikálni és a kapott utasításokat maradéktalanul végre kell tudniuk hajtani.

A kockázatcsökkentési megoldások alkalmazásával az esemény bekövetkezésének gyakorisága kivételesen ritkára redukálható, így a kockázatot elfogadható szintre lehet csökkenteni.

4.8. Időjárás

Az időjárásra vonatkozó naprakész információk ma már minden felhasználó számára rendelkezésre állnak, hiszen mindenki rendelkezik mobiltelefonnal és interneteléréssel, amelyeken eredetileg megtalálható vagy letölthető az az alkalmazás, amely megmutatja, hogy a következő órákban milyen idő várható. Az időjárás egyes elemeinek repülésre gyakorolt hatásai azonban a felhasználók számára nem feltétlenül ismertek, például nem biztos, hogy a felhasználó meg tudja ítélni, hogy az adott szélerősség milyen hatással lehet a repülésre. Az időjárásban hirtelen bekövetkező változások, valamint a termik megjelenése is kockázatot jelenthetnek.

Az időjárásból adódó veszélyforrásokat a jellegükből adódóan egy kockázati tényezőként veszem számításba.

Esemény	Az eszköz lezuhanása
Esemény súlyossága	Komoly
Esemény bekövetkezésének gyakorisága	Alkalomszerű
A kockázat elfogadhatósága	Elfogadható

Kockázatcsökkentési megoldás: Minden repülés előtt figyelembe kell venni a földrajzi viszonyokat és a felhasználók képzése során ki kell térni arra, hogy az időjárás körülmények (szél, csapadék, hőmérséklet, stb.) hogyan hatnak a repülésre.

Egy érdekes kísérletben példát láthattunk arra, hogy az eszközt ért villámcsapás során elsősorban nem a pilóta nélküli légi jármű külső szerkezete roncsolódik, hanem a villám az elektronikai berendezések teljes meghibásodását okozta, így az eszköz azonnal lezuhant. Ezt követően rézdrótból összeállított villámhárítót helyeztek el egy másik hasonló eszközön, majd ismét villámcsapást szimuláltak. Az eszköz természetesen ebben az esetben is lezuhant és a zuhanásból adódóan kisebb sérülések is megfigyelhetők voltak, azonban ez alkalommal az elektronika ép maradt. A kísérlet ugyan laboratóriumi körülmények között történt, azonban tanulságként megfogalmazható, hogy a gyártóknak érdemes minél szélesebb időjárás körülmények között alkalmazhatóvá tenni a pilóta nélküli légi járműveket, a felhasználóknak pedig csak olyan környezetben szabad működtetniük az eszközeiket, amelyben a gyártó a működőképességet garantálni tudja. [18]

4.9. Emberi tényező

A repülésbiztonsági kockázatelemzések során az alkalmazott technológia és az eljárások mellett az emberi tényező hatását is vizsgálnom kell. A repülések során az emberi tényező a légi jármű vezető, a karbantartó, valamint a légiforgalmi irányító személyében jelennek meg, azonban tekintettel arra, hogy a pilóta nélküli légi jármű

vezető viszonylag ritkán kommunikál a légiforgalmi irányítóval, így a pilóta nélküli légi jármű vezető és a karbantartó személy viselkedésének vizsgálatát kell elvégezni, amely a tömeges felhasználás során ez jellemzően ugyanaz a személy. Esetünkben leginkább a hibás döntések azok, amelyek a repülés biztonságát negatív irányban befolyásolhatják.

A hibás döntéseknek több oka lehet:

- nem megfelelő ismeret a repülés körülményeire vonatkozóan,
- nem megfelelő ismeret az eszköz paramétereit tekintve,
- nem megfelelő javítás és karbantartás,
- nem megfelelő környezetben történő alkalmazás,
- nem megfelelő elméleti ismeretek és jártasság,
- nem megfelelő felkészültség a vészhelyzetre vonatkozóan,
- nem megfelelő egészségügyi és fizikai állapot,
- az éberség hiánya.

Az emberi tényező elemzésekor a pilóta nélküli légi jármű vezetők esetében megjelenik egy, a légiközlekedésben eddig még nem ismert jelenség, hogy a felhasználókban – mivel nem tartózkodnak ténylegesen a fedélzeten – a légi jármű vezetői felelősség nem jelenik meg olyan mértékben, mint a hagyományos légi jármű vezetők esetében. A pilóták esetén a felelősségtudat jellemzően automatikusan alakul ki köszönhetően a gyakorló repüléseknek és az életösztönnek, azonban a pilóta nélküli légi jármű vezetők esetében a repülések teljesen más nézőpontból kerülnek végrehajtásra. Ez alatt azt értem, hogy a felhasználók akár játéknak is tekinthetik az eszközt és ezáltal sokkal bátrabban és merészebben viselkednek, az eszköz korlátait sokszor nem figyelembe véve. Ezek a *játékok* azonban légi járművek, tehát a légtér felhasználói és a jövőbeni integráció megvalósításához ez a fajta emberi viselkedés nem megengedett. Az említett jelenség csak abban az esetben fordulhat elő, ha a pilóta nélküli légi jármű vezető az eszközt ténylegesen vezeti, autonóm repülés esetén ilyen veszély nem áll fenn.

Az emberi tényezőben rejlő veszélyek számos repülőeseménynek szolgálhatnak indokául, azonban a repülésbiztonsági elemzések alapja, hogy a várható események közül a legsúlyosabb eseményt kell figyelembe venni, így repülőeseménynek a két légi jármű összeütközését azonosítottam.

Esemény	Két légi jármű összeütközése
Esemény súlyossága	Baleset
Esemény bekövetkezésének gyakorisága	Ritka
A kockázat elfogadhatósága	Nem elfogadható

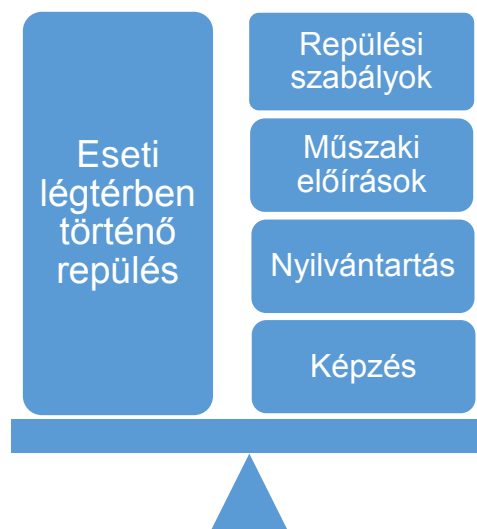
Kockázatcsökkentési megoldás: Ebben a tekintetben is nem elfogadhatónak értékeltem a kockázatot, ezért véleményem szerint a 4.3 pontban megfogalmazott képzés során nem csak a lexikális ismereteket kell elsajátítani, hanem az oktatóknak kiemelt figyelmet kell fordítani a felelősségteljes alkalmazásmód kialakítására, valamint a kényszerhelyzetekre való megfelelő felkészítésre.

Az emberi tényező által okozott kockázatot úgy tudjuk a legegyszerűbben kiküszöbölni, ha a folyamatból egyszerűen elhagyjuk, vagyis a lehető legtöbb esetben az automatizmusra törekszünk. A hagyományos légitársaságokhoz hasonlóan a jelenlegi fejlesztési irányok a pilóta nélküli légitársaságokkal végrehajtott repülések esetében is egyértelműen azt mutatják, hogy azokat az eseteket, amelyek során az emberi döntés következményei repülőeseményhez vezethetnek, az embert egyáltalán nem vagy csak a szükséges mértékben engedjük beavatkozni. Erre példa lehet, hogy egy kényszerhelyzeti eljárás lerepülése során a felhasználó csak nagyon minimálisan korrigálhatja az eszköz irányát és annak sebességét. Az említett eljárás egyértelműen az autonóm pilóta nélküli légitársaságokat helyezi előtérbe és arra enged következtetni, hogy a jövőben olyan eszközöket fogunk használni, amelyek a felszállástól a leszállásig a repülés teljes időtartama alatt emberi beavatkozás nélkül képesek feladatukat önállóan végrehajtani. Az autonóm repülések biztonságos végrehajtásához és azok elterjedéséhez azonban számos egyéb feltételnek kell teljesülni, amely a diplomamunkám során később részletezésre kerülő, jövőbe mutató irányítási rendszerként valósítható meg.

4.10. Következtetés

A kockázatelemzéssel kapcsolatban általánosságban elmondható, hogy jellemzően nem egy tényező miatt következnek be a repülőesemények, azonban a veszélyforrásokat egyesével szükséges vizsgálni annak érdekében, hogy a megfelelő intézkedéseket hozzuk a repülésbiztonság fenntartására. A 3. ábra megmutatja, hogy melyek azok a legfontosabb kockázatcsökkentési eljárások, amelyeket alkalmaznunk kell, ha a pilóta nélküli légitársaságokat az eseti légtérben kívül biztonságos körülmények között kívánjuk működtetni.

A kockázatcsökkentés azonban az eljárások megfogalmazásával és végrehajtásával nem ér véget, a légtérben bekövetkezett változást folyamatosan felügyelni szükséges annak érdekében, hogy a bevezetett eljárások valóban elfogadható szintre csökkentették-e az elemzés során azonosított kockázatokat.



3. ábra: A szükséges kockázatcsökkentési intézkedések

5. Egységes szabályozási rendszer lehetősége

5.1. Szabályozás az Európai Unió tagállamaiban

Az Európai Unió tagállamai az elmúlt évek során észlelték a pilóta nélküli légi járművekkel végrehajtott repülések kockázatait, valamint realizálták a bennük rejlő gazdasági potenciált, így majdnem minden Tagállamban létezik egyedi, átfogó, a repülésbiztonsági előírásokat figyelembe vevő szabályozás a pilóta nélküli légi járművek repülését illetően. A 4. táblázat tartalmazza azokat az országokat, ahol hatályban van a vonatkozó jogszabály, valamint összefoglalja a szabályozás legfontosabb paramétereit. [19] [20] [21]

A vizsgált országokban jellemzően nincs szükség a légiközlekedési hatósági egyedi engedélyére az alábbi esetekben:

- alacsony repülési magasság,
- nem ellenőrzött légtérben történő repülés,
- látótávolságon belül történő repülés,
- személyektől, épületektől, járművektől vett biztonságos távolság megtartása,
- elsőbbségadás a hagyományos légi járművek számára,
- felelősségbiztosítás megléte.

A Tagállamokban eltérő szabályok vonatkoznak:

- a felhasználók képzésére,
- a repülőterek vonatkoztatási pontjától számított minimális távolságra,
- a pilóta nélküli légi jármű rendszer légi alkalmassági feltételeire,
- regisztráció súlyhatárára és módjára,
- a kategóriák súlyhatárára.

A Tagállamokban jellemzően a nagyobb méretű, általában 20-25 kg felszálló tömeg feletti pilóta nélküli légi járművek működtetéséhez légi alkalmassági vagy egyedi hatósági engedély szükséges, valamint az is látható, hogy több Tagállam a kereskedelmi repülések esetére szigorúbb feltételeket szab, egyes országokban pedig az ilyen célból működtetett eszközökhöz minden esetben, felszálló tömegtől függetlenül külön engedély szükséges.

A fentiek értelmében tehát látható, hogy a Tagállamok nemzeti szabályozásai alapelveiben megegyeznek és – bár számértékeiben eltérő, de nagyságrendileg azonos mértékben – több pontban is hasonlóságot mutatnak, amelyek segítséggel lehetnek a jövőbeni, egységes Európai Uniós szabályrendszer létrehozására.

Országok	Követelmények								
	Kategóriák	képzés	VLOS AGL [ft]	Minimális távolság	Repülőtér	Ellenőrzött légtér	Biztosítás	Nyilvántartás	Légialkalmasság
Ausztria	5 kg alatt	kockázattól függően	500'	igen	2,5 km	engedély	igen	igen	nem
	5-25 kg								igen
	25 kg felett								igen
Belgium	1-2 kg	nem	500'	igen	1,5 tengeri mérföld	engedély	igen	nincs adat	nem
	2-5 kg	igen							igen
	5 kg felett	+orvosi							igen
Csehország	0,91 kg- 7kg	igen	500'	igen	5,5 km	engedély	igen	azonosító	nem
	7-20 kg			szigorúbb					
	20 kg								
Dánia	25 kg alatt	lakott területen kereskedelmi cél	200'	igen	8 km	engedély	igen	nincs adat	nincs adat
	25 kg felett								
Horvátország	5 kg alatt	igen	nincs határ	igen	3 km	engedély	igen	nincs adat	nem
	5-25 kg								
	25 kg felett								
Finnország	25 kg alatt	nem	500'	igen	5 km	50 m talajszinttől	igen	nem	nem
	25 kg felett								
Franciaország	nincs	forgatókönyv alapján					igen	nincs adat	25 kg felett
Írország	1,5-7 kg	elméleti és gyakorlati követelmények	400'	igen	8 km	engedély	igen	igen	nem
	7-20 kg		engedély	engedély					
	20 kg felett								
Olaszország	0,3-2 kg	nem	500'	igen	5 km	engedély	igen	azonosító	nem
	2-25 kg	igen						nyilvántartás	igen
	25 kg felett	+orvosi							
Lengyelország	25 kg alatt	kereskedelmi: + orvosi	nincs határ	igen	5 km	engedély	nincs adat	nem	nem
	25 kg felett							igen	igen
Litvánia	0,3 kg alatt	nem	200'	igen	1,8 km	nincs adat	igen	igen	nincs adat
	0,3-25 kg	igen							
Németország	5 kg alatt	nem	300'	igen	1,5 km	engedély	igen	250 gramm felett	nem
	5 kg felett	igen							
Spanyolország	25 kg alatt	nem	400'	igen	8 km	engedély	igen	azonosító	nem
	25 kg felett	igen						igen	igen

4. táblázat: A pilóta nélküli légi járművek szabályozása az Európai Unió egyes tagállamaiban

5.2. Javaslat az Európai Unió szabályozásra

Az Európai Unió minden olyan eszközt pilóta nélküli légi járműnek tekint, amelyet úgy terveztek, gyártottak és működtetnek, hogy annak vezetését nem a fedélzeten tartózkodó személy végzi, így a fogalom alatt a nagyméretű, hagyományos légi járművek műszerezettségéhez közelítő légi járműveket, valamint a kisméretű, akár játéknak is tekinthető eszközöket is érti. Az Európai Unió eltökélt célja a pilóta nélküli légi járművek súlyhatár nélküli szabályozása annak érdekében, hogy ezekre az eszközökre egységes szabályok vonatkozzanak, valamint a felhasználók számára egy olyan Európai Unió szintű keretrendszer alakuljon ki, amely biztosítja a felhasználók könnyebb átjárhatóságát a Tagállamok szabályrendszerei között. A közös szabályok megalkotása a technológia dinamikusabb fejlődésére ad lehetőséget, valamint az egységes kockázatcsökkentési lehetőségek a légtérbe integrálás tekintetében is előre lépést jelenthetnek. [22]

Nemzetközi szinten elsőként a 2015 márciusában megrendezésre kerülő Rigai Konferenciát követő Rigai Egyezményben rögzítették a pilóta nélküli légi járművek szabályozásával kapcsolatos alapelveket, (továbbiakban: Egyezmény) amely öt pontban foglalta össze, hogy a szabályok megalkotásakor milyen területekre kell fókuszálni:

- A pilóta nélküli légi járműveket a légi járművek egy új típusaként kell kezelni, el kell mozdulni a jelenlegi szabályozási módszertől és a működésük által okozott kockázaton alapuló arányos szabályozást kell kidolgozni.
- Az egységes repülési szabályok kidolgozását (beleértve a pilóta nélküli légi jármű vezetők képzését is) a harmonizáció érdekében, a Tagállamok által tapasztaltakat figyelembe véve, az Európai Repülésbiztonsági Ügynökségre (a továbbiakban: Ügynökség) bízva, ehhez azonban szoros együttműködés szükséges a JARUS¹⁸-szal, az ICAO-val, valamint az érintett további szereplőkkel, a gyártókkal, a forgalmazókkal és a felhasználókkal.
- Az Európai légtérbe történő teljes integráláshoz és a repülésbiztonság fenntartása érdekében technológiai fejlesztésekre és szabványok kidolgozására van szükség.
- A társadalmi elfogadottság kulcsfontosságú: a pilóta nélküli légi járművek működtetése adatvédelmi és személyiségi jogi kérdéseket is felvet, azonban – tekintettel arra, hogy ezek nem repülésbiztonsági kérdések – ezzel az illetékes hatóságoknak kell foglalkozni, az ilyen jellegű kockázatok csökkentését az Ügynökség nemzeti hatáskörben hagyná, tehát a rendőrségi feladatokat ellátó szerveknek, valamint az adatvédelmi hatóságoknak kell a vonatkozó szabályokat és ajánlásokat megalkotniuk.
- Az üzembentartó teljes felelősséggel tartozik az általa működtetett eszköz iránt, továbbá az eszközök regisztrálása kulcsfontosságú. [23]

A Rigai Egyezményt követően az Ügynökség elkezdte a pilóta nélküli légi járművek szabályozására vonatkozó tervezet kidolgozását, amelynek eredményeképpen már 2015 júliusában előzetes értesítést¹⁹ küldött a Tagállamok felé, ebben bemutatja a várható jogszabályi követelmény keretrendszerét. A dokumentum az Egyezménynek

¹⁸ JARUS: Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems - Pilóta nélküli légi jármű rendszerek szabályozásával foglalkozó Hatóságok Egyesülete

¹⁹ A-NPA: Advance Notice of Proposed Amendment - Előzetes értesítés a javasolt változtatásról

megfelelően kockázatalapú megközelítésben mutatja be azt a rendszert, amely a működésközpontú szabályozás alapelveit fekteti le. A kockázatalapú megközelítés lényege, hogy a repülések által okozott kockázat a földön tartózkodó személyek és a többi légtérhasználóra nézve független a repülés céljától, így a kereskedelmi és hobbi célra használt eszközök között ilyen tekintetben nem lehet különbséget tenni. A hagyományos légitársaságokban elterjedt úgynevezett légi jármű központú szabályozással ellentétben a működésközpontú szabályok lefektetésének alapja, hogy nem csak a légi járművet, a berendezéseket és esetleg a pilóta gyakorlatát szükséges vizsgálni a követelmények meghatározásakor, hanem a repülés körülményei alapvetően határozzák meg a teljesítendő feltételeket. Ennek értelmében előfordulhat, hogy ugyanazon eszköz és pilóta nélküli légi jármű vezető esetében más követelményeket szükséges teljesíteni, amennyiben például emberek csoportja felett repül az eszköz. Az előzetes értesítést a Tagállamok mellett az érintettek (gyártók, forgalmazók, légitársasági szolgáltatók, egyesületek és felhasználók) is véleményezhették, az Ügynökség a beérkezett észrevételek alapján 2015 decemberében technikai szakvéleményt²⁰ tett közzé, amely már konkrét javaslatokat tartalmaz a közös szabályozáshoz kapcsolódóan, valamint egyben iránymutatásként is szolgál azon országok jogalkotóinak, ahol még nincs speciális szabályozás a pilóta nélküli légi járművekkel végrehajtott repülésekre vagy a meglévő szabályozás módosítását tervezi.

A szakvélemény közzétételével szinte egyidőben, az Európai Bizottság 2015. december 7-én a légitársasági stratégia részeként mutatta be az Alaprendeletet hatályon kívül helyező, új Európai Parlamenti és Tanácsi rendeletet, amely a pilóta nélküli légi járművek szabályozását teljeskörűen az Európai Unió hatáskörébe utalja. A rendelettervezet nem konkrét szabályokat tartalmaz, hanem megteremt a jogalapot arra vonatkozóan, hogy az Európai Bizottság felhatalmazáson alapuló jogi aktusok útján repülési szabályokat alkothasson. Az új Alaprendelet elfogadására – az Európai Parlament és az Európai Tanács együttdöntési eljárásában hozott eredményeitől függően – várhatóan 2017. év végére kerülhet sor. [24]

2016 nyarán az Ügynökség publikálta az első normaszövegszerű javaslatát a szabályozásra vonatkozóan, amely az említett dokumentumokra érkezett vélemények alapján került kidolgozásra. A szabályozás alapelveinek megfelelően a pilóta nélküli légi járművek repülése által okozott kockázat alapján három kategóriát különböztet meg: nyílt, speciális és engedélyköteles kategóriákat. A nyílt kategória a legalacsonyabb kockázatú repüléseket foglalja magába, amelyben a repülésbiztonságot működtetési korlátozásokkal, kötelező regisztrációval és különböző, a gyártók számára előírt szabványok alkalmazásával biztosítják. A kategóriában nem lesz szükség külön hatósági engedélyeztetésre, amennyiben az eszköz és a felhasználó a korlátozásokat nem lépi túl. Attól függően, hogy a repülés során mekkora távolságot tart a földön tartózkodó személyektől, tárgyaktól, épületektől és járművektől, a szabályrendszer eltérő technológiai követelményeket támaszt az eszközök felé, ezzel a nyílt kategóriát további 4 alkategóriára bontva, amelynek részletezése az 5. táblázatban található. [25]

²⁰ Technical Opinion: Szakvélemény

Kritériumok	A1		A2	A3	
	C0	C1	C2	C3	C4
Felszálló tömeg	250 g	900 g	900 g - 4 kg	25 kg	
Repülési korlátozások	a pilóta nélküli légi jármű vezetőnek az eszközt folyamatosan látnia kell				
	AGL 50 m	AGL 120 m			
	emberek fölé nem repülhet		20 m az emberektől	ember közelében nem repülhet	városokhoz és repülőterekhez közel nem repülhet
Regisztráció	-	üzembentartó	üzembentartó + pilóta nélküli légi jármű		
Korhatár	-	14 év	16 év		
Képzés	-	online képzés			
Technológiai követelmények	használati útmutató mellékelése, amely információt tartalmaz az üzemeltetési körülményekre vonatkozóan				
	2009/48/EC	a biztonságos repülés végrehajtásához szükséges stabilitás és szilárdság biztosítása			
		nem tartalmazhat olyan elemeket, amelyek a normál működtetés során felgyulladnak vagy felrobbannak			
	elektronikus azonosító rendszer				
	-		automatikus hazatérés		
2. típusú virtuális-kerítés ²¹			3. típusú virtuális-kerítés ²²		
		kapcsolatvesztés esetén a visszaállítás lehetősége	olyan meghibásodások elkerülése, amelyek a kapcsolat elvesztéséhez vezetnek vagy automata leszállító rendszer vagy ütközési energia csökkentését korlátozó rendszer alkalmazása		

5. táblázat: Javaslat a nyílt kategóriában történő repülések szabályaira

²¹ 50 méterre korlátozza a maximális repülési magasságot

²² 120 méterre korlátozza a maximális repülési magasságot

Amennyiben a repülés során a felhasználó nem tudja a nyílt kategóriára vonatkozó feltételeket teljesíteni az eszköz adottságából vagy a működtetés körülményeiből adódóan, a repülés ebben az esetben a különleges kategóriába, tehát a közepes kockázatú repülésekhez fog tartozni. Ide sorolandók azok a repülések, amelyek során a pilóta nélküli légi jármű jelentős kockázatot jelent a légiközlekedésre és a személyekre. Olyan műveleteket érthetünk ez alatt, amelyeket például ellenőrzött légtérben vagy lakott területeken, emberek felett hajtanak végre. A földfelszíntől számított 500 láb feletti repülési magasságot meghaladó repülés esetén vagy akkor, ha a pilóta nélküli légi jármű felszálló tömege meghaladja a 25 kg-ot – amelyet a tagállamok nemzeti jogszabályai alapján határoztak meg –, e kategória szabályai lesznek érvényesek.

Az Ügynökség a különleges kategóriában történő működtetést háromféleképpen tenné lehetővé:

1. Az Ügynökség által közzétett szabványos eljárásoknak való megfelelés: az üzemeltető írásban nyilatkozik arról, hogy az előírt kockázatcsökkentési intézkedéseket alkalmazza. Az ilyen megoldás jelentős terhet vehet le a légiközlekedési hatóságokról és a felhasználókról is.
2. Egyedi engedély: A légiközlekedési hatóságok által kiadott egyedi, az adott művelet végrehajtásához szükséges engedélyek birtokában történő repülések.
3. Üzemben tartási engedély: Bizonyos szervezetek rendelkezhetnének a hagyományos légiközlekedésben használatos üzemben tartási engedéllyel, amely lehetőséget biztosítana arra, hogy a légiközlekedési hatóság által jóváhagyott szervezet minősített pilóta nélküli légi járművei szükség esetén azonnal használhatók legyenek. Ez a megoldás kifejezetten előnyös lehet például a katasztrófavédelmi szervek számára, hiszen a repülés jelentős kockázattal is járhat (például árvíz esetében) és általában azonnali igényként jelenik meg, ugyanakkor engedélyezési eljárás lefolytatására vagy szabványos eljárás alkalmazására idő hiányában nincs lehetőség.

Az engedély megléte vagy a légiközlekedési hatóság felé tett nyilatkozat mellett minden esetben szükség lesz a pilóta nélküli légi jármű vezető elméleti és gyakorlati képzésére. A felhasználók oktatását minden esetben az Ügynökség vagy a nemzeti légiközlekedési hatóság által akkreditált, jóváhagyott tematikával rendelkező képző szervezetek végezhetik, így biztosítva, hogy a növendék megfelelő ismeretekkel rendelkezzen a repülés biztonságos végrehajtásához.

A legmagasabb kockázatú repülések a minősített kategóriába tartoznak, ezekre az eszközökre és a repülésekre szabályozás szempontjából úgy kell majd tekintenünk, mint a hagyományos légi járművekre, ezáltal szigorúbb szabályok vonatkozhatnak, mint az előző két kategóriában működő pilóta nélküli légi járművekre. A közepes és a legmagasabb kockázatú repülések közötti határ a rendelkezésre álló dokumentumok alapján nem derül ki egyértelműen, viszont közös pont, hogy várhatóan a minősített esetben is – a megfelelő kockázatcsökkentési intézkedéseket követően – szükség lehet az illetékes hatóságok engedélyére, valamint a pilóta nélküli légi jármű vezetőnek speciális képzésben kell részesülnie. Tekintettel arra, hogy a tervek szerint az engedélyköteles kategóriára vonatkozó szabályok meghatározása nemzeti hatáskörben marad, így az Ügynökség nem foglalkozik az erre vonatkozó feltételek kialakításával.

Az egységes szabályozás kialakításának lényege, hogy Európai Unió szinten egy szabályozási keretrendszer alakuljon ki a Tagállamok számára megfelelő rugalmasság biztosítása mellett, azonban feltehetően a Tagállamok hatályban lévő jogszabályai, az eltérő jogrendszerek és a nemzeti légiközlekedési kultúra különbözősége miatt a szakértők az egységes szabályozási rendszer kialakítását és az Ügynökség által közzétett javaslatokat szkeptikusan fogadták.

5.3. A szabályozási javaslat hiányosságai

5.3.1. Fogalommeghatározások

A jelenleg elérhető eszközöket és a technológia fejlődésének irányát tekintve várhatóan a nyílt kategória fogja érinteni a legtöbb felhasználót és a legtöbb eszközt. A kategória meghatározása azonban nem egzak, annak értelmezése egy átlagos, repülésben nem jártas felhasználó – de akár szakszolgálati engedéllyel rendelkező pilóta – számára is nehézkes: „*nyílt kategóriába tartozik az a pilóta nélküli légi járművel végrehajtott repülés, amely a kockázat figyelembe vételével a művelet végrehajtása előtt nem igényel előzetes hatósági engedélyt*”. A meghatározás inkább tekinthető a kategória rövid, egymondatos jellemzésének, nem pedig egyértelmű definíciónak. A különleges és minősített kategóriák meghatározása is hasonló, azzal a különbséggel, hogy ezekben az esetekben már nagyobb kockázatról beszélhetünk és előzetes engedély vagy nyilatkozattétel szükséges a repülés végrehajtásához.

A Tagállamok többsége egyetértett abban, hogy nem csak a definíciók értelmezése jelenthet problémát, hanem az előző pontban részletezett nyílt kategóriához kapcsolódó alkategóriákba történő besorolás értelmezése a legtöbb felhasználó számára nehézkes lehet. A személyektől és járművektől vett távolság biztosításának előírása alapvetően megfelelő kockázatcsökkentési intézkedés a repülésben részt nem vevők biztonságát tekintve, azonban ennek betartásának és ellenőrzésének gyakorlati kivitelezése kérdéses lehet, egy esetleges repülőesemény vagy személyi sérülés bekövetkezése során a felelősség megállapítása nehezebb lehet, mintha nem lenne előírva előre meghatározott távolság.

A kategóriák meghatározásánál tehát alapvető hiányosság, hogy nem lehet egyértelműen besorolni egy adott repülést egyik kategória és alkategória alá sem, így nem definiálhatók egyértelműen a követelmények. Ebből adódóan előfordulhat, hogy ugyanaz a repülés bizonyos országokban más besorolás alá esik, így nem lesznek megfelelőek és elégségesek az alkalmazott kockázatkezelési eljárások az adott repülés végrehajtásakor. Megoldás lehet a fogalmak meghatározásának átgondolása vagy egyszerűen ezeknek a definícióknak az elhagyása, hiszen ebben a formában a szabályozásra nézve nem tartalmaznak hozzáadott értéket.

A fogalommeghatározásnál szükséges megemlíteni, hogy a pilóta nélküli légi jármű definíciójából adódóan minden olyan eszköz, amely pilóta nélküli repülésre képes az Európai Unió hatáskörébe fog tartozni. Ennek értelmében tehát a hagyományos értelemben vett repülőmodellekre is ez a szabályrendszer lesz irányadó, ezért számos modellező szervezet tiltakozását fejezte ki az egységes szabályozási rendszer bevezetését illetően. Álláspontjuk szerint a keretrendszer indokolatlan terhet ró a felhasználókra, hiszen több olyan kötelezően fedélzetre telepítendő berendezést definiál, amellyel minden pilóta nélküli légi járművet fel kell szerelni, mint például az elektronikus azonosításra alkalmas eszköz vagy a virtuális-kerítés funkció beépítése.

A bevezetni kívánt szabályozás értelmében amennyiben nem rendelkeznek ezekkel a berendezésekkel, nem sorolhatók a nyílt kategóriába, tehát szinte minden esetben a repülőmodellek egyedi engedélyeztetésére lenne szükség.

A repülőmodellek a manapság széleskörben elterjedt pilóta nélküli légi járművek fogalmának összevonására több okból volt szükség:

- A Chicagói Egyezmény már 1944 óta minden pilóta nélküli repülésre alkalmas eszközt légi járműnek tekint és egységesen kezel.
- Nehéz meghúzni a határt a két fogalom között, hiszen mindkét eszköznek több típusa (merevszárnyú vagy forgószárnyú), valamint felhasználási módja (hobby, verseny és kereskedelmi célú) lehet.
- A repülésbiztonsági kockázat az eszköz alkalmazásának céljától független.
- Több országban – köztük hazánkban is – szabályozatlan keretek között történik a repülés: a repülési szabályok, a felhasználó képesítésének és az eszközök minőségének hiánya jelentős kockázatokat hordoznak magukban.

Az Ügynökség 2017 májusában közzétett értesítése²³ a Tagállamok számára már tartalmaz olyan megoldási javaslatokat a repülőmodellező társadalom aggályaira, hogy a Tagállamok – a keretrendszer rugalmasságának köszönhetően – bizonyos mértékben enyhébb feltételeket szabhatnak a repülőmodellekre: például a modellező klubok általi szabályozás, amely több országban már gyakorolt eljárás, de véleményem szerint a modellező repülőtereken történő működtetés esetén a kevésbé szigorú szabályok előírása is megoldás lehetne.

5.3.2. Nyilvántartás

A szabályozás várhatóan meg fogja követelni, hogy minden eszközt a Tagállamok által vezetett nyilvántartásba felvegyenek, ugyanakkor nem rendelkezik annak módjáról és arról sem, hogy a nyilvántartásnak milyen tartalmi elemeket kell kötelezően rögzíteni. Az elektronikus azonosító rendszer előnye, hogy gyorsan és egyszerűen elvégezhető a nyilvántartásba vétel, továbbá lehetővé teszi az eszköz üzemmentartójának ellenőrzését, amely egy repülőesemény bekövetkezésekor vagy az eszköz elvesztésekor segítséget nyújthat a kivizsgáláshoz. A tervezet ugyan rendelkezik arról, hogy a rendszerek közötti átjárhatóságot biztosítani kell, azonban nem derül ki, hogy az Ügynökség ez alatt pontosan mit ért. A rendszert minden Tagállam maga fogja üzemeltetni, amelynek kialakítása is jelentős befektetéssel jár, az átjárhatóság biztosítása pedig biztosan plusz költséget jelent a hatóságok számára, így kérdéses, hogy a szabályozás ezen előírását a Tagállamok hogyan fogják teljesíteni. A felhasználók szempontjából ez a javaslat megoldást is jelenthet, hiszen amennyiben más országban szeretnék az eszközeiket használni, az adott Tagállam nyilvántartásába már nem kellene felvenni. Hosszútávú megoldásként elképzelhetőnek tartom egy olyan, Európai Unió szinten egységes, az Ügynökség által üzemeltetett elektronikus nyilvántartó rendszer kiépítését, amely alkalmas arra, hogy az eszközökre és az üzemmentartókra jellemző, az eszköz egyértelmű azonosításához szükséges alapvető információkat rögzítse, elősegítve ezzel a későbbi részletezésre kerülő UTM rendszer megvalósítását.

²³ NPA: Notice of Proposed Amendment - Értesítés változtatás bevezetéséről

5.3.3. Képzés

A kockázatalapú megközelítés értelmében a képzési rendszer kidolgozása a pilóta nélküli légi járművek működtetésének környezetre – tehát a repülésben részt nem vevőkre és a légi járművekre – gyakorolt kockázata alapján a Tagállamok által kerül meghatározásra. A javaslat tartalmazza, hogy amennyiben a felhasználó magasabb kockázatú repülést hajt végre, vagyis A3 vagy különleges kategóriába sorolt a repülés, a pilóta nélküli légi járművet vezető személynek képzésen kell részt vennie. A szabályozás várhatóan ki fog térni arra, hogy milyen kompetenciákat szükséges elsajátítania a képzés során, az Ügynökségnek azonban célszerű lenne néhány alapvető is lefektetnie annak érdekében, hogy az egyes Tagállamokban ne alakuljon ki különbség a konkrét követelmények meghatározásának tekintetében. Azoknak a felhasználóknak, akik a megfelelő műszaki paraméterekkel rendelkező eszközzel repülnek, valamint az előírt működési korlátozásokat nem lépik túl, nem lesz szükség külön képzésben részesülniük, az Ügynökség szerint e helyett elegendő lesz az általuk közzétett oktatóanyagok és a gyártók által mellékelte használati útmutató és – természetesen a hagyományos légi járművektől eltérő – üzemeltetési kézikönyv megismerésre.

Repülésbiztonsági szempontból komoly aggályokat vet fel, hogy az alacsony kockázatúnak besorolt repülések esetében a felhasználókat szinte semmilyen oktatásban ne kelljen részesíteni, ezáltal ne legyen ismeretük a repülés alapvető szabályaival kapcsolatban. Megfontolandó egy egységes elektronikus távoktatási rendszer kialakítása, amely az alacsony kockázatú repülések esetében, tehát a nyílt kategóriába tartozó felhasználóval az alapvető légi közlekedési szabályokat ismertetné meg. Ez a megoldás nem jelent indokolatlan terhet a felhasználók számára, hiszen otthonról, ingyenesen elvégezhető, tesztjellegű vizsgával záródó képzés is lehetne, ugyanakkor a repülésbiztonság jelentősen növelhető ezen intézkedés bevezetésével.

5.3.4. Technológiai fejlesztések

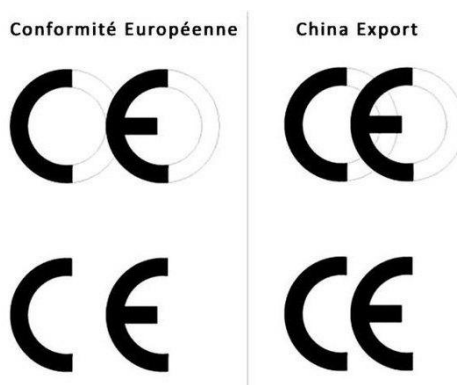
A szabályozás keretrendszere több olyan technológiai megoldást is említ, amelyek jelenleg még fejlesztés alatt állnak, így nem elérhetőek az átlagos felhasználók számára. Ezek elterjedéséhez azonban szabványok kidolgozására van szükség. A szabványokkal kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy az Európai Unió célja a termékmegfelelőségi szabályok alkalmazása a pilóta nélküli légi járművek vonatkozásában, tehát a gyártók számára elő kívánja írni, hogy az adott kategóriába tartozó pilóta nélküli légi járműnek milyen paramétereknek kell megfelelni. Ennek értelmében a kényszerhelyzeti eljárások egységesítése mellett rögzítésre kerülnek az eszköz fizikai, mechanikai és elektronikai tulajdonságai, továbbá a gyúlékonyságra vonatkozóan is lesznek előírások. A gyártók számára az Ügynökség olyan technikai megoldásokat ír elő, amelyek a felhasználók, a hatóságok és a különböző üzemeltetőket segítik. A virtuális-kerítés funkció biztosítja, hogy az eszköz az előre meghatározott légterekbe ne tudjon beröpülni vagy beröpülés esetén erről értesítést küldjön a felhasználó felé. A virtuális-kerítés funkció alkalmazása a repülőtereken kívül számos ipari létesítményt és védett objektumokat is megvédhet a kéretlen eszközök ellen. Ennek gyakorlati megvalósítása azonban még nem teljesen kidolgozott, hiszen jelenleg a gyártók nem minden esetben megbízható forrásból kapnak információt, valamint nincs is birtokukban minden olyan légtér, ahová a pilóta nélküli légi járművek

repülésbiztonsági vagy egyéb védelmi okokból csak külön engedéllyel vagy egyáltalán nem repülhetnének be.

A szabályozási keretrendszer alapelveinek értelmében ezeket a légtereket az illetékes nemzeti hatóságok fogják kijelölni. A rendszer egyszerűsége könnyen az átláthatóság rovására mehet, ugyanis ha a közös szabályozás nem rögzíti, hogy melyik hatóság, milyen jogalappal, milyen területeket korlátozhat vagy tilthat le a pilóta nélküli légi járművek repülésére vonatkozóan, akkor előfordulhat, hogy egyes hatóságok korlátlanul vagy indokolatlanul nyilvánítanak bizonyos légtereket a pilóta nélküli légi járművek repülései számára korlátozott légterré, úgynevezett „no drone zone-okká”. Véleményem szerint az egységes rendszer kialakításának érdekében a végrehajtási rendeletben szükséges azokat az elveket rögzíteni, amelyek a hatóságok és a rendvédelmi szervek számára iránymutatást adnak a korlátozható és tiltható területekkel kapcsolatban.

A tervezet szerint a repülés biztonságos végrehajtásához elengedhetetlen a pilóta nélküli légi járművek bizonyos műszaki előírásoknak való megfelelése. Tekintettel arra, hogy ezeknek az eszközöknek a túlnyomó többsége nem rendelkezik típusalkalmassági bizonyítvánnyal és légi alkalmassági bizonyítvánnyal sem, ezért más módon szükséges a biztonságos üzemeltetéshez szükséges előírások rögzítése. A tervezett szabályozás egyik alapelve, hogy amennyiben a gyártó a nyílt kategóriában alkalmazható eszközt kíván forgalomba hozni az adott Tagállamban, akkor az eszközt úgy kell tervezni, hogy az megfeleljen az Ügynökség által, a végrehajtási rendeletben megfogalmazott követelményeknek, valamint a követelmények teljesítése estén a CE jelzést és azt az alkategóriát, amelyre az eszköz működését tervezték, egyértelműen fel kell tüntetni az eszközön.

Álláspontom szerint azonban a termékmegfelelőségi előírásoknak való megfelelés önmagában még nem jelenti azt, hogy az eszköz működtetése nem jelent veszélyt a légiközlekedésre, a megfelelő kockázati szint eléréséhez a felhasználóknak be is kell tartaniuk a gyártó által mellékelte utasításokat, továbbá szükségesnek látom a felhasználói tudatosság kialakítását, amelyet a felhasználóknak a képzések során kell elsajátítaniuk, hiszen napjainkban számos távolkeletről származó eszközön a China Export jelzést tüntetik fel, amely a 4. ábrán látható módon megtévesztően hasonlít a CE, vagyis a Conformité Européenne termékmegfelelőséget jelző szimbólumra. [26]



4. ábra: A Conformité Européenne és a China Export szimbólumai

6. Légiforgalmi rendszerbe integrálás

6.1. Az UTM szükségessége

A pilóta nélküli légi járművek technológiai fejlődésének köszönhetően, valamint számuk rohamos növekedéséből adódóan – az előző pontokban részletezett okok miatt – ezek az eszközök egyre nagyobb kockázatot jelentenek a hagyományos légiközlekedésre, így olyan módon szükséges az eszközök légiforgalmi rendszerbe történő integrálása a megfogalmazott kockázatcsökkentési eljárások alkalmazása mellett, amely lehetővé teszi egy adott légtér részleges felhasználását a hagyományos légi járművekkel együtt. Ennek jelenleg az egyetlen lehetséges módja egy kifejezetten a pilóta nélküli légi járművek légiforgalmi irányítását lehetővé tevő magas fokú automatizált rendszer, vagyis az UTM²⁴, amelynek elsődleges célja a pilóta nélküli légi járművek irányítása, amely során a rendszer biztosítja az eszközök egymástól, a többi légtérhasználótól, a földön tartózkodó személyektől, épületektől és akadályoktól való elkülönítését úgy, hogy a rendszer minden repülésre ható körülményt valós időben vesz figyelembe. Az UTM-mel kapcsolatban már az elején szükséges leszögezni, hogy a rendszer elsősorban a nem ellenőrzött légtérben működhet, az ellenőrzött légtérben történő működés esetén az ATM szerinti szabályok figyelembe vétele szükséges, ahol az eszköznek teljesítenie kell az adott légtérszállyra érvényes előírásokat, valamint képesnek kell lennie a légiforgalmi irányítóval történő zökkenőmentes kommunikációra. Ez alól természetesen kivételt képeznek az egyedi engedéllyel rendelkező üzemeltetők vagy elkülönített légtérben működő eszközök.

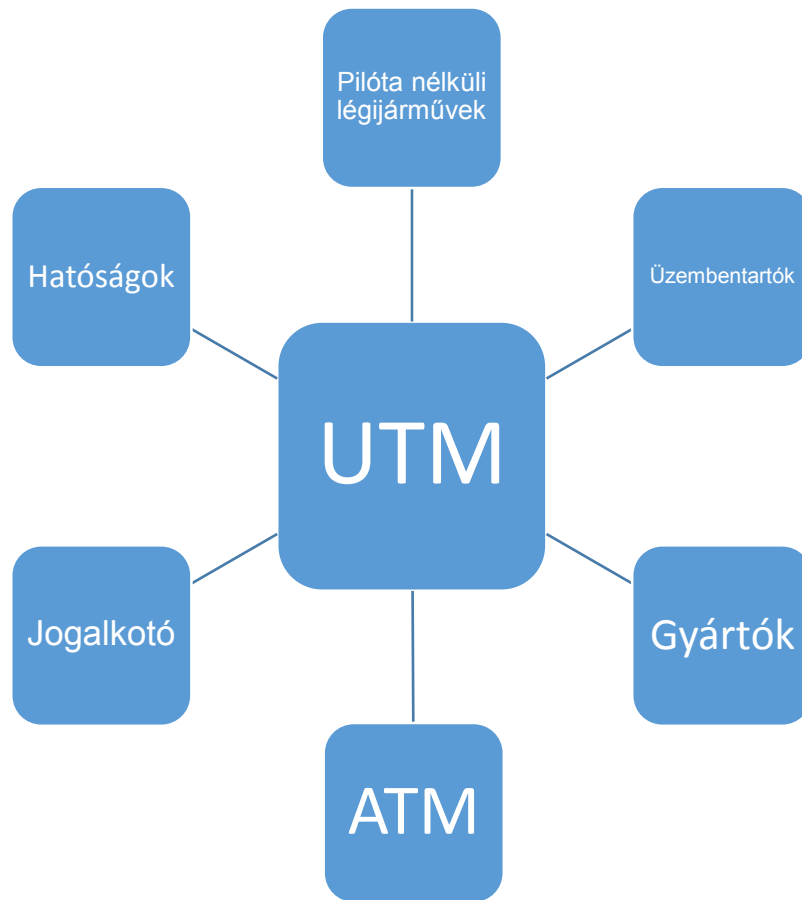
Az UTM a hagyományos légiközlekedésben alkalmazott légiforgalmi irányítási rendszer működésétől ugyan független, azonban a két rendszer közötti kapcsolatot és az átjárhatóságot biztosítani kell a rendszerek szintjén. Ennek oka, hogy az ATM²⁵ rendszerben a pilóta nélküli légi járművek kezelése nem lehetséges, hiszen az eszközök nagy száma miatt a légiforgalmi irányítók és a szolgálatok indokolatlanul le lennének terhelve és nem tudnák az alapfeladataikat maradéktalanul elvégezni. Az UTM és ATM rendszerek összekapcsolása azonban elengedhetetlen, hiszen az UTM-nek rendelkeznie kell olyan információkkal, amelyeket kizárólag az ATM tud számára biztosítani, mint például a valósidejű légtér adatokat.

Az 5. ábra az UTM felépítését mutatja, amely alapján látható, hogy az UTM-hez számos felhasználónak lehet hozzáférése annak érdekében, hogy a rendszer feladatainak teljesítéséhez szükséges információ rendelkezésre álljon. Ehhez célszerű olyan interfészeket kialakítani, amelyek lehetővé teszik, hogy egy felhasználóbarát felületen az üzemeltetők tájékozódhassanak a birtokukban lévő pilóta nélküli légi járművek pillanatnyi helyzetéről. A gyártók, a hatóságok és a jogalkotó is ezen a felületen kapcsolódhatna a rendszerhez azzal a különbséggel, hogy ezek a felhasználók különböző jogosultságokkal rendelkeznének. Az interfészek kialakítása nem csak az egyszerű hozzáférést tenné lehetővé, hanem egy újabb fejlesztési

²⁴ UTM: Unmanned Aerial System (UAS) Traffic Management – Pilóta nélküli légiforgalmi irányítás

²⁵ ATM: Air Traffic Management - Légiforgalmi irányítás

területet nyithatna meg a fejlesztők körében, amely az UTM és a felhasználók közötti felületek kifejlesztését jelentheti.



5. ábra: Az UTM rendszer felépítése

A pilóta nélküli légi járművek elterjedtsége napról napra növekszik, egyre több felhasználó birtokában jelennek meg ezek az eszközök, azonban napjainkban még mindig megosztja a társadalmat, elfogadottságuk messze nem teljes. Az emberek aggálya sokszor nem alaptalan, számos esetben előfordul, hogy a kéretlen eszköz üzembentartója nem azonosítható, de az adatvédelmen kívül megjelenik a védett személyektől és védett területektől való távoltartás kérdése is, tehát nem csak repülésbiztonsági, hanem egyéb védelmi indokok is vezetnek ahhoz, hogy sokan nem örülnek ezeknek az eszközöknek az elterjedésének. Az UTM lehetőséget biztosít ezen problémák kezelésére úgy, hogy a rendszerben lévő eszközök által generált légiforgalmat koordinálja, az eszközök mozgását figyelje, elsőbbséget adjon az arra jogosultaknak, ugyanakkor lehetővé teszi bizonyos szervek számára ezeknek az eszközöknek a felderítését, nyomon követését és megfigyelését is, amely egy lépés előrehaladást jelenthet a pilóta nélküli légi járművek elfogadottságát tekintve. Ehhez azonban számos feltételt kell teljesíteni, amelyeket a következőkben részletezek. [27]

6.2. Az UTM megvalósításához szükséges feltételek

6.2.1. Azonosítás

Az UTM egyik alapelve, hogy a rendszer minden felhasználót azonosítani tudjon, amely alapján egyértelműen definiálhatók a jogosultságok, a pilóta nélküli légi járművek esetében pedig az eszköz jellemzői. A pilóta nélküli légi járművek és az üzemeltetők nyilvántartása nem csak a 4. pontban megfogalmazott kockázatcsökkentés miatt szükséges, hanem a repülés során az UTM a regisztrációkor kapott egyedi azonosító segítségével tudja azonosítani az egyes pilóta nélküli légi járműveket, továbbá segítséget nyújthat a hatóságok számára a kényszerű vagy rosszhiszékelő célra alkalmazott eszközök kiszűrésében.

A 6. ábra megmutatja, hogy a regisztrációkor melyek azok az adatok, amelyeket a rendszerhez való hozzáféréshez az üzemeltetőnek meg kell adni. A rendszer nem csak a tulajdonosokról, hanem a pilóta nélküli légi járművekről is tartalmaz statikus adatokat, amelyeket a gazdaságos útvonal tervezésénél, valamint az elkerülési eljárások kiszámítása során figyelembe tud venni. Az ábra alapján látható, hogy a rendszer külön is képes kezelni az eszközöket az üzemeltetőtől, elősegítve ezzel a tulajdonosváltáskor vagy a pilóta nélküli légi járművek nyilvántartásából való törlésekor létrejövő adminisztrációs folyamatok egyszerűsítését.

Az üzemeltető adatai	A pilóta nélküli légi jármű statikus adatai
<ul style="list-style-type: none">• felhasználó típusa<ul style="list-style-type: none">• üzemeltető• gyártó• hatóság• jogalkotó• ATM• név• elérhetőség• jogosultság	<ul style="list-style-type: none">• gyártó• egyedi sorozatszám• felszálló tömeg• sebességi korlátozások• maximális süllyedési és emelkedési sebességek• fedélzeti elkerülő rendszerek• engedélyek, szükséges képesítés• biztosítás • azonosító szám

6. ábra: Az üzemeltető és a pilóta nélküli légi jármű statikus adatai

6.2.2. Légiforgalmi adatok

Az UTM működésének egyik alappillére a légiforgalmi adatok gyűjtése és azok felhasználása. A légiforgalomban statikus, tehát például az AIP-ben található adatok és dinamikus adatok vannak, amelyeket a NOTAM-ok tartalmaznak, azonban ahhoz, hogy az UTM ezeket kezelni tudja, természetesen ezeknek az adatoknak digitálisan és egységesített formátumban kell rendelkezésre állniuk. A rendszernek nem csak a felszállás előtti időpontra vonatkozó légiforgalmi adatokat kell figyelembe vennie, hanem a repülés teljes időtartama alatt folyamatosan szükséges adatot szolgáltatnia a pilóta nélküli légi járművek és szükség esetén azok üzemeltetői számára, ezért

egy olyan rendszert szükséges kialakítani, amely folyamatosan képes a különböző felhasználóktól érkező adatok fogadására, feldolgozására, valamint az adatokból nyert új információ előállítására és a felhasználók felé való továbbítására. A légiközlekedésben – bár a törekvés már régóta megfogalmazódott – jelenleg még nincsenek egységesen kezelve a légiforgalomhoz kapcsolódó adatok, azonban az UTM alapja, hogy egy integrált rendszeren belül álljanak rendelkezésre a pilóta nélküli légi járművek irányításához szükséges információk. [28] [29]

Az UTM-be szolgáltatott légiforgalmi adatokkal szembeni elvárás:

- egységes szerkezetűek,
- valós idejűek,
- elektronikusan rendelkezésre állnak,
- megfelelő védelemmel és nyomon követhetőséggel rendelkeznek.

A rendszer összetettségét, valamint a felhasználók által szolgáltatott hatalmas mennyiségű adatot tekintve előfordulhat, hogy az adatszolgáltatás során az adat szerkezete sérül, esetleg elveszik egy része vagy torz adat kerülhet továbbításra. A hibás adatokat az adó és a vevő oldalon is fel kell ismerniük és ki kell szűrniük, ezért érdemes olyan lehetőségeket beiktatni a kommunikációba, amelyek biztosítják az adatok integritását. Erre a legegyszerűbb mód az adatintegritást ellenőrző kód alkalmazása az UTM és a pilóta nélküli légi járművek részéről egyaránt, amely nem okoz többlet adatforgalmat, azonban igazolja, hogy az adatok torzulás nélkül értek a vevőhöz. A rendszert továbbá hitelesség vizsgálati képességgel is érdemes felruházni, amely során a rendszer a pilóta nélküli légi jármű paramétereit és az addig megtett útvonalat figyelve kiszámítja az eszköz következő várható koordinátáját, majd összeveti a kapott pozíció értékkel. Amennyiben e két eredmény közötti különbség egy előre definiált hibahatáron belül van, akkor az adat elfogadhatónak tekinthető. Amennyiben az eszköz többször egymás után nem megbízható adatokat szolgáltat, az feltehetően a pilóta nélküli légi jármű hibás működésének tudható be és azt az üzemeltető felé jelezni kell. Mindemellett azt is garantálni kell, hogy az UTM-be ne kerüljön olyan adat, amely a rendszer meghibásodását okozhatja, a behatolás ellen különböző védelmi rendszerek kiépítésével és tűzfalak telepítésével kiszűrhetők a kéretlen felhasználók.

Annak érdekében, hogy megbízható forrásoktól származó adatok kerüljenek a rendszerbe, valamint az adatokat csak az arra jogosultak használhassák fel, előre definiálni kell, hogy az egyes felhasználók milyen adatokhoz férhetnek hozzá, valamint milyen adatokat szolgáltathatnak a rendszerbe, ezt a kapcsolati rendszert ábrázolja a 6. táblázat.

UTM adatok	Felhasználók					
	Pilóta nélküli légi járművek	Üzembentartók	ATM	Gyártók	Hatóság	Jogalkotó
Üzembentartó adatai		X			X	
Pilóta nélküli légi jármű statikus adatai	X	X		X	X	
Repülési terv		X			X	
Telemetria	X	X		X	X	
Kényszerhelyzet	X	X	X	X	X	
Légtérinformációk			X		X	X
„No fly zone”		X	X		X	X
Akadályadatbázis			X		X	X
Repülőesemények			X		X	

6. táblázat: A felhasználók egyes adatokhoz való hozzáférése

Az UTM-ben a légiforgalmi adatok közé sorolhatók azoknak a légtereknek az adatai, ahová csak a pilóta nélküli légi járművek nem repülhetnek be. A hagyományos légiközlekedésben ugyan nincsenek ilyen célból kijelölt légterek és jelenleg egyik jogszabály sem értelmezi még ezt a jellegű légtérkorlátozást, azonban különböző védelmi és biztonsági okok miatt szükséges a pilóta nélküli légi járművek repülései elől elzárt területeket (a továbbiakban: „no fly zone”) kijelölni.

A légtérkorlátozások fajtái lehetnek:

- a légtér korlátozás időtartama alapján:
 - állandó
 - időszakos
- a légtérkorlátozás jellege alapján:
 - tiltott
 - korlátozottan, engedéllyel igénybe vehető

Ezeknek a korlátozásoknak a bevezetését az Ügynökség által javasolt szabályozási tervben már megjelenő és szabványosítani kívánó virtuális-kerítés funkcióval lenne célszerű megoldani. A fentiekben részletezett okok miatt a Tagállamok illetékes hatóságai számára meg kell teremteni azt a jogot, hogy „no fly zone”-okat jelölhessenek ki, ezért biztosítani kell, hogy olyan adatokat szolgáltatassanak az UTM-felé, amely tartalmazza a virtuális-kerítés funkció egységes követelményeit.

Az UTM-be szolgáltatni szükséges adatok a virtuális-kerítés teljességéhez:

- az légtérkorlátozást elrendelő hatóság,
- a légtér koordinátái,
- a légtér alsó és felső magassági határai,
- a légtérkorlátozás elrendelésének indoka – amennyiben nemzetbiztonsági okokból ez nem kockázatos,
- a légtérkorlátozás fajtája időtartam és jelleg alapján, valamint az ehhez kapcsolódó információk, például időszakos korlátozás esetén az időtartam megadása,

- a légteret igénybe vehető felhasználók,
- a légtér igénybevételének feltételei.

A Tagállamok által szolgáltatott adatokat a rendszer tárolja és az útvonaltervezésnél ezeket figyelembe veszi. Az UTM-nek ugyanakkor nem csak azokat a légtérkorlátozásokat kell tudnia kezelni, amelyek az útvonaltervezéskor már rendelkezésre álltak, hanem azokat a dinamikusan változó „no fly zone”-okat is fogadnia kell, amelyek a felszállást követően kerültek kijelölésre. A rendszerben lévő pilóta nélküli légi járművek repülési tervei és az eszközök által folyamatosan szolgáltatott telemetriai adatok alapján a rendszer érzékeli azt, ha egy új légtérkorlátozás került aktiválásra és az adott korlátozás érinti valamely pilóta nélküli légi jármű útvonalát. A rendszer ezt észleli, így a dinamikus virtuális-kerítés funkció segítségével az UTM kidolgozza az elkerülési eljárást, majd továbbítja az eszköz felé, amely így egy módosított útvonaltervet repül le. Ezzel a funkcióval megvalósítható, hogy olyan esetekben, amikor azonnali igényként jelenik meg az adott légtér korlátozásának elrendelése, az eszközök akkor se repüljenek oda és ne zavarják az ott végrehajtásra kerülő feladatot vagy személyeket. Ilyen eset lehet például egy katasztrófa helyszíne, amikor mentőhelikopterektől történő elkülönítés szükséges vagy a kutatás-mentésben részt vevő légi járműveket ezek az eszközök ne akadályozzák feladatuk elvégzésében. A jövőbeni fejlesztések tekintetében elképzelhetőnek tartom, hogy az UTM azokkal a rendszerekkel is kompatibilis lehet, amelyek a közúti, vasúti és víziközlekedési eseményeket is figyelik, így automatikusan létrehozható „no fly zone” a súlyosabb balesetek feletti légtér részben.

A virtuális-kerítés funkciónak két fajtáját különböztettem meg:

- offline: az utolsó adatfrissítés óta rendelkezésre álló adatok alapján korlátozza a pilóta nélküli légi járművek mozgását, amennyiben annak pozíció adatait sugárzó rendszere üzemképes,
- online: folyamatos adatkapcsolat biztosított az UTM-mel.

Az offline állapotot átmeneti állapotnak tekinthető, és amennyiben nem valósul meg újra a telemetriai adatok szolgáltatása, az eszköznek le kell szállni, ez egy új kényszerhelyzeti eljárásnak tekinthető. Az online virtuális kerítés a pilóta nélküli légi járművek légtérbe integrációjához nélkülözhetetlen, az UTM-ben csak olyan pilóta nélküli légi járművek lehetnek jelen, amelyek képesek ennek a feltételnek a teljesítésére. Azok az eszközök, amelyek nem rendelkeznek online rendszerrel, csak elkülönített légtérben működhetnek, de ebben az esetben is biztosítani kell, hogy időközönként a „no fly zone” adatok frissítésre kerüljenek.

6.2.3. Kommunikáció

A kommunikáció alatt elsősorban a pilóta nélküli légi járművek és az UTM közötti adatcserének megvalósítása értendő, hiszen az UTM irányítja az eszközöket. Hasonlóan más vezeték nélküli adatátviteli rendszerekhez, itt is alapkövetelmény, hogy az adatcsere a megfelelő partnerek között valósuljon meg. Ennek biztosítására a pilóta nélküli légi jármű a regisztráció során kapott kódjával és a megfelelő titkosítás alkalmazásával azonosítja magát az UTM felé, az UTM pedig ezen a titkosított csatornán keresztül látja el az eszközt a repüléshez szükséges utasításokkal. Az

irányítás megvalósításának alapfeltétele, hogy a rendszer pontos információval rendelkezzen a pilóta nélküli légi járművek aktuális pozíciójáról, valamint fedélzeti rendszereinek állapotáról, tehát minden eszköznek valós idejű telemetriai adatokat kell szolgáltatni a rendszer felé. Mindemellett a kommunikáció folyamán a mindkét fél által ismert algoritmus alapján az adatintegritást ellenőrző kódnak minden esetben egyeznie kell az adatfeldolgozás végén, hiszen ez jelenti azt, hogy az adatok torzulás nélkül kerültek fogadásra.

Jelenleg a légiközlekedésben még nincs kifejezetten olyan elektronikus adat, amely azt jelezné, hogy milyen elsőbbségi fok illeti meg más légi járművekkel szemben. Azonban véleményem szerint az UTM magasfokú automatizáltsága indokoltá tesz egy olyan jellegű adatsor alkalmazását, amelynek célja, hogy egyértelműen meghatározza a rendszer számára, hogy a pilóta nélküli légi jármű hol helyezkedik el az elsőbbségadás rendjében, tehát a pilóta nélküli légi járművek egymás útvonalának várható keresztezése esetén melyik eszköz útvonalát módosítsa. Ez az információ az úgynevezett státuszinformáció, amelyet a pilóta nélküli légi járművek a repüléseik során folyamatosan továbbítanak az UTM felé.

A 7. táblázat tartalmazza azt a két szempontrendszert, amely alapján a státuszinformáció képezhető lehet. A repülésbiztonság fenntartása és az állami feladatok elvégzése mellett az UTM-nek a gazdaságossági szempontokat is figyelembe kell venni, ezért a repülés célja mellett a kritikussági fokot is meg kell adni, vagyis azt, hogy az adott feladat a felsorolt szempontok közül mely tényezőre a legérzékenyebb.

Repülés célja szerint		Kritikussági fok szerint	
1	kényszerhelyzet	a	útvonalkritikus repülések
2	életmentéssel összefüggő	b	költségkritikus repülések
3	állami célú	c	időkritikus repülések
4	kereskedelmi célú		
5	hobby célú		

7. táblázat: Az elsőbbségi rend

A státuszinformáció előállításának lehetséges folyamata:

1. A repülés célja szerinti besorolás: 2-5-ig terjedő skálán meg kell adni a repülés célját, az életmentéssel összefüggő, valamint az állami célú repüléseket csak azok a felhasználók választhatják, akik rendelkeznek ezzel a jogosultsággal, jellemzően valamely hatóság, mentőegység vagy a honvédség pilóta nélküli légi járműveinek repülései sorolandók ide.
 2. A kritikussági fok kiválasztása: minden repülés előtt a felhasználónak kell definiálnia a repülés céljától függően.
 3. A státuszinformáció előállítása: a két érték kombinációjaként áll az információ.
- +1 Kényszerhelyzet: amennyiben a pilóta nélküli légi jármű vagy az UTM rendszer kényszerhelyzetet észlel, a státuszinformáció értéke automatikusan az 1 értékre vált és jelez az üzembentartónak, valamint a kényszerhelyzet körülményétől függően, az előre meghatározott feleknek.

Az egyszerűbb értelmezhetőség érdekében a 8. táblázat tartalmazza az elsőbbségi mátrixot, amely megmutatja, hogy két pilóta nélküli légi jármű útvonalának várható keresztezése esetén melyik eszköznek van elsőbbsége. A két speciális esetet a mátrixban az alábbiak szerint értelmezem:

*: Két megegyező státuszinformációval rendelkező pilóta nélküli légi jármű várhatóan konfliktusba kerül, az UTM a repülési profil alapján annak az eszköznek biztosít elsőbbséget, amelynek kisebb hatást gyakorol a forgalomszervezést illetően.

**Két kényszerhelyzetben lévő pilóta nélküli légi jármű várhatóan konfliktusba kerül, az UTM úgy tervezi meg az elkerülési eljárást, hogy annak az eszköznek kelljen a legkevesebbet manővereznie, amelynek kevesebb üzemanyag tartaléka van, esetleg manőverezési képessége korlátozott.

		„B” pilóta nélküli légi jármű												
		1	2a	2b	2c	3a	3b	3c	4a	4b	4c	5a	5b	5c
„A” pilóta nélküli légi jármű	1	**	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	2a	B	*	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	2b	B	B	*	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	2c	B	B	B	*	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	3a	B	B	B	B	*	A	A	A	A	A	A	A	A
	3b	B	B	B	B	B	*	A	A	A	A	A	A	A
	3c	B	B	B	B	B	B	*	A	A	A	A	A	A
	4a	B	B	B	B	B	B	B	*	A	A	A	A	A
	4b	B	B	B	B	B	B	B	B	*	A	A	A	A
	4c	B	B	B	B	B	B	B	B	B	*	A	A	A
	5a	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	*	A	A
	5b	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	*	A
	5c	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	*

8. táblázat: Elsőbbségi mátrix

Látható tehát, hogy – a hagyományos légi közlekedésben hasonló módon – a kényszerhelyzetben lévő légi járműveknek minden esetben elsőbbségük van, valamint az életmentéssel összefüggő repüléseknek, mint például a mentő és kutató-mentő repüléseknek elsőbbségük van a kereskedelmi, a hobbi és az állami célú repülésekkel szemben is.

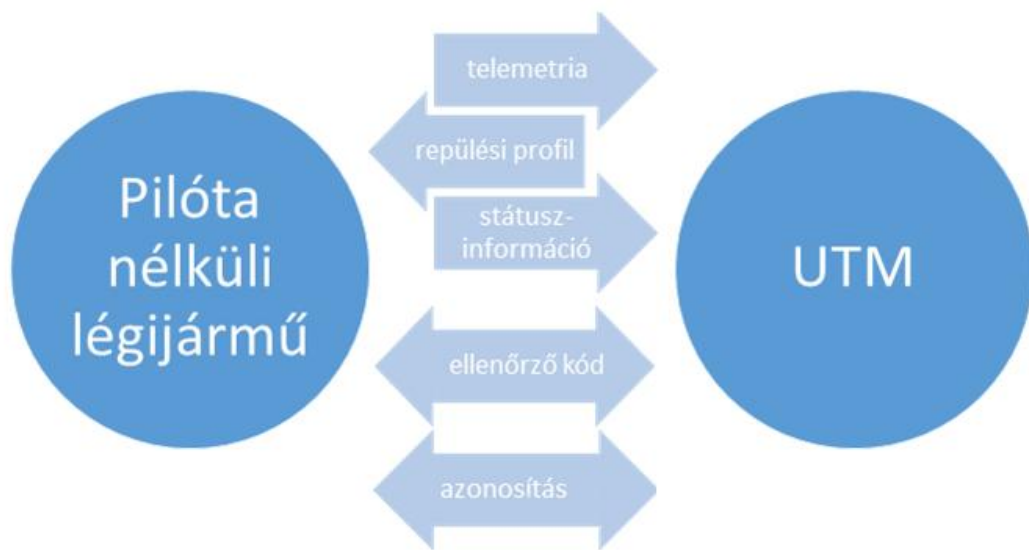
Az UTM a valósidejű adatok feldolgozásán és az azokból származó információk előállításán alapul, így a státuszinformációt is érdemes a repülés teljes időtartama alatt változtathatóvá tenni. Ennek oka, hogy a kritikussági fok a felszálláskor és leszálláskor vagy a terület megközelítésekor nem minden esetben egyezik a feladat végrehajtása során definiált kritikussági fokkal, például precíziós mérések esetén a feladat elvégzése útvonalkritikusnak, a megközelítés pedig költségkritikusnak tekinthető.

Az UTM a statikus és dinamikus adatok alapján a pilóta nélküli légi járművek számára a repülési profilt, vagyis a pillanatnyi sebességvektort tudja szolgáltatni, vagyis azt, hogy az adott pillanatban mekkora nagyságú és milyen irányú sebességgel haladjon.

A sebességvektor a következők alapján kerül kiszámításra:

- útvonal a dinamikus repülési terv alapján,
- elkülönítési minimumok az egyes pilóta nélküli légi járművek között,
- elsőbbségadás a hagyományos légi járművek számára,
- státuszinformáció,
- terepakadályok elkerülése,
- valósidejű légtérhasználási adatok, légtérzár, beleértve a virtuális-kerítés funkció által meghatározott légtérkorlátozásokat,
- kényszerhelyzet esetén követendő eljárások,
- időjárási körülmények,
- gazdaságosság.

Az UTM tehát megköveteli a folyamatos, nagy hatótávolságú kétoldalú kommunikációt, amely során a 7. ábrán látható adatcsere valósul meg a pilóta nélküli légi járművek és az UTM között.



7. ábra: A pilóta nélküli légi jármű és az UTM közötti adatcsere

A kommunikáció során az adatcsere gyorsnak, robusztusnak, biztonságosnak és mindenhol elérhetőnek kell lennie. Olyan új technológiát kifejleszteni, amely kifejezetten a pilóta nélküli légi járművek és az UTM közötti adatcsere megvalósítását teszi lehetővé időigényes és nagyon költséges lehet, valamint frekvenciagazdálkodás szempontjából sem kivitelezhető egy frekvenciasáv kifejezetten erre a célra történő dedikálása. Véleményem szerint egy már meglévő és széleskörben kiépített – akár a légiközlekedésben még nem alkalmazott – technológia implementálása lehet megoldás az ilyen jellegű kihívásokra. Megvizsgáltam a napjainkban elterjedt olyan berendezéseket, amelyek méretüknél és tömegüknél fogva alkalmasak lehetnek a pilóta nélküli légi járművek és az UTM közötti kommunikáció lebonyolítására.

A mobiltechnológia fejlődésének köszönhetően napjainkban nagy sebességű adatátviteli módok állnak rendelkezésre, amelyek hatalmas területeket fednek le szinte hiánytalanul. Véleményem szerint tehát az így kiépített infrastruktúra alkalmas lehet arra, hogy az UTM követelményeinek megfelelően teljesítse azokat az elvárásokat, amelyekkel a pilóta nélküli légi járműveket ki lehet szolgálni. A szélessávú mobilinternet megjelenésével gyorsan, megbízhatóan és hatékonyan tudunk nagy mennyiségű adatot továbbítani. Amennyiben a pilóta nélküli légi járművek fedélzetére egy kisméretű SIM kártya befogadására alkalmas elektronikát telepítünk, kinyílnak a lehetőségek az UTM-mel való kommunikáció tekintetében. A napjainkban alkalmazott 4G hálózat sebessége becslésem szerint már most alkalmas lehet arra, hogy a jelenlegi összes pilóta nélküli légi járművet – ha képesek lennének a mobilhálózathoz kapcsolódni – hozzárendelje az UTM rendszerhez. A jövőre vonatkozóan a felhasználók és az igények rohamosan növekedni fognak, így a valódi alternatíva az 5G, valamint az ennél gyorsabb hálózatok lehetnek. A jelenleg kiépített cellahálózat a földközeli, de legfeljebb az alacsony magasságtartományban lévő felhasználók kiszolgálására alkalmas, így érdemes megvizsgálni annak lehetőségét, hogy a nagyobb magasságokban milyen hatékonyságot és stabilitást tudunk elérni a most alkalmazott eszközeinkkel. A jövőre vonatkozóan esetlegesen olyan technikai megoldások fordulhatnak elő, amelyek kifejezetten a pilóta nélküli légi járművek számára lettek megalkotva, mint például a cellaállomások speciálisan kialakított, más karakterisztikával rendelkező antennái. [30]

6.2.4. Elkülönítés biztosítása

A pilóta nélküli légi járművek egymással és a hagyományos légi járművekkel történő kommunikációja az összeütközések elkerülésére jelenthet megoldást amennyiben más légi forgalmi irányító rendszer, vagyis az ATM vagy az UTM nem áll rendelkezésre. A légiközlekedésben a légi járművek közötti megfelelő elkülönítés biztosítására jelenleg három mód létezik:

- A légi forgalmi irányító biztosítja az elkülönítést: meghatározott légtérsztyályokban, valamint az IFR repülések esetében jellemző, az UTM-ben viszont nem megengedett, hiszen nincs légi forgalmi irányító az UTM működésében.
- A légi jármű vezető biztosítja az elkülönítést: VFR repülések esetében jellemző, az összeütközés elkerülésének legegyszerűbb módja, a légi jármű vezetésével vagy pilóta nélküli légi jármű esetében az eszköz távvezetésével biztosított a légi járművektől és az akadályoktól való elkülönítés, autonóm repülés esetén – tekintettel arra, hogy nincs vezető személy – azonban ez nem megvalósítható.
- Fedélzeti eszköz biztosítja az elkülönítést: a redundancia megvalósításának érdekében szükséges egy olyan berendezés fedélzeten történő elhelyezése, amely szükség esetén biztosítja az összeütközés elkerülését.

A pilóta nélküli légi járművek az autonómitásukat tekintve az elmúlt időszakban igen sokat fejlődtek, manapság szinte bárki számára elérhetőek olyan eszközök, amelyek képesek az autonóm repülések végrehajtására, vagyis a távvezető személy beavatkozása nélkül egy előre beprogramozott útvonalat képesek lerepülni. Ahhoz, hogy az összeütközések megelőzését rendszerszinten lehessen kezelni, az UTM

rendszerben megjelenik egy új típusú elkülönítési lehetőség, amikor nem az eszközök, hanem a rendszer automatikusan határozza meg az elkerülési eljárást a rendszerben rendelkezésre álló statikus (például akadályadatbázis, pilóta nélküli légi járművek jellemzői, stb.) és a pilóta nélküli légi járművek által szolgáltatott telemetriai adatok alapján.

A hagyományos légi közlekedésben az összeütközések elkerülésének érdekében amennyiben két légi jármű azonos magasságon és összetartó irányon halad, az elsőbbségadás és a kitérés szabályai érvényesek, tehát alapesetben mindkét légi járműnek jobbra ki kell térni. Ahhoz, hogy az eszközök ne ütközzenek össze, legalább az egyiknek, de a biztonság fenntartásának érdekében mindkettőnek elkerülési eljárást kell végrehajtani. Az UTM rendszer a feldolgozott adatokból minden pilóta nélküli légi jármű repüléséről repülési profilt állít elő, amely néhány percre előre képes kiszámolni az eszközök várható helyzetét. Ha a két eszköz között várhatóan konfliktus alakulhat ki, a pilóta nélküli légi járművek státuszinformációinak összevetésével és repülési profiljaik figyelembe vételével a megfelelő matematikai algoritmusok alkalmazásával az UTM elkerülési eljárást dolgoz ki, amelyet továbbít az eszközök felé, így annak végrehajtása mindkét eszköz számára biztosítja a megfelelő elkülönítést.

Az elkülönítéssel kapcsolatban érdemes megemlíteni, hogy a hagyományos légi közlekedésben a légtértől függően a repülésbiztonság fenntartása érdekében a légiforgalmi irányítás különböző elkülönítési minimumokat, általában 3-5 tengeri mérföldes elkülönítést alkalmaz attól függően, hogy milyen felderítő radarinformációk állnak rendelkezésre. Az UTM rendszer felhasználói azonban a hagyományos légi járművektől nagyságrendekben eltérnek: jóval kisebb méretűek, más kialakításúak, így nem keltenek olyan mértékű turbulenciát, azonban repülési idejük is jóval kevesebb. A repülésbiztonság figyelembe vétele mellett a gazdasági szempontokat is érdemes számításba venni, tehát érdemes az elkülönítési minimumokat is sokkal kisebb méretekben meghatározni annak érdekében, hogy ne legyen indokolatlan nagy a távolság a két eszköz között. Véleményem szerint az UTM-nek dinamikusan változó elkülönítési minimumokat kellene alkalmazni, tehát a pilóta nélküli légi járművektől kapott adatok alapján felismerheti az eszközök képességeit, hatásait és azok műszaki korlátjainak figyelembe vételével megállapíthatja az elkülönítési minimumot, majd megvalósíthatja az elkülönítést.

A pilóta nélküli légi járművek összeütközésének elkerülését nagymértékben megkönnyíthetik azok a rendszerek, amelyek képesek arra, hogy érzékeljék a környezetükben lévő légi járműveket vagy akadályokat, jelezzék azt a felhasználónak, majd azok elkerülésére eljárást dolgozzanak ki, végül az eszköz képes legyen azt végrehajtani. Ezek az úgynevezett D&A²⁶ rendszerek, amelyek kifejezetten a pilóta nélküli légi járművekkel végrehajtott repülések biztonságát hivatottak garantálni. Ennek megvalósítására a legkézenfekvőbb megoldás az ACAS²⁷ összeütközés elkerülő rendszer kifejezetten a pilóta nélküli légi járművek számára kifejlesztett változata, az ACAS-X, amely ezeknek az eszközöknek az elkülönítését biztosíthatja, amennyiben az eszköz számára nem állnak rendelkezésre a rendszer által számított elkerülési eljárások, például kapcsolatvesztés esetén. E rendszer képes arra, hogy amennyiben

²⁶ D&A: Detect and Avoid – Látni és elkerülni

²⁷ ACAS: Airborne Collision Avoidance System – Összeütközésselkerülő rendszer

más légi jármű közeledik, azt jelezze a vezető személynek és kikerülő eljárásokat dolgozzon ki vagy autonóm repülés esetén automatikusan végre is hajtsa az eljárást. [31]

A D&A rendszerek alkalmazása jelentősen lecsökkenti az összeütközés bekövetkezésének valószínűségét, azonban ehhez mindenképpen szükséges, hogy ezek a rendszerek a hagyományos légi közlekedésben alkalmazott összeütközés elkerülési rendszerekkel, például az ACAS-szal is képesek legyenek kommunikálni. Ennek leginkább azokban a légterekben történő működés közben lehet kiemelt szerepe, ahol alacsony magasságon is viszonylag nagy a légi forgalom, mint például ellenőrzött légtérrel vagy repülőtéren forgalmi tájékoztató szolgálattal nem rendelkező repülőterek esetében. Az eszközök közötti kompatibilitással kapcsolatban azonban figyelembe kell venni az elsőbbségadási szabályokat, tehát a hagyományos légi járműveknek biztosítani kell az elsőbbségüket a pilóta nélküli légi járművekkel szemben.

Az ATM rendszerben már használatban lévő technológiák alkalmazását érdemes áttekinteni, amelyek alkalmasak arra, hogy a pilóta nélküli légi járművek a szükséges adatokat sugározzák a vevőberendezések felé. Elsőként az ADS-B rendszert érdemes megemlíteni, amelynek előnye, hogy képesek magukról pozíció adatokat sugározni és abban az esetben, ha egy másik légi járművön is megtalálható az ADS-B, akkor a két adóvevő bizonyos távolságon belül képes egymást érzékelni és akár a kikerülési eljárást kidolgozni. Hasonló elven működik a FLARM, azonban ez a rendszer már képes a hagyományos légi közlekedésben elterjedt transzponderek által S és C módban sugárzott jelek feldolgozására, így az a pilóta nélküli légi jármű, amely rendelkezik ezzel a berendezéssel, megfelelő elkülönítést tarthat azokról a légi járművektől, amelyek fedélzetén transzponder található. Ezek a rendszerek az UTM-ben történő repülés során önmagukban, mint a – későbbiekben részletezésre kerülő – összeütközések elkerülésére használható redundáns rendszerek tökéletesen alkalmazhatók, azonban az ilyen gyártóspecifikus eszközök a szabványok hiánya miatt nem minden esetben képesek együttműködni egymással, így nem teljesítik az UTM által megkívánt követelményeket. [32] [33]

Az UTM a nem ellenőrzött légterekben biztosítja a pilóta nélküli légi járművek biztonságos működését, azonban a hagyományos légi járművekkel is számolni kell. Abban az esetben, amikor a két szembetartó légi jármű mindegyikén megtalálható olyan D&A rendszerek, amelyek egymással képesek kommunikálni, az elkerülési eljárás számítható és az utasítás könnyen végrehajtható. Azonban a nem ellenőrzött légtérben a hagyományos légi járművek számára jelenleg nem kötelező a transzponder használata és a rádiózás sem, tehát kihívást jelent az olyan légi járművektől való elkülönítés, amelyek nem rendelkeznek semmilyen jeladóval, mint például a siklóernyősök vagy ejtőernyősök. Véleményem szerint a jövőben gondoskodni kell arról, hogy az olyan tartományban ahol az UTM rendszer felelős az elkülönítésért, biztosítani kell, hogy minden hagyományos légi jármű is látható legyen az ATM és az UTM számára is. Erre megoldást jelenthet az olyan repülési szabályok előírása, amelyek rendelkeznek arról, hogy minden légi jármű fedélzetén biztosítani kell valamilyen elkerülő rendszer vagy jeladó elhelyezését.

A pilóta nélküli légi járművek jellemzően alacsony magasságon történő működéséből adódóan a teljes elkülönítés megvalósításának érdekében nem csak a többi légtérhasználótól való elkülönítést kell megvalósítani, hanem a különböző mesterségesen épített vagy természetes terepakadályoktól és tereptárgyaktól is megfelelő távolságot kell tartani. Ennek két lehetséges megoldása van:

- A pilóta nélküli légi jármű olyan képességgel rendelkezik, amely képes az akadályok automatikus felismerésére és a megfelelő elkerülési eljárás megvalósítására: ezek a D&A rendszerek, amelyek alkalmazása például arra nyújt megoldást, hogy az eszköz néhány méternél közelebb ne repüljön az akadályhoz. Ilyen rendszerek már napjainkban is előfordulnak néhány drágább eszközön.
- Az UTM rendszer számára rendelkezésre álló térképen, esetleg a pilóta nélküli légi járművek rendszerében szerepelnek az akadályok. Ennek megvalósításához szükséges, hogy a Chicagói Egyezmény 15. függelékében meghatározott terepakadálybázis rendelkezésre álljon és megfelelő időközönként frissítve legyen.

Véleményem szerint a terepakadályoktól történő elkülönítést is elsősorban érdemes az UTM rendszerre bízni olyan módon, hogy az illetékes hatóság a Tagállamok által elkészített és naprakészen tartott terepakadálybázist az UTM számára is elérhetővé tegye. A pilóta nélkül légi járművek számára azonban nem csak ebben az adatbázisban fellelhető akadályok jelenthetnek potenciális veszélyt, hanem olyan akadályok és tereptárgyak is, amelyek a hagyományos légiközlekedésre nem jelentenek kockázatot. Ennek okán szükségesnek látom kiegészíteni a meglévő rendszert vagy kialakítani egy új, kifejezetten a pilóta nélküli légi járművek számára üzemben tartott adatbázist, amelyből az UTM felhasználja a szükséges információt. Az akadályok felismeréséhez szükséges szenzorokkal vagy kamerákkal rendelkező pilóta nélküli légi járművek repülései során rögzített adatokat érdemes lehet felhasználni az említett adatbázis gyarapítására. A rendszer a rendelkezésre álló adatok alapján ezeket az adatokat már az útvonaltervezésekor figyelembe veszi, így biztosítható elsődlegesen az összeütközés elkerülése. A D&A rendszerek alkalmazása ebben az UTM funkcióban is segítséget nyújt úgy, hogy ezek a fedélzeti berendezések képesek arra, hogy az akadályokat néhány méterről észleljék, így utasítást adnak a pilóta nélküli légi járműnek, hogy az összeütközés elkerülése érdekében milyen irányban vagy magasságban térjenek ki.

A fentiek értelmében az elkülönítési minimum biztosítása elsősorban az UTM feladata. Kizárólag a D&A rendszerek alkalmazásával nem biztosítható teljes mértékben az elkülönítés, hiszen ezeknek a fedélzeti elkülönítő rendszereknek nem az elkülönítés megtartása az elsődleges célja, hanem elsősorban azt szolgálják, ha valamilyen ok miatt az UTM nem képes biztosítani a megfelelő elkülönítést a két eszköz között, akkor is rendelkezésre álljon egy olyan redundáns rendszer, amely meleg tartalékként történő folyamatos működése által képes biztosítani a légi járművek összeütközésének vagy a terepakadályokkal való ütközés elkerülését.

6.2.5. Helymeghatározás

Az UTM rendszer megfelelő működéséhez és a repülésbiztonság fenntartásához az ATM-hez hasonló módon elengedhetetlen a hatékony – a rendszer megfelelő működésének szempontjából gyors, pontos és megbízható – helymeghatározás. A legtöbb pilóta nélküli légitánc már rendelkezik műholdas helymeghatározó rendszerrel, amely Európában jellemzően az Amerikai Egyesült Államok hadserege által működtetett NAVSTAR GPS műholdak jeleinek vételét jelenti.

A GPS megbízható rendszernek tekinthető, mert az elmúlt évtizedekben még sosem fordult elő olyan hiba, amely a teljes rendszer leállítását vagy megbízhatatlan működését eredményezte volna. Az elmúlt időszakban a legsúlyosabb hiba csak néhány órán keresztül állt fenn, amely 2001 júliusában történt, amikor a PRN22 nevű műholdnak elromlott az éppen használatos atomórája, amely abban a pillanatban több száz kilométeres tévedést jelzett a műhold adatait használó rendszereknek. A meghibásodott atomórát a hiba észlelését követően kikapcsolták, majd egy tartalék atomóra bekapcsolásával a műhold tovább működhetett.

A polgári felhasználású célokra engedélyezett GPS mód hátránya azonban, hogy az elvárt működés esetén is alkalmanként több méteres tévedést is eredményezhet. Az üzemszerű működés során megengedett pontatlanságon túl egyéb tényezők is befolyásolhatják a helymeghatározás pontosságát, a pilóta nélküli légitáncok alacsony magasságon történő alkalmazása esetén befolyásolhatja az időjárás, a természetes vagy mesterségesen épített tereptárgyaktól való reflexió vagy az olyan helyekre történő berepülés, amely teljesen leárnyékolta, így az eszköz nem képes a jelek fogadására. A mérési hibák a magasság meghatározásánál a legjelentősebbek, akár több tíz méteres is lehet. Ez a jelenlegi pontosság azonban az UTM működésében a jövőben várhatóan nem lesz elégséges, hiszen ha eljutunk oda, hogy egy-egy pilóta nélküli légitáncú végrehajtott repülést csak az UTM felügyel, akkor például a leszállásokhoz sokkal pontosabb helymeghatározásra és kisebb hibátűrésre lesz szükség.

A pilóta nélküli légitáncok UTM rendszerben történő működtetésének egyik alapfeltétele a pozíció adatokra vonatkozóan a nagyfokú megbízhatóság mellett a pontosság. A pontosság javításának érdekében a fedélzeti oldalról megoldást jelenthet a hagyományos légitáncokban már régóta alkalmazott RAIM²⁸ technológia pilóta nélküli légitáncokban történő alkalmazása. Amennyiben a fedélzeti berendezés legalább 5 műholdtól fogad adatokat, képes megállapítani, hogy a helyzetmeghatározás pontossága elfogadható-e. Ha a pontosság nem elfogadható, akkor egyik GPS alapú eljárás sem folytatható tovább. 6 műhold jeleinek vétele esetén a fedélzeti rendszer képes kizárni azt a műholdat, amely a legpontatlanabb adatokat szolgáltatja, ezáltal mindig a legpontosabb adatok állnak rendelkezésre, valamint ez a technológia lehetővé teszi egy-egy esetleges műholdhiba kiszűrését is. A rendszer előnye, hogy olcsó, hiszen új fedélzeti rendszer telepítését nem igényli, így széleskörben alkalmazható a pilóta nélküli légitáncok tervezésekor és gyártásakor, valamint független az alkalmazott műholdas rendszertől.

²⁸ RAIM: Receiver Autonomous Integrity Monitoring - Vevőoldali, integritást figyelő független rendszer

A légiközlekedésben jelenleg a legmodernebb műholdas adatokon alapuló helymeghatározó rendszer pontosságát javító – műholdas megközelítési eljárásokat is kiszolgáló – technológia az SBAS²⁹. A rendszer működése során a műholdaktól kapott helymeghatározáshoz szükséges adatokat az SBAS rendszer földi mérőállomásai fogadják. A mérőállomások helyei pontosan ismertek, a mérőállomásokat általában több száz kilométeres távolságra telepítik egymástól annak érdekében, hogy minél nagyobb területen tudják elemezni a helymeghatározó rendszer pontatlanságát. Az állomásokon összegyűjtött adatokat egy úgynevezett mesterállomásra továbbítják, ahol kiszámítják azt az értéket, amellyel korrigálniuk kell a felhasználói oldalon meghatározott hely-adatokat. Ezeket a korrekciós adatokat egy geostacionárius műhold segítségével juttatják el azokhoz légi járművekhez, amelyek rendelkeznek ezzel a vevőegységgel, kiszámolják, hogy az általuk igénybe vett műhold mekkora eltéréssel rendelkezik, így képesek akár centiméteres pontosságot is szolgáltatni. Az Amerikai Egyesült Államokban most kezd elterjedni a FYXnav vevőegység beépítése a pilóta nélküli légi járművek fedélzetére, amely ki tudja használni az SBAS és a RAIM által nyújtott előnyöket egyaránt. [34]

A nagyobb megbízhatóság érdekében azonban érdemes olyan vevőberendezéseket is alkalmazni a pilóta nélküli légi járművek fedélzetén, amelyek GLONASS és a GALILEO műholdas alapú helymeghatározó rendszer által szolgáltatott pozíció adatokat is képesek feldolgozni. Napjainkban léteznek már olyan vevőberendezések is, amelyek mindhárom rendszer által sugárzott jeleket fogadják és feldolgozzák. Az ilyen fedélzeti egységgel rendelkező légi járművek megbízhatóbban tudják a helyzetüket meghatározni, hiszen egyszerre több műholdtól érkező jelet is fogadni tudnak. További előnyük, hogy bármely műholdas helymeghatározó rendszer meghibásodása esetén is megfelelő pontosságú helymeghatározásra képesek.

6.2.6. Kényszerhelyzeti eljárások

A pilóta nélküli légi járművek működtetése esetén is előfordulhatnak műszaki hibák, amelyeket az eszköz további meghibásodásának elkerülése miatt bizonyos, előre beprogramozott kényszerhelyzeti eljárás követ.

Az UTM rendszerben előforduló kényszerhelyzeti eljárások két típusát különítettem el:

- A pilóta nélküli légi jármű olyan rendszerrel rendelkezik, amely felismeri, hogy kényszerhelyzeti eljárást kell végrehajtani és amennyiben ez bekövetkezik, arról értesíti az UTM-et és lerepüli az előre beprogramozott eljárást.
- A pilóta nélküli légi jármű nem rendelkezik olyan berendezéssel, amely bizonyos meghibásodások esetében előre meghatározott kényszerhelyzeti eljárásokkal rendelkezik. Ebben az esetben az UTM rendszer a fogadott adatok alapján észleli a berendezések nem megfelelő működését, majd utasítást ad az eszköznek és az üzemeltetőnek a kényszerhelyzeti eljárás végrehajtásáról, példa lehet az akkumulátor túlmelegedése vagy annak feszültség-ingadozása.

A kényszerhelyzeti eljárások a bekövetkezett hibától és gyártótól függőek lehetnek, például az eszköz azonnali leszállása vagy hazatérése a felszállási pontra.

²⁹ SBAS: Satellite Based Augmentation System - Műholdas alapú augmentációs rendszer

Az UTM ezekben az esetekben automatikusan 1-es értékre változtatja meg a pilóta nélküli légi jármű státuszinformációját, majd olyan jelzést küld a felhasználóknak, amely biztosítja az elsőbbségét a többi eszközzel szemben. Ilyen jelzés lehet például egy elkerülési eljárás vagy esetleg egy felszállás késleltetése. Manapság jellemző a pilóta nélküli légi járművek rendszereire, hogy úgy vannak programozva, hogy amennyiben kényszerhelyzeti eljárást hajtanak végre, annak során a pilóta nélküli légi jármű vezető különböző védelmi okok miatt ne tudja a repülést befolyásolni és a funkciót ne tudja inaktiválni. Ennek hátránya azonban, hogy ebben az esetben az eszköz különleges autonóm repülést hajt végre, például leszáll vagy elindul a felszállási helyre, a repülés során pedig az akadályokat, más légi járműveket vagy személyeket nem minden esetben képes figyelembe venni. Ez a repülési mód azonban nagyobb repülésbiztonsági kockázatot jelenthet, mintha a pilóta nélküli légi jármű vezető jelzés esetén az eszközt biztonságban leszállítaná. Megoldási lehetőségnek látom az olyan kényszerhelyzeti eljárás alkalmazását, amely során a pilóta nélküli légi jármű az UTM által kijelölt vészleszállóhelyre száll le.

Az említett kockázatot néhány nagyobb gyártó már felismerte és olyan fejlesztéseket folytat, amelyek lehetővé teszik, hogy a repülések végrehajtása során valós idejű képfeldolgozás alkalmazásával az eszközök a repülés során eltárolják az útvonalon az akadályokra vonatkozó információkat, így a vészhelyzeti hazatérési eljárás során is képesek kikerülni azokat, valamint ez alapján a rendszer meg is határozza a repülési magasságot. Ez a megoldás akkor is segítséget nyújt, ha nem áll rendelkezésre műholdas navigációs helymeghatározás, hiszen a tárolt adatok segítségével vissza tud térni a felszállási pontra.

Az UTM a pilóta nélküli légi járművek által végrehajtott kényszerhelyzeti eljárások adatait is gyűjti, amelyek továbbíthatók a gyártó felé, így a kapott meghibásodási információk alapján különböző statisztikák állíthatók fel, amelyek segítséget nyújthatnak a további fejlesztési irányok meghatározásában.

6.3. Az UTM működése

Az UTM egy felhőalapú légiforgalmi irányítási és szolgáltatási rendszerként határozható meg, amelyhez a pilóta nélküli légi járművek és azokkal kapcsolatban álló valamennyi érintett hozzáférhet. Az UTM rendszer működését tekintve hasonló, mint a hagyományos légiközlekedésben már ismert eljárás: a felszállástól a leszállásig az UTM rendszer folyamatos támogatást nyújt a repülés végrehajtásához.

A repülés tervezésének első lépése a regisztráció vagy bejelentkezés, amely során a rendszer azonosítja a felhasználót. A rendszer ugyanazon üzembentartó több pilóta nélküli légi járművét is képes egyszerre kezelni, így az eszköz kiválasztását vagy új eszköz hozzáadását követően meg kell adni a repülésre vonatkozó paramétereket: a felszállási és amennyiben eltérő, a leszállási pont koordinátáit, a felszállás várható időpontját, a kívánt sebességet, valamint a repülés során használt státuszinformációkat. A repüléstervezés végén a rendszer ellenőrzi, hogy a felhasználó rendelkezik a repülés során érintett légterekben szükséges engedélyekkel.

Az útvonal tervezését hasonlóképpen lehet megoldani, mint a hagyományos légiforgalmi irányítási rendszerben. A két pont közötti optimális út kiszámítását követően a repülés időtartamára tervezett légtérfelhasználási adatokat, beleértve a virtuális-kerítés által szolgáltatott adatokat és az útvonalak terheltségét figyelembe véve automatikusan létrejön a repülési terv, amelyet a felhasználó ellenőriz, majd elfogadja azt. Ezt követően a repülést a rendszer beilleszti a légiforgalomba.

Az útvonal tervezésekor a repülésbiztonsági szempontok mellett a gazdaságosság is mérvadó, érdemes figyelembe venni a különböző időszakokban jellemző munkavégzéseket, hiszen alacsony repülési magasságon különböző munkarepülések is előfordulhatnak. Az útvonalakat célszerű úgy számítani, hogy a repülés a lehető legkisebb kockázatot jelentse egyéb légitársaságokra és a földön tartózkodó személyekre egyaránt, ezért érdemes elkerülni a repülőterek környezetét vagy a sűrűn lakott területeket. Természetesen a nagyobb kockázatú helyszínek felett is lehet repülést végrehajtani, amennyiben a feladatot kifejezetten az adott terület feletti légtérben lehet csak elvégezni.

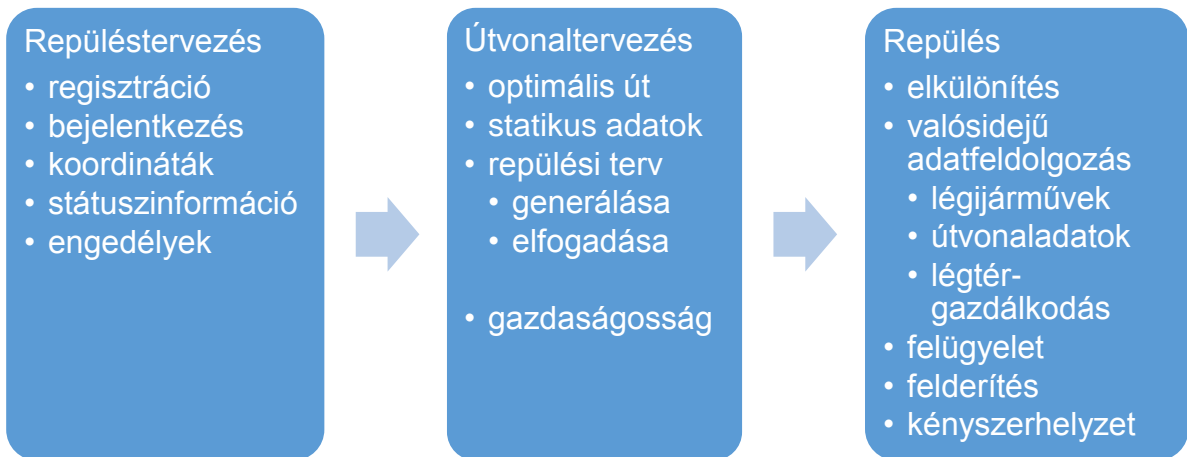
A repülési tervnek az alábbiakat kell tartalmaznia:

- a pilóta nélküli légitársaság azonosító számát,
- a repülés célját (munkavégzés, fényképezés, stb.),
- státuszinformációkat,
- a fel- és leszállás koordinátáit, amelyeket a felhasználó az interfész segítségével térképen is kijelölhet,
- a tervezett repülési magasságot,
- a fel- és leszállás várható időpontját,
- a repülés útvonalát,
- a repülés végrehajtásának módját (látótávolságon belüli, látótávolságon kívüli, autonóm vagy IFR).

A légiforgalomba történő beillesztést követően az eszköz felszállhat, a repülés végrehajtása megkezdhető. A valós idejű adatfeldolgozásnak és adattovábbításnak, valamint az ATM-ből és az illetékes hatóságoktól nyert információknak köszönhetően az UTM a légtér aktuális állapotát képes lesz figyelni, így a valós idejű légtér adatok alapján a rendszer biztosítani tudja, hogy az eszközök azokba a légtérekbe ne repüljenek be, amelyekben számukra nem engedélyezett a repülés végrehajtása.

A repülés fázisához sorolható a kényszerhelyzet, a rendszer a már részletezésre került módon felismeri a pilóta nélküli légitársaság meghibásodását, majd biztosítja számára az elsőbbséget a többi légitársasággal szemben.

A 8. ábra alapján látható az UTM rendszerben végrehajtott repülés teljes folyamata.



8. ábra: A repülések végrehajtásának folyamata

Azok az eszközök, amelyek nem regisztráltak, nem nyújtottak be repülési tervet vagy nem rendelkeznek az adott légtérben szükséges engedélyekkel, a későbbiekben részletezésre kerülő felderítési módszerek alkalmazásával az UTM-hez kapcsolódó pilóta nélküli légi járművek felderítésére rendszeresített berendezések észlelik, és az UTM a repülés helyszínétől függően figyelmeztetést küld a felhasználónak vagy szükség szerint értesíti az illetékes hatóságot.

A fentiekben részletezett folyamat alapján látható tehát, hogy az UTM rendszer a valós idejű kapcsolatnak köszönhetően a repülés minden fázisát támogatja oly módon, hogy mindig az adott körülményeknek megfelelő információt szolgáltatja az eszközök felé.

6.4. Repülőesemények

Az UTM rendszerben az összeütközések elkerülésének és az eszköz lezuhanásának elkerülése érdekében redundáns rendszerek állnak rendelkezésre, azonban a megfelelő repülésbiztonsági szint ellenére bekövetkezhetnek különböző repülőesemények. Az UTM-ben előforduló jellemző repülőeseményeket az alábbiak szerint csoportosítottam:

- légtérsértés,
- kapcsolatvesztés az UTM-mel,
- az eszköz meghibásodása,
- az eszköz lezuhanása,
- két légi jármű közötti elkülönítési minimum sérülése (beleértve a hagyományos és a pilóta nélküli légi járműveket egyaránt),
- két légi jármű összeütközése (szintén beleértendő a hagyományos és a pilóta nélküli légi járművek).

Véleményem szerint a vizsgálatok megkönnyítésének érdekében minden pilóta nélküli légi jármű fedélzetére vagy a kapcsolódó távvezetést biztosító állomásra olyan berendezést kell helyezni, amely rögzíti a repülések bizonyos adatait: felszállási és leszállási koordináták és azok időpontjai, útvonal, repülési magasság, sebesség és az bekövetkezett meghibásodások. Az eszköz továbbítja a felsorolt adatokat az UTM felé,

azonban fontos, hogy ezeket az információkat az UTM rendszernek és a pilóta nélküli légi járműnek is rögzítenie is kell. Az UTM-nek – az ATM rendszerben megszokott eljárást követve – ezeket az adatokat alapesetben legalább 90 napig szükséges tárolni a későbbi visszakereshetőség miatt.

Az UTM automatikusan jelez az illetékes hatóságok és esetleg a közlekedésbiztonsági szervezet felé, amennyiben a felsorolt repülőesemény valamelyike bekövetkezik. A szükséges vizsgálatokat követően a biztonságot növelő intézkedések fogalmazódhatnak meg. Az adatok jogos hozzáférhetőségét tekintve nem csak az állami szereplőket kell értesíteni egy repülőeseménnyel kapcsolatban, hanem a gyártókat is tájékoztatni kell egy-egy komolyabb meghibásodásról annak érdekében, hogy az esetleges tervezési és gyártási hibákat ki tudják javítani.

6.5. Felderítés

A pilóta nélküli légi járművek rossz szándékú alkalmazása napjainkban még nem megfigyelhető, azonban az eszközök elterjedésével egyre gyakoribb lesz az ilyen jellegű alkalmazások, valamint a kéréstlen eszközök megjelenésének száma. A pilóta nélküli légi járműveket légi járműveknek kell tekintenünk, ezáltal ezeknek az eszközöknek a lelövése – attól függetlenül, hogy nem tartózkodik rajta személyzet – nemzetközileg is érzékeny kérdés. A NATO tagállamokban a légtér szuverenitásának fenntartása érdekében tagállami hatáskörbe tartozik a polgári légi járművek megsemmisítéséről való döntés, így hazánkban az ilyen feladat végrehajtása csak a Magyar Honvédség ügyeletes tábornokának engedélyével lehetséges. A pilóta nélküli légi járművek esetében azonban még nem született nemzetközileg elfogadott irányelv arra vonatkozóan, hogy ezeket az eszközöket milyen körülmények között és milyen felhatalmazás alapján lehet megsemmisíteni. A jövőben várhatóan a pilóta nélküli légi járművek által okozott védelmi kockázatok kezelésének megoldása is nemzeti hatáskörben marad, tehát a Tagállamok maguk dönthetnek arról, hogy ezeket az eszközöket milyen módon tehetik repülésképtelenné.

Ezeknek az eszközöknek a felderítése – jellemzően az alacsony magasságon történő működtetés, valamint a kis méretükből adódóan a hagyományos légi járművek felderítésére alkalmazott módszerekkel – nem lehetséges. A jelenlegi polgári és katonai radarokkal csak a véletlennek köszönhetően vagy egyáltalán nem lehet a napjainkban nagy számban előforduló eszközöket felderíteni. Annak érdekében, hogy a feltételezhetően rossz célra használt pilóta nélküli légi járműveket észlelni, zavarni és esetlegesen megsemmisíteni lehessen, a légiközlekedésben eddig még nem elterjedt eljárások alkalmazására és új technológiák kidolgozására van szükség.

A legegyszerűbb megoldásnak az élő erő alkalmazása tekinthető, az emberi erőforrás ilyen célú felhasználásnak előnye, hogy nem igényel technológiai fejlesztést és nem csak a pilóta nélküli légi járművek észlelésére alkalmas, hanem egyéb más rosszindulatú magatartás kiszűrésére is. Jelenleg az emberi erő széleskörben alkalmazott bizonyos védelmi feladatok ellátására, ezért megfontolandó a már rendelkezésre álló személyzet továbbképzése abban a tekintetben, hogy milyen eljárások követendők a feltételezhetően rosszindulatú pilóta nélküli légi járművek észlelése esetén. Ez a fajta megvalósítás azonban költséges, így jellemzően csak a

védett objektumok, védett személyek, valamint nagyszabású, nagy tömeget megmozgató rendezvények esetében alkalmazzák.

Az egyszeri beruházással megvalósított komplex rendszerek az emberi erőforrásnál jóval hatékonyabbak és gazdaságosabbak lehetnek. Már hazánkban is foglalkoznak olyan rendszerek fejlesztésével, amelyek képesek arra, hogy észleljék a pilóta nélküli légi járművek közelségét. Az akusztikus felderítés lényege, hogy nagy érzékenységgű mikrofonokat telepítenek a védendő terület köré, majd a mikrofonok által rögzített hangmintákat összehasonlítják abban az adatbázisban lévő mintákkal, amelyben megtalálhatók a pilóta nélküli légi járművek által kibocsátott, előzetesen rögzített hangmintái. Egyezés esetén a rendszer riasztást küld a felügyelő személyzet számára. A rendszer előnye, hogy könnyen telepíthető és igény szerint áthelyezhető, azonban hátránya, hogy letelepítést követően hosszú időre, a környezeti zajoktól függően akár több napra is szükség lehet a pontos kalibráláshoz annak érdekében, hogy ne generáljanak téves riasztást. [35]

További megoldási lehetőség, hogy a napjainkban elérhető fejlett kameratechnológia által nyújtott rendszereket a pilóta nélküli légi járművek észlelésére is alkalmazhatók. A kamerarendszerek több algoritmus segítségével elemzik a képet és amennyiben annak a gyanúja merül fel, hogy pilóta nélküli légi jármű közeledik, jelzést küld a rendszert felügyelő operátornak annak érdekében, hogy kiértékelésre kerüljön, valóban pilóta nélküli légi járművel végzett repülés történik.

A felsorolt észlelési módokon kívül léteznek olyan rendszerek, amelyek alkalmasak arra, hogy a pilóta nélküli légi járművek navigációs rendszerét zavarják vagy elnyomják azt a frekvenciasávot, amelyen az eszköz távvezérlése történik, azonban pilóta nélküli légi járművel rosszindulatú cselekményt úgy is végre lehet hajtani, hogy az eszköznek semmilyen külső irányításra nincs szüksége, amely abban segítené, hogy a kijelölt helyre repüljön.

Az említett módszerek mindegyike rendelkezik előnyökkel és hátrányokkal is, az optimális felderítési eredményhez érdemes ötvözni a felsorolt technológiai és a hagyományos, humán erőforrást igénylő megoldásokat annak érdekében, hogy hatékony, folyamatos és megbízható teljesítmény álljon rendelkezésre. Azonban hiába rendelkezünk információval a rosszindulatú célra alkalmazott eszközre vonatkozóan, a védekezés érdekében tehát olyan megoldások szükségesek, amelyek biztosítani tudják a beavatkozás lehetőségét. Már jelenleg is léteznek olyan fejlett megoldások, amelyek a pilóta nélküli légi járműveket egyszerre felderítik, nyomon követik és akár meg is semmisíthetik azokat. A megsemmisítésnek különböző módjai léteznek, azonban ezek részletezésére – a pilóta nélküli légi járművekkel kapcsolatos ilyen jellegű, nemzetközileg elfogadott irányelvének hiánya miatt – nem térek ki. [36]

A védelmi rendszerek UTM rendszerrel való összekapcsolása lehetőséget nyújthat arra, hogy az észlelő és felderítőrendszerek által azonosított pilóta nélküli légi járművekről az elektronikus azonosítójuk és a repülési tervük alapján egyértelműen megállapítható legyen, hogy az adott eszköz kéretlen vagy esetleg rosszindulatú felhasználónak tekinthető-e. Amennyiben az UTM nem igazolja vissza, hogy az eszköz jogosult azon a területen feladatot végrehajtani, akkor az észlelő jelzést küld a rendvédelmi vagy bűnmegelőzési szervek számára.

6.6. Az UTM funkciói

Az UTM funkcióit szemléltetni leginkább úgy érdemes, hogy összevetjük a rendszer által ellátott feladatokat azokkal az ATM funkciókkal, amelyek az UTM tekintetében is értelmezhetők.

Elsőként az ATM és UTM közötti párhuzamokat vizsgálva megállapítottam, hogy a két irányítási rendszer alapfunkciói megegyeznek, hiszen a rendszerek elsődleges célja a repülésbiztonság fenntartása. A hagyományos légitrafordításban ennek megvalósítására nemzeti és nemzetközi jogszabályokat, valamint különböző szabványokat alkalmaznak az ICAO iránymutatásai alapján, ezért véleményem szerint az UTM rendszert is hasonló, nemzetközileg elfogadott jogszabályi háttérrel szükséges ellátni. Mindkét rendszer alapvető feladata, hogy biztosítsák a légitrafordítások összeütközésének elkerülését, valamint egymástól és az akadályoktól való megfelelő elkülönítést a hatékony forgalomszervezés megvalósítása mellett.

Az eltérések tehát nem az ellátott feladatokban, hanem leginkább azok ellátásának módjában mutatkoznak meg. Amennyiben az ATM szerinti működés alapjait alkalmazzuk az UTM megvalósítása során is, a rendszer üzemeltetéséhez hatalmas erőforrásra lenne szükség, mind emberi, mind az infrastruktúra kiépítése és működtetése terén. Ennek okán egy olyan új, eddig nem alkalmazott rendszer kialakítását látom szükségesnek, amely a diplomamunkám során már többször említett folyamatok automatizálására épül annak érdekében, hogy szinte a teljes repülési folyamat – a felszállástól az eszköz leszállásáig – emberi beavatkozás nélkül végrehajtható legyen. Napjainkban már az ATM is magasfokú automatizáltsággal rendelkezik, azonban több olyan terület is van, amely az emberi beavatkozást minden esetben megköveteli. Erre a legjobb példa, hogy amíg az ATM-ben a repülés teljes időtartama alatt a legtöbb légtérben folyamatosan megkövetelt a légitrafordítási irányító és a légitrafordítások valamilyen módon történő kapcsolattartása, addig az UTM – tekintettel arra, hogy várhatóan nem lesz ilyen értelemben vett légitrafordítási irányítói szolgáltatás – kizárólag az arra alkalmas szélessávú adatkommunikációt biztosító hálózatokon keresztül továbbítja az utasításokat a legtöbb esetben emberi beavatkozás nélkül a pilóta nélküli légitrafordítások felé.

A fejezetben részletezésre került funkciók alapján elkészített, az UTM és az ATM funkcionális összehasonlítását tartalmazza a 9. táblázat. A technológiai fejlesztési irányokat figyelembe véve azonban biztos vagyok benne, hogy nem csak a közeljövőben kiépítésre kerülő UTM rendszer lesz szinte teljesen mértékben független az emberi tényezőktől, hanem az ATM működése esetén is egyre kevesebb folyamatban lesz megfigyelhető a humán erőforrás. A kockázatelemzés során az emberi tényező által okozott kockázatokat nem elfogadhatónak értékeltem, ebből kiderül, hogy az ATM rendszerrel megszokott emberi erőforrásokat igénylő folyamatok az UTM rendszerben olyan emberi hibákat eredményezhetnek, amelyek az UTM biztonságos működtetésének érdekében nem elfogadhatók. [37]

Funkciók	UTM	ATM
Működési mechanizmus		
követelmények	repülésbiztonság szabályozottság szabványok	repülésbiztonság szabályozottság szabványok
repülési profil tervezése	statikus és dinamikus adatok alapján	légiforgalmi irányító/pilóta
elkülönítések biztosítása	statikus és dinamikus adatok	légiforgalmi irányító/pilóta
ütközések elkerülése	dinamikus útvonalterv	légiforgalmi irányító/pilóta
forgalomszervezés	régióként UTM szolgáltatók	országokként ANSP ³⁰
forgalom áramlása	dinamikus útvonalterv	ANSP, repülési terv alapján
áramlásszervezés	UTM-UTM között	integrált áramlásszervezés
Légtérgazdálkodás		
légtér szerkezet tervezés	„no fly zone”	légtértervezés és kijelölés IFR/VFR szabályok szerinti légtér felhasználás
légtér felhasználás	U-Space ³¹	rugalmas légtér felhasználás
Légijárművek és rendszerek		
repülési adatok feldolgozása	automatizált	repülési adatfeldolgozó rendszerek
radar adatok feldolgozása	nem regisztrált eszközök felderítésére	radar adatfeldolgozó rendszerek
eljárások	dinamikus útvonalterv repülési profil	ANSP
azonosítás	azonosító kód	elsődleges és másodlagos radar transzponder diszkrét kód
helyzetmeghatározás	műholdak segítségével	FMS ³²
navigáció	műholdak segítségével	léginavigációs berendezések, műhold
kommunikáció	LTE (3G, 4G, esetleg 5G)	rádiózás, CPDLC ³³
fedélzeti összeütközés elkerülő rendszerek	D&A rendszerek	ACAS
Kényszerhelyzetek		
felismerés	státuszinformáció	transzponder diszkrét kód jelentés
kapcsolat elvesztése	előre programozott repülési eljárás vagy UTM	Doc 4444 alapján
elkülönítés sérülése	naplózás, jelentés	jelentés
kutatás-mentés	riasztást követően a hatóságok	kutató-mentő szolgálatok
eseménybejelentés	automatizált	manuális

9. táblázat: AZ UTM és ATM funkciók összehasonlítása

³⁰ ANSP: Air Navigation Service Provider - léginavigációs szolgálat

³¹ U-Space: A pilóta nélküli légi járművek által, az UTM segítségével használható légterek

³² FMS: Flight Management System - integrált repülésirányító rendszert

³³ CPDLC: Controller–Pilot Data Link Communications – légiforgalmi irányító - pilóta közötti adatkapcsolat

Összefoglalás

A diplomamunkám elkészítése során lehetőségem nyílt a pilóta nélküli légi járművekkel kapcsolatos ismereteim bővítésére. A kutatásaim során megvizsgáltam a nemzetközi és a nemzeti jogszabályi hátteret, majd rámutattam arra, hogy ezek az eszközök a jelenlegi szabályozási környezetből adódóan szabályos keretek között csak nagyon korlátozottan működtethetők. A nemzetközi irányelvek és a technológiai fejlesztések azonban egyértelműen azt mutatják, hogy el kell mozdulnunk az elkülönített légtérben történő alkalmazástól annak érdekében, hogy a pilóta nélküli légi járművek által hordozott potenciális gazdasági lehetőségeket minden nemzet ki tudja aknázni.

Az elkülönített légtérből való kilépés kockázatelemzésének során rámutattam arra, hogy a pilóta nélküli légi járművek működtetése milyen veszélyeket hordozhat magában. Megfogalmaztam azokat a kockázatcsökkentési intézkedéseket, amelyek szükségesek ahhoz, hogy a pilóta nélküli légi járműveket egy jóval szabadabb szabályrendszerben tudjuk alkalmazni, ugyanakkor a repülésbiztonság fenntartható maradjon. A kockázatelemzés következtetésként levonható, hogy a pilóta nélküli légi járműveket a légi járművek egy új típusaként kell kezelni, tehát a kockázatcsökkentési eljárások kidolgozásánál elmozdultam a hagyományos légiközlekedésben alkalmazott módszerektől és új megközelítésben kezeltem a repülések által hordozott kockázatokat.

A jövőbeni lehetőségeket vizsgálva elsőként betekintést nyertem az Európai Unió által megfogalmazott, a Tagállamok tapasztalataira épülő, egységes szabályozási keretrendszerbe, amely ugyan még tartalmaz hiányosságokat és ellentmondásokat, azonban a szabályozási javaslat egyértelműen a felhasználóbarát alkalmazás irányába mutat. Ahhoz, hogy a pilóta nélküli légi járműveket megfelelő biztonsággal tudjuk működtetni, nem csak egy megfelelően szabályozott nemzetközi jogszabályi háttér kialakítása szükséges, amely kellő rugalmasságot biztosít a Tagállamoknak, hanem egy olyan új, irányítási rendszer kifejlesztése is elengedhetetlen, amely kifejezetten a pilóta nélküli légi járművek irányítását végzi. Ennek a jövőbeni rendszernek a kidolgozásakor arra törekedtem, hogy az emberi tényező a lehető legkisebb mértékben jelenjen meg a folyamatban, annak érdekében, hogy a humán erőforrásra jellemző hibás döntéseket minél nagyobb valószínűséggel ki lehessen zárni, így egy – az ATM alapelveivel megegyezően és azzal együttműködően – nagyfokú automatizmussal rendelkező irányítási rendszer alapelveit fogalmaztam meg.

A diplomamunkám eredményeképpen elmondható, hogy az előzőekben megfogalmazott intézkedések együttes bevezetésével nemcsak a repülésbiztonság szinten tartása biztosítható, hanem előre lépést jelenthet a pilóta nélküli légi járművek társadalmi elfogadottságának tekintetében is.

A vizsgálati módszereim alkalmazásának köszönhetően a diplomamunkám célkitűzéseinek véleményem szerint maradéktalanul eleget tettem, a kutatásaim eredményei jó kiindulópontot jelenthetnek a jövőre vonatkozóan az UTM megalkotását illetően.

Hivatkozások

- [1] <https://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/NPA%202017-05%20%28B%29.pdf> 2017. május
- [2] http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_unmanned_aerial_vehicles#The_Austrian_2017. március
- [3] Ephraim Reynolds: Counting coconuts with drones
ICT Update vol. 82 2016.
- [4] https://www.nts.gov/_layouts/nts.aviation/brief.aspx?ev_id=20160701X62525&key=1 2017. március
- [5] <https://www.facebook.com/notes/mark-zuckerberg/the-technology-behind-aquila/10153916136506634/> 2017. március
- [6] http://www.icao.int/publications/Documents/7300_orig.pdf 2017. május
- [7] http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=97100025.TVR 2017. április
- [8] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2008R0216:20091214:HU:PDFv> 2017. április
- [9] https://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=99500097.TV 2017. április
- [10] https://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=a0700026.gkm 2017. április
- [11] http://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2011/1035/oj/hun/pdfa1a 2017. április
- [12] [https://www.icao.int/Meetings/anconf12/Document%20Archive/9854_cons_en\[1\].pdf](https://www.icao.int/Meetings/anconf12/Document%20Archive/9854_cons_en[1].pdf) 2017. április
- [13] <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010R0996&from=HU> 2017. április
- [14] Roadmap for the integration of civil Remotely-Piloted Aircraft Systems into the European Aviation System
Final report from the European RPAS Steering Group 2013
- [15] <http://www.nkh.gov.hu/documents/11106/181514/T%C3%81J%C3%89KOZTAT%C3%93+A+pil%C3%B3ta+n%C3%A9lk%C3%BCli+l%C3%A9gi+j%C3%A1rm%C5%B1+%28rendszer%29+kezel%C5%91i+tanfolyamot+ny%C3%BAjt%C3%B3+szervezetek+tev%C3%A9kenys%C3%A9g%C3%A9r%C5%91l.pdf/3e8439f0-3a7a-40f9-a32a-dd3273428255?version=1.0&type=pdf> 2017. április
- [16] https://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=99500097.TV 2017. április
- [17] http://www.kormany.hu/download/8/db/e0000/RPAS__honlapra.pdf#!DocumentBrowse 2017. április
- [18] <https://www.youtube.com/watch?v=L3iJjrQmEho> 2017. április

- [19] https://docs.google.com/spreadsheets/d/1gRZl_s-gKOlvn0mv4gSWs1uXUqUmK_PkNIX4WQJUr2Q/edit#gid=244349537 2017. *április*
- [20] <http://www.eurocontrol.int/articles/national-rpas-regulations> 2017. *április*
- [21] [http://selvbetjening.trafikstyrelsen.dk/civilluftfart/Dokumenter/English/Rules%20and%20Regulations/Regulations%20for%20Civil%20Aviation%20\(BL\)/BL%2009-series/BL%209-4,%203%20edition.pdf](http://selvbetjening.trafikstyrelsen.dk/civilluftfart/Dokumenter/English/Rules%20and%20Regulations/Regulations%20for%20Civil%20Aviation%20(BL)/BL%2009-series/BL%209-4,%203%20edition.pdf) 2017. *április*
- [22] https://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/Communication_Commission_Drones.pdf 2017. *április*
- [23] <http://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/modes/air/news/doc/2015-03-06-drones/2015-03-06-riga-declaration-drones.pdf> 2017. *április*
- [24] http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:da8dfec1-9ce9-11e5-8781-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_2&format=PDF 2017. *április*
- [25] <https://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/UAS%20Prototype%20Regulation%20final.pdf> 2017. *április*
- [26] <http://spm.ucu.edu.ua/en/2016/04/27/conformite-europeenne-vs-china-export/> 2017. *április*
- [27] https://utm.arc.nasa.gov/docs/Kopardekar_2016-3292_ATIO.pdf 2017. *április*
- [28] <http://www.icao.int/safety/information-management/Documents/ROADMAP%20First%20Edition.pdf> 2017. *április*
- [29] Eurocontrol, *Remotely Piloted Aircraft Systems - ATM Integration*.
- [30] <https://www.qualcomm.com/news/onq/2016/09/06/paving-path-5g-optimizing-commercial-lte-networks-drone-communication> 2017. *május*
- [31] ICAO Doc 10019 - Manual on Remotely Piloted Aircraft System 2015
- [32] <http://www.unmannedsystemstechnology.com/company/uavionix-corporation/> 2017. *május*
- [33] <https://flarm.com/technology/> 2017. *május*
- [34] <http://www.uavionix.com/products/fyxnnav/>. 2017. *május*
- [35] <http://qualitop.hu/termekeink/120-dr%C3%B3n-elh%C3%A1r%C3%ADt%C3%A1s> 2017. *május*
- [36] <http://www.blighter.com/products/auds-anti-uav-defence-system.html> 2017. *május*
- [37] <http://www.icao.int/safety/airnavigation/Pages/atm.aspx> 2017. *május*