



Nemzeti Közsolgálati Egyetem
Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar
Intézményi Tudományos Diákköri Konferencia

A MODERN DRÓNTECHNOLÓGIÁK ÁLTAL JELENTETT VESZÉLYFORRÁSOK TECHNOLÓGIAI ÉS NEMZETBIZTONSÁGI KÉRDÉSEI

JELIGE: Drone strike 2024

2024

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS.....	3
A témaválasztás indoklása.....	3
A kutatás hipotézisei.....	4
1. DRÓNTECHNOLÓGIA MAGYARORSZÁGON.....	6
1.1. A Magyar Honvédség és a Belügyminisztériumhoz tartozó szervezetek által rendszerbe állított dróntechnológiák.....	6
1.2. A pilótánélküli eszközök fejlődése.....	10
1.3. A törvényi szabályozás problémái.....	12
2. DRÓNTECHNOLÓGIÁVAL VÉGREHAJTOTT INCIDENSEK, TÁMADÁSOK...13	
2.1. Légiközlekedéssel összefüggő incidensek.....	13
2.1.1. Elméleti modell a légiközlekedést érintő túlterheléses dróntámadásokra vonatkozóan.....	14
2.2. Tömegrendezvények ellen elkövetett dróntámadások.....	16
2.3. Kritikus infrastruktúra ellen elkövetett dróntámadások.....	17
2.4. Terrorszervezetek által alkalmazott drónrendszerek.....	19
2.4.1. Elméleti modell a dróntechnológia és a mesterséges intelligencia közös műveleti alkalmazására vonatkozóan.....	20
3. AZ OROSZ-UKRÁN KONFLIKTUS SZAKMAI KÖVETKEZTETÉSEI.....	22
3.1. Kettős felhasználású eszközök kérdése.....	25
4. A HUMÁN FAKTOR JELENTŐSÉGE.....	28
4.1. Új típusú elkövetői kör megjelenése.....	29
4.2. Terrorszervezeteknél végbemenő generációváltás veszélyei.....	31
4.3. Saját erők titkosszolgálati módszerekkel történő megóvása.....	33
5. MEGELŐZÉS ÉS A KÜLÖNBÖZŐ SZERVEZETEK, SZAKSZOLGÁLATOK KÖZÖTTI EGYÜTTMŰKÖDÉS FONTOSSÁGA.....	34
ÖSSZEGZÉS.....	36
HIVATKOZÁSOK JEGYZÉKE.....	38

BEVEZETÉS

A „drón” szó az angol nyelvben két jelentéssel is bír. Főnévként a nem dolgozó (here) méheket, igeiként a méhzümmögést jelenti. A magyar és az angol köznyelvben és köztudatban azonban mégis gyűjtőfogalomként szerepel, amelyhez elsősorban valamilyen pilótánélküli technikai eszközhöz, mint negatív attitűd kapcsolódik. Ez a negatív attitűd jogosan köthető terrrorszervezetekhez, illetve az orosz-ukrán háború közelmúltbeli eseményeihez.

A témaválasztás indoklása

Korunk biztonsági kihívásai rámutattak arra a tényre, hogy a technológia fejlődése nem csak új eszközöket, hanem új típusú elkövetői köröket is eredményezett. A dróntechnológia látványos, már-már exponenciálisnak nevezhető fejlődése nem csak új lehetőségeket teremtett, hanem új típusú veszélyeket is létrehozott. Ezek a veszélyek több spektrumban és mélységben is megjelennek (elsősorban katonai, nemzetbiztonsági, iparbiztonsági területeken). Tanulmányom elsődleges célja, hogy a dróntechnológia fejlődésének bemutatásával ismertessem a területet meghatározó specifikus összefüggéseket.

Másodlagos célom, hogy a már bekövetkezett incidensek feldolgozásával, valamint fiktív, képzeletbeli példákon alapuló modellek segítségével rávilágítsak a dróntechnológia különböző formái által jelentett veszélyforrásokra. Ezeknek az incidenseknek és példáknak a segítségével meghatározom a reakciók lehetséges irányait, és ismertessem a döntéshozói szinten történő preventív gondolkodásmód fontosságát.

Meggyőződésem, hogy a dróntechnológiához köthető folyamatok gondolkodásmódbeli változást kényszerítenek ki a jövőben egyéni és szervezeti szinten egyaránt. Katonai, nemzetbiztonsági, belügyi területen számtalan olyan eljárásrend, módszer fog változni, amit eddig örök érvényűnek, szakmailag megingathatatlanak gondoltunk. Ezt a folyamatot tovább erősíti az a tény, hogy napjaink fegyveres konfliktusainak száma jóval nagyobb a 15-20 évvel ezelőttiekhez képest.

Munkámat nagymértékben segítette, hogy a kollegáim segítségével felállíthattam, majd később öt évig vezethettem a Magyar Honvédség egyetlen pilótánélküli repülőszázadát. Ebből a tapasztalatból kiindulva gyakorlati példákkal, tapasztalatokkal is alátámasztom a tanulmányomban megfogalmazottakat. Ezt a megközelítést azért tartom szükségesnek, mivel a dróntechnológia gyors térnyerése miatt a rendelkezésre álló, tudományos elvárásoknak

megfelelő szakirodalom nagyon kevés (más fegyvernemekhez képest, mint pl. a tüzérség elenyészőnek nevezhető). A tudományos feldolgozást nagymértékben nehezíti, hogy a modern dróntechnológiát érintő meghatározó területeken a gyakorlati tapasztalatokat feldolgozó anyagok (főleg katonai és titkosszolgálati vonalon) nem nyilvánosak vagy titkosak. Jellemzően az elérhető anyagok elméleti jellegűek, a modern dróntechnológia műveleti alkalmazásával összefüggő, méréseken, objektív vizsgálati módszereken alapuló relevánsnak nevezhető szakirodalom száma nagyon alacsony. Munkám során az elérhető (elsősorban elméleti) tudományos anyagokat, nyílt forrásokat, valamint néhány területen (pl. kiképzés, műveleti alkalmazás), a saját megfigyeléseimet használtam fel.

Dolgozatom benyújtását megelőzően, több szaklapban írtam feldolgozó, rendszerező jellegű cikkeket. Ennek a több éven keresztül folytatott munkának köszönhetően előkutatásokat folytathattam. Ez az előkészítő, rendszerező jellegű munka nagymértékben befolyásolta dolgozatom hipotéziseinek kialakítását.

A kutatás hipotézisei

Munkám során három területre vonatkozóan állítottam fel hipotézis. Feltételezéseim a homogenitás hiányából adódóan nem hagyatkozhatnak egy területre, ezért azok felállításánál, a területek átjárhatóságát, valamint technológiai és humán szempontokat is figyelembe vettem.

A felállított hipotézisek a következők:

H1: Nemzetbiztonsági szempontból a különböző típusú és jellegű drónalapú veszélyforrások elhárításának egyik legfontosabb eleme (és egyben első lépcsője) a megelőzés.

Feltételezem továbbá, hogy ez a munka igényli a preventív gondolkodásmódot hagyományos titkosszolgálati területen és technológiai téren egyaránt. Feltételezésem szerint ennek eredményes végrehajtása a jövőben nem csak gondolkodásmódbeli, hanem szervezeti-együttműködési változásokat is igényel.

H2: A kereskedelmi forgalomban kapható, hasznos teher hordozására alkalmas eszközök alkalmasak incidensek, támadások végrehajtására.

Ezek az eszközök a kettős felhasználás keretében specifikusan alkalmassá tehetők terrrorszervezetek, szervezett bűnelkövetői körök céljai eléréséhez.

H3: A modern dróntechnológia hatékony alkalmazása során korosztályos jellegzetességek is megfigyelhetők.

Feltételezésem szerint generációs előnyök jelentkeznek a modern dróntechnológiák létrehozása, átalakítása, komplex műveleti tervezése és azok végrehajtása terén. Feltételezésem szerint ezek a technológiai fejlődés mentén egy generációs váltást indukáltak több nemzetközi terrorszervezet, szervezett bűnözői csoport berkein belül. Ennek a generációváltásnak köszönhetően ma már a modern dróntechnológia alkalmazása mögött az „Y” és „Z” generáció képviselői állnak.

1. DRÓNTECHNOLÓGIA MAGYARORSZÁGON

Hazai és nemzetközi viszonylatban is elmondható, hogy a pilótánélküli eszközök kezdeti fejlődését egyértelműen befolyásolta a repülőmodellezés. Hazánkban ez a tevékenység a cserkész mozgalomban jelent meg a két háború között. Széles tömegek számára azonban a háború után az MHS, majd később az MHSZ szervezetén keresztül vált elérhetővé. Ez utóbbi a Néphadsereghez tartozott szervezetileg, elsődleges feladata a hazafias nevelés, az utánpótlás biztosítása, valamint az erős szervezeti kötődés kialakítása volt. A dolgozat szerzője is ennek a szervezetnek köszönhetően ismerkedett meg a repülőmodellezéssel, majd később itt sajátította el repülőgépvezetés alapjait. Fontos megjegyezni, hogy a repülőmodellezésnek köszönhetően fiatalok nemzedékei tettek szert alapvető aerodinamikai, mechanikai, szerkezettani, meteorológiai ismeretekre, jellemzően középiskolás éveikben. Elmondható, hogy hazánkban a pilótánélküli technológiához köthető idősebb, döntéshozó állomány szakmai kötődését egyértelműen meghatározták az MHSZ-ben szerzett fiatalkori emlékek. A Varsói Szerződés országai közül a Magyarország (elsősorban földrajzi okok miatt) kimaradt az első generációs pilótánélküli eszközök (pl. Tu-141) rendszeresítéséből, ezért a specifikus szervezeti kultúra nálunk csak jóval a rendszerváltás után alakult ki.

1.1 A Magyar Honvédség és a Belügyminisztériumhoz tartozó szervezetek által rendszerbe állított dróntechnológiák

A pilótánélküli eszközök hazai megjelenése során az állami szervezetek közül elsőként a Magyar Honvédség felderítő szakállománya ismerkedett meg a nagyteljesítményű dróntechnológiával. Az első rendszerek kezelésére kiválasztott katonák 2009-ben utaztak ki Izraelbe és kaptak kiképzést az ELBIT Skylark 1Le pilótánélküli felderítőrendszer kezelésére. Elmondható, hogy a Magyar Honvédség vezetői hasonló módon gondolkoztak a jövő merevszárnyas dróntechnológiájáról, mint az orosz hadsereg parancsnokai 2022-ben. Ennek megfelelően, a rendszeresített Skylark 1 Le kiválóan alkalmas volt zászlóalj és ezred méretű kötelékek felderítő támogatására. További feladatköre volt, hogy a tüzérség előre tolt légi megfigyelőpontjaként tüzet vezessenek, helyesbítsenek. A beérkezett eszközök a MH Szárazföldi Parancsnokság alárendelt alakulataihoz kerültek, amely később számos nehézséget eredményezett. Bár a Skylark 1 Le kisméretű repülőgép, annak hatékony rendszerben tartása teljesen más filozófiát, üzemeltetési kultúrát követelt meg a szárazföldi csapatoknál

megszokottaknál. A szervezeti integráció problémái miatt a hadrafoghatóság folyamatosan csökkent, a géptörései esetek száma igen magas volt. Az üzemeltetési nehézségek ellenére a MH 5. Bocskai István Gépesített Lövészdandár állományába tartozó pilótánélküli eszközök több afganisztáni küldetésben is sikeresen támogatták a magyar katonák munkáját. A missziós feladatok, valamint a helytelenül felállított üzemeltetési struktúra következtében a rendszerek hadrafoghatósága kritikus szintre csökkent 2017-re. Változást Haderőfejlesztési Program megindítása hozott. A Magyar Honvédség döntéshozói belátták, hogy az eddigi üzemeltetési struktúra nem tartható fenn tovább. Az újra önállóvá váló Bornemissza Gergely Felderítő Ezrednél ezért egy, önálló pilótánélküli felderítő repülőszázad került kialakításra. A repülésbiztonság növelése, valamint a hadrafoghatóság folyamatos fenntartása érdekében az ezredtörzsön belül egy repülésbiztonsági főnökség is felállításra került, amelynek szakmai felügyeletét a HM ÁLF (Állami Légügyi Főosztály) látta és látja el. Ezek a szervezeti változások tették lehetővé a következő generációhoz tartozó ELBIT Skylark LEX pilótánélküli felderítőrendszer rendszerbe állítását 2009-ben [6].

Az izraeli rendszerek mellett kisebb számban beszerzésre kerültek az amerikai gyártmányú RQ-11 Raven pilótánélküli eszközök is. Az alapvetően különleges műveleti tevékenységek támogatására rendszeresített eszközök Szolnokra az MH 88. Könnyű Vegyes Zászlóaljhoz kerültek. A Raven-ek esetében is hamar napvilágra kerültek az eddig nem ismert üzemeltetési kultúra hiányából eredő problémák, melyek tartósan alacsony hadrafoghatóságot eredményeztek.



ELBIT Skylark 3 pilótánélküli repülőgép közvetlenül felszállás után

A merevszárnyasok mellett a forgószárnyas drónok is megjelentek a Magyar Honvédség pilótánélküli eszközei között. Ezek közül legnagyobb számban a magyar tervezésű és gyártású a MV03-Milvércse került rendszeresítésre. Ennek az eszköznek továbbfejlesztett változatai a mai napig rendszerben vannak. Mindhárom, Honvédségnél rendszeresített eszköz, alkalmazásra került a határvédelmi feladatok során. A merevszárnyas eszközök órákon keresztül képesek voltak a határsáv fölött repülni, aminek következtében a rendelkezésre álló erőket a lehető leghatékonyabban lehetett felhasználni. A forgószárnyas eszközök kompakt tulajdonságaik miatt a tiltott határátkelést követő keresési feladatoknál tudták hatékonyan alkalmazni. Generációs ugrást, és egyben képességek terén hatalmas előrelépést jelentett az első taktikai szintű drónrendszer beszerzése [1]. Az izraeli székhelyű ELBIT cégcsoport eszközeivel szerzett pozitív tapasztalatok alapján 2019-ben született meg a döntés a Skylark 3 típusú, taktikai szintű pilótánélküli felderítőrendszer megvásárlására. Az izraeli gyártó rendszere mellett szólt az a tény is, hogy az ELBIT tervezőmérnökei követték a típusok közötti átjárhatóság elvét. Akárcsak az Airbus repülőgépei esetén is, itt is nagyon hasonlóak a szoftveres alkalmazások, eljárásrendek. Ennek a típusok közötti átjárhatóságnak köszönhetően a „kistechnikán” kiképzett operátori állomány gyorsan átültethető volt a „nagytechnikára”.

Magyarország esetében az első, nagyméretű taktikai drónrendszer szervezeti változásokat is megkövetelt. A rendszer kezelőinek hazánkban meg kellett szerezniük a „pilótánélküli légi jármű kezelő szakszolgálati engedélyt”, hiszen az új drón család már „C” kategóriába tartozó légi járműnek minősült. A rendszer nagy teljesítményéből adódóan az ország légterében történő repüléseket is át kellett tervezni.

A technikai részletek mellett a képességek is új szintre léptek. A taktikai drónrendszerek repülési teljesítményükből, elektro-optikai, és szoftveres képességeikből adódóan hatalmas mennyiségű képi adatot képesek gyűjteni. Ezeknek az adatoknak a feldolgozásához mobil és statikus, képi elemző (IMINT) állomásokat kellett felállítani. Ezeknek az IMINT munkaállomásoknak a kifinomult szoftveres alkalmazásaik, mérések, elemzések elvégzését is lehetővé teszik. Titkosszolgálati szempontból ezek a képességek új operatív jellegű lehetőségeket is teremtettek. Természetesen ezek az új képességek a jövőben sem lesznek nyilvánosak.

A Honvédség központilag irányított beszerzései mellett a Rendőrség is megkezdte beszerzéseit a 2000-es években, ezek azonban kizárólag forgószárnyas eszközökre korlátozódtak és eseti beszerzések keretén belül kerültek rendszerbe. Mivel a Belügyminisztériumhoz tartozó különböző szervezetek eltérő típusokat rendszeresítettek, ezért

nem volt mód a felhalmozott típusspecifikus tapasztalatok cseréjére. Az egységes képzési rendszer hiánya, valamint az eltérő típusok nem tették lehetővé a drón képesség gyors és hatékony kiépítését. A Rendőrség esetében a helyzetet tovább súlyosbította, hogy az eszközök adott személyhez lettek teljes anyagi felelősségvállalással rendelve. Mivel a dróntechnológia igen időjárásfüggő és a gondos üzemeltetés ellenére a géptörései esetek gyakoriak, ezért a drón-operátori beosztások gyorsan népszerűtlenné váltak. Ezt a problémát a vármegyei és városi kapitányságok csak a közelmúltban tudták megoldani.

A rendészeti és bűnügyi feladatok hatékony ellátását tovább segítette, hogy a Rendőrséghez tartozó drónok és azok üzemeltetőit a Honvédelmi Minisztérium Állami Légügyi Főosztály (nagy tapasztalatú) szakemberei felügyelik. A kezdeti nehézségek ellenére elmondható, hogy a dróntechnológia bemutatkozása a belügyi és katasztrófavédelmi szervezetek esetében egyértelműen sikeresnek volt nevezhető.

A társadalmi elismertség növelését és a lakosság bizalmának az elnyerését különös képen elősegítették az eltűnt személyek (főleg kisgyermek) sikeres felkutatásai. Szintén a társadalmi elismerést növelte a Katasztrófavédelem munkatársai által, természeti és ipari katasztrófák területe fölött végrehajtott felderítő repülések.



A Rendőrség által használt nagyteljesítményű quadcopter

Minden állami szervezet esetében kijelenthető, hogy a vezetők (önhibájukon kívül) a rendszeresítést követően nem voltak tisztában a modern dróntechnológia által nyújtott lehetőségekkel. A különböző feladatok végrehajtása során azonban gyorsan nyilvánvalóvá vált, hogy a valós idejű képi felderítési adatok milyen jelentőséggel bírnak bármilyen katonai, vagy rendőrségi (és később titkosszolgálati) művelet terén. Ennek a felismerését követően minden érintett állami szervezet esetében nem csak technológiai fejlődést figyelhetünk meg, hanem gondolkodásmódbeli változást is.

1.2 A pilótánélküli eszközök fejlődése

A pilótánélküli eszközök fejlődése terén az informatikai eszközök fejlődésének gyorsulása hozott áttörést. Ennek oka, hogy a repüléstudomány a 2000-es évekre elérte azokat az aerodinamikai és szerkezettani ismereteket, amelyek után áttörést jelentő forradalmi újdonságok már nem várhatók a jövőben. Ez a lassuló tendencia nem volt viszont elmondható a különböző számítógépes rendszerek fejlődéséről, amely a 2000-es évek második felétől kezdve már-már exponenciálisnak volt nevezhető. Az informatika fejlődése azonban mégis visszahatott az eszközök „hardveres” fejlesztésére. A modern repüléstámogató számítógépek megjelenése a dróntechnológiában lehetővé tette, hogy a kezelők ne az eszköz vezetésének szenteljék figyelmük nagy részét, hanem az (előre meghatározott) információk megszerzésére koncentráljanak.

A dróntechnológia fejlődése során hamar két csoportra vált szét. A forgószárnyas eszközök terén a kompakt kialakítás és felhasználóbarát alkalmazás, a merevszárnyas eszközök terén pedig a nagy repülési távolság és idő lett meghatározó. Előbbi csoportnál áttörést jelentett a giroszkóposnál sokkal hatékonyabb, GPS-alapú digitális stabilizálórendszerek szoftveres alkalmazásának a megjelenése, aminek következtében a kiképzési idő lerövidült az eszközök kezelése pedig jóval egyszerűbbé vált. Ez az egyszerű szoftveres alkalmazás lehetővé tette a civil felhasználók felé történő nyitást, amelynek köszönhetően számos új területen jelentek meg a drónok (filmipar, térképészet, hobbi és sport, stb.)

A merevszárnyas csoportnál a fejlődés üteme alapvetően lassabbnak nevezhető. A civil szektorban eladott drónok gyorsan versenyhelyezetbe kerültek egymással, így hamar kialakult egy folyamatos, profitorientált fejlesztési kényszer a gyártók oldalán. A merevszárnyas eszközök megrendelői azonban jellemzően állami szervezetek (főként hadseregek) voltak, ahol a gyártókra gyakorolt fejlesztési kényszer jóval alacsonyabb mértékű, az eszközök kihordási

ideje pedig jóval hosszabb. A szoftverek fejlesztése itt is végbement a „felhasználóbarát” irányba, azonban jól megfigyelhető a képi adatok feldolgozása során alkalmazott programok fejlődésének előtérbe helyezése. Ennek oka, hogy a merevszárnas eszközök olyan mennyiségű felderítési adatot képesek gyűjteni, amelynek feldolgozása valós időben a kezelőállomány számára már nem lehetséges. Ezek a rendszerek így kiegészültek képi elemző (IMINT) munkaállomásokkal, melyek kifejezetten erre a feladatra készített szoftverekkel kerültek ellátásra. Elmondható, hogy így a különböző szoftverek alkalmazása az alkalmazás időrendjében is elkülönülnek egymástól. Valós időben használják a repüléstámogató alkalmazásokat (robotpilóta, navigációs szoftverek, aktív EHV szoftverek, melyek a zavarásvédelmet támogatják elsősorban). Nem valós időben használt szoftverek a begyűjtött információk feldolgozását támogatók vagy azok a programok, melyek a következő bevetés tervezésére szolgálnak. Katonai és titkosszolgálati szempontból a mesterséges intelligencia alkalmazása lehet a dróntechnológia fejlődésében a következő generációs ugrás. Alkalmazása két fő területen fejtheti ki hatását. Valós idejű alkalmazás során a repülések hatékonyságának a növelésére, (felderítő alkalmazások során) a repülés utáni komplex elemző-értékelő munka végrehajtására.

1.3 A törvényi szabályozás problémái

A dróntechnológia exponenciális fejlődése nem csak biztonsági, hanem jogi téren is problémákat vetett fel az elmúlt években. Általánosságban elmondható, hogy hazai és nemzetközi szinten is a jogalkotás és a törvényi szabályozás jelentősen lemaradt a technológia fejlődésének ütemétől. Hasonló a jogi elmaradás az európai légügyi szabályozásban az ultrakönnyű repülőgépek terén vehető észre. Ebben a kategóriában még mindig a 70-es évek amatőr háziépítésű repülőgépekre vonatkozó előírások vannak érvényben. A technológia fejlődése azonban olyan ultrakönnyű gépeket eredményezett, amelyek teljesítménye a második világháború első évének vadászrepülőgépiének teljesítményét éri el, miközben az alkalmazott jogi környezet még a házi készítésű csekély teljesítménnyel rendelkező repülőgépekhez megfelelő.

A drónokkal összehasonlítva megállapítható, hogy a gyártók és felhasználók köre sokkal jobban beazonosítható így jogilag megfelelő törvényi szabályozással kontroll alatt tartható. A pilótanélküli eszközökre vonatkozó törvényi szabályozás legjelentősebb problémája az volt, hogy nem létezett olyan alap dokumentum, vagy irányelv, amelyre a különböző jogszabályok

felfűzhetők lettek volna. Magyarországon ennek az űrnek a kitöltésére szolgált a 28/2022-es kormányhatározat. A szakértői háttér megfelelő bevonása nélkül kiadott kormányhatározat számos további nehézséget eredményezett a felhasználók körében. A nagyteljesítményű pilótánélküli eszközöket üzemeltetők számára ilyen volt a kormányhatározat azon része, amely előírta, hogy közvetlen vizuális rálátás mellett üzemeltethető pilótánélküli eszköz Magyarországon (egy több mint 100 km. hatótávolságú taktikai rendszer esetén annak alkalmazását értelmetlenné teszi). A törvényalkotó további szándéka volt a valós idejű és folyamatos nyomon követés, hasonlóan a közforgalmai repülésben alkalmazott eljárásokhoz. Ez az elképzelés az állami célú pilótánélküli légijárművek esetén további súlyos problémákat generált. Az online és mindenki számára elérhető spotter jellegű alkalmazások ugyanis ellehetetlenítik a titkosszolgálati, rendőrségi és honvédségi műveleteket. A dolgozat megírásának időpontjában zajlik ezeknek a szabályozásoknak az újragondolása, életszerűvé tétele. További szabályozás terén jelentkező kihívás a levegőben lévő drónok és az azokhoz köthető személyek beazonosítása. A gépjárművek, vagy a lőfegyverek egyedi azonosítója alapján történő nyilvántartásával ellentétben a pilótánélküli eszközök terén semmilyen hasonló nyilvántartás sem létezik. Ez alól kivételt képeznek az állami célú pilótánélküli légijárművek, azonban aggasztó tendencia, hogy egyre nagyobb számban jelennek meg be nem azonosítható nagy teljesítményű forgószárnyas eszközök Magyarország légterében.

Ez a tény önmagában is nemzetbiztonsági kockázatot fog okozni, hiszen az orosz-ukrán konfliktus egyértelműen bebizonyította, hogy az átalakított, és civil piacról beszerzett FPV drónok mennyire hatékony fegyverek.

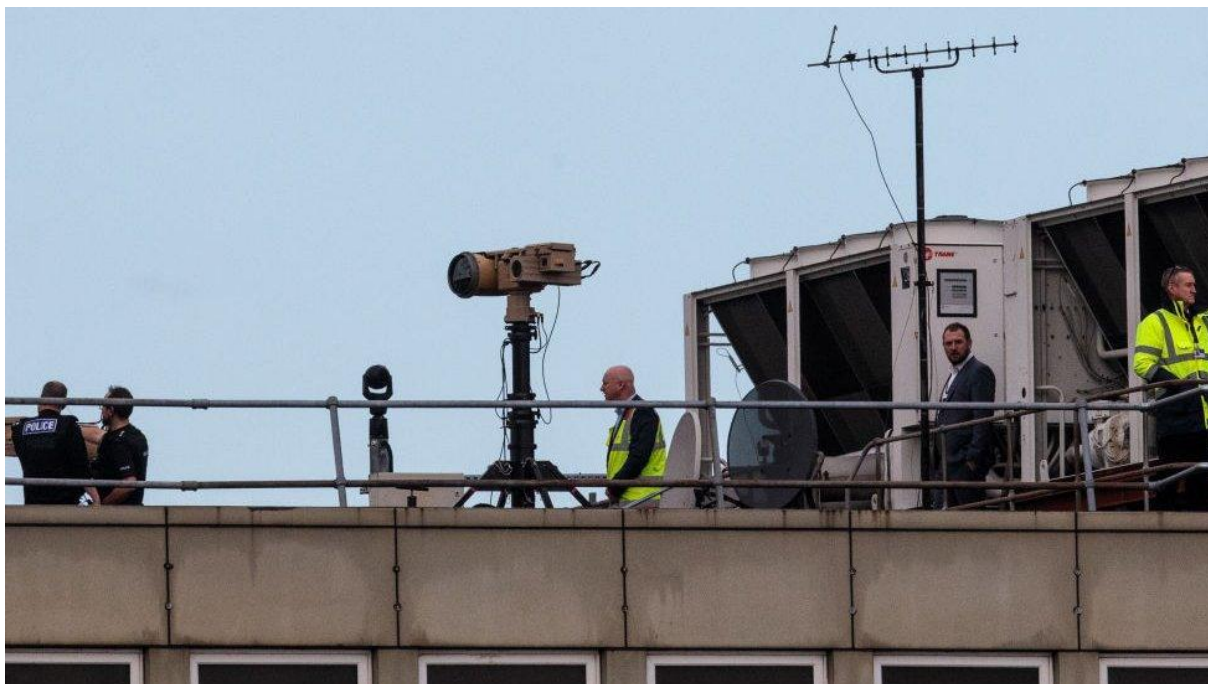
2. DRÓNTECHNOLÓGIÁVAL VÉGREHAJTOTT INCIDENSEK, TÁMADÁSOK

Dolgozatomban a modern dróntechnológia által jelentett veszélyforrásokat az elmúlt, közel tíz év támadásainak, incidenseinek a bemutatásával szeretném szemléltetni. Ezeknek az incidensek széles spektrumot ölelnek át, technológiai értelemben és a másodlagos hatásmechanizmusukat vizsgálva egyaránt.

2.1 Légiközlekedéssel összefüggő incidensek

Igen szerteágazó, sokrétű hatása miatt ilyen incidens volt a London vonzáskörzetében található Gatwick repülőtér közelében történt eseménysorozat 2018-ban [2]. Az igen zsúfolt, mindössze egy kifutópályával rendelkező diszkont repülőtér üzemi területe fölött időszakosan megjelenő nem azonosított forgószárnyas drónok közvetlen ütközésveszélyt jelentettek. A helyzetet tovább súlyosbította, hogy a légtérsértések leszállóirányon, a kifutópálya végétől pár száz méterre, a siklópálya utolsó szakaszában történtek. Ezen a ponton az európai közforgalmi repülésben legelterjedtebb típusok (Airbus A319-320, Boeing 737) már teljes leszálló konfigurációban, mindössze 140-150 csomós sebességgel és nagyon korlátozott manőverezőképességgel repülnek. A leszállás ezen utolsó szakaszában egy hajtóművel történő ütközés katasztrofális hatású is lehet, így a repülőtér repülésbiztonsági tisztjei jogosan rendelték el leszállási tilalmat. Az ezt követő események dominó hatása a teljes brit légiközlekedést érintette, hiszen Gatwick a világ egyik legzsúfoltabb és legösszetettebb légtérszerkezetébe volt beintegrálva. A leszállási tilalom miatt az érkező gépeket más repülőterekre kellett irányítani az induló járatok jelentős részét törölni kellett. A helyzetet tovább súlyosbította, hogy az incidens december 19-én a karácsony előtti megnövekedett utasforgalom alatt következett be. A máshová eltérített, vagy éppen földön tartott repülőgépek utasai tapasztalataikat megosztották a közösségi médiában, aminek következtében a közhangulatban is nyugtalanság kezdett eluralkodni. Bár a brit hatóságok minden elkövettek a társadalom megnyugtatósága érdekében, nehezítette munkájukat, hogy az idősebb utazók és azok családtagjaiban még aktívan éltek a szeptember 11-i terrortámadás képei, és ezeket a félelmeiket a közösségi médiában is kifejezték. Az incidens súlyosságát jól jelzi, hogy a helyszínre kellett telepíteni a brit hadsereg egyik elektronikai hadviselési századát, valamint a brit titkosszolgálatok operatív munkájára is szükség volt a gyors megoldás érdekében. A felderített elkövetők teljesen

amatőrök voltak semmilyen terrorszervezettel nem tartottak kapcsolatot, az általuk okozott kár több százmillió angol fontra volt tehető. Nemzetbiztonsági szempontból mindenféleképpen elgondolkodtató, hogy ilyen „amatőr” elkövetők képesek voltak ennyire szerteágazó károkozásra, akkor terrorszervezetek kiképzett elkövetői összehangolt támadása mennyivel nagyobb sokhatásszerű hatást ért volna el.



Drónzavarásra alkalmas EHV eszközök a gatewicki repülőtér forgalmi épületének tetején 2018 decemberében

2.1.1 Elméleti modell a légiközlekedést érintő túlterheléses dróntámadásokra vonatkozóan

Ennek megértése érdekében egy képzeletbeli modellt szeretnék ismertetni, aminek tagjait nevezzük „X” terrorszervezethez tartozónak. Az „X” terrorszervezet fő stratégiai célja a széleskörű társadalmi félelemkeltés, amit követően egyéb műveleteket valósítanak meg, ezzel is egy exponenciális jellegű hatást elérve. A szervezet vezetői az európai légiközlekedést kívánják felhasználni erre a célra, azonban mivel a repülőtéri ellenőrzések szigorú rendszere nem teszi lehetővé a fegyverek és robbanóeszközök fedélzetre juttatását, a dróntechnológiára alapuló veszélyeztetéssel kívánják ezt a hatást elérni. A nyílt, Flightradar és ahhoz hasonló spotter alkalmazások segítségével megvizsgálják a legzsúfoltabb repülőterek légtérhasználatát. A műveleti végrehajtás legeredményesebb végrehajtása érdekében meghatározzák térben és időben az egymást követő incidensek végrehajtását. A konkrét előkészítés érdekében megvizsgálják továbbá a civil piacon elérhető nagyteljesítményű, hosszú repülési idővel és

hatótávval rendelkező forgószárnyas eszközöket. Ezek beszerzését követően kijelölésre kerül az a fiatalokból álló végrehajtó állomány, akik megtanulják az eszközök kezelését, és azokat a felfedés elkerülése érdekében a lehető legnagyobb távolságból üzemeltetik. Az incidens idejének meghatározása során figyelembe veszik az európai tömegek utazási szokásait, majd optimális időszaknak meghatározzák a gatwicki-hez hasonló karácsony előtti hetet. Mivel összehangolt támadásuk során fő céljuk a közösségi médián történő minél nagyobb félelemkeltés a mesterséges intelligencia segítségével fejezik be a tervezés utolsó fázisát.



Iszlám Állam terrorszervezet által a közösségi médiában terjesztett montázs

Az operatíván végrehajtásra kerülő állomány mellett felkészül az „X” terrorszervezet egy másik csoportja is, amely a közösségi médiában fog végrehajtani olyan tevékenységet, amelynek segítségével erősítik és vezetik a közösségi médiában kialakuló pánikhangulatot. A végrehajtás során egyszerre hajtanak végre zavarórepüléseket a nagy légikikötők kritikus területei fölött, aminek következtében visszafordíthatatlan folyamatokat indítanak be az európai légtérkoordinációban. A légiforgalom irányítására használt számítógépek nem képesek feldolgozni ilyen komplexitású módosítások tömegét, így a kialakult helyzet egy idő után egy kibertérben végrehajtott hagyományos, túlterheléses jellegű támadáshoz hasonlóvá válik. Az irányított CTR légterek egymás után összeomlanak, a pilóták rákényszerülnek arra, hogy látás után, saját belátásuk szerint repüljenek VFR körülmények között. Az események láncolata itt

éri el azt a pontot, amikor a levegőben tartózkodó repülőgépek és az azokon tartózkodó személyek közvetlen veszélybe kerülnek. Megengedhetetlenül magassá válik az összeütközés kockázata, egymást érik azok az események, melyek fokozott repülésbiztonsági kockázatot jelentenek. A kialakult kényszerhelyzet miatt egymást követik a nem megfelelő hosszúságú pályákra történő leszállások. A behúzott futóművel leszálló vagy túlfutó repülőgépekről, majd a csúszdákön gyalogosan menekülő utasokról készült felvételek elkezdnek terjedni a közösségi médiában. Pszichológiai értelemben véve sokkal mélyrehatóbb hatást okozva, mivel az „X” terrorszervezet közösségi médiára kiküldött részlege előre elkészített algoritmusokkal ezt a tömegpszichológiai hatást tovább erősíti. A légiközlekedést érintő fiktív példában számos olyan esemény szerepel, ami nem biztos, hogy az általam felvázolt formában, vagy mélységben valósulna meg, vagy következne be.

Úgy gondolom, hogy a példában meghatározott összefüggések azonban rávilágítanak arra, hogy egy a mesterséges intelligencia segítségével megtervezett és drónokkal elkövetett incidens milyen széles körű és nagy mélységű problémákat tud okozni egy olyan összetett rendszerben, mint az európai légiirányítás.

2.2 Tömegrendezvények ellen elkövetett dróntámadások

Az elképzelt eseménysorozat közösségi médiára gyakorolt hatásával kapcsolatban érdemes megjegyezni, hogy már láttunk hasonló exponenciálisan terjedő jelenséget. Az Iszlám Állam Terrorszervezethez köthető elkövetők [16] 2017 májusában sikeres merényletet hajtottak végre Ariana Grande énekesnő manchesteri koncertjén [3]. A robbantás során a 21 ezer fős, többségében tinédzserekből álló közönség okostelefonjain keresztül, élőben közvetítette a nézőtérén bekövetkező szörnyűségeket, melyek a megosztásokon keresztül pár percen belül bejárták a világot.

Áldozatok nélküli, mégis nagy média visszhangot kiváltó esemény volt a Belgrádban, 2014 őszén bekövetkező drón incidens [4]. A 2016-os Labdarugó Európa Bajnokság kvalifikációs sorozatában lebonyolított, Szerbia és Albánia közötti mérkőzést egy nagyobb méretű forgószárnyas eszköz szakította félbe a 41. percben. A valószínűleg kínai, DJI gyártású quadcopter függesztményként egy „nagy” Albániát és egyéb provokatív feliratokat ábrázoló zászlóval lebegett be a játéktér fölé. A Szerb Állami Televízió stábja nem volt felkészülve ilyen jellegű provokációra, aminek következtében élőben közvetítette a történéseket (ma már média irányelv, hogy hasonló esetben azonnal megszakítják a közvetítést).

Az elkövetők által sikeresen végrehajtott, és nagy nemzetközi visszhangot kiváltó provokációnak azonban volt egy másik, jóval aggasztóbb oldala is. Biztonsági szakértők felhívták a figyelmet arra a tényre, hogy amennyiben függesztett teherként nem egy zászlóval, hanem egy repeszgránáttal lett volna felszerelve ez az eszköz, annak rendkívül súlyos következményei lehettek volna. Ilyen dróntámadás során az elkövetők szempontjából fő cél nem a halálos áldozatok nagy számának elérése, hanem a minél nagyobb számú közepesen sérült ember megjelenítése a közösségi médiában. A vérző, de még mozogni, sírni, beszélni képes áldozatok látványával ugyanis sokkal nagyobb másodlagos tömegpszichológiai hatást képesek elérni a közösségi médiában (ezt sikeresen megvalósul Ariana Grande korábban említett koncertjén).

2.3 Kritikus infrastruktúra ellen elkövetett dróntámadások

A nagy bonyolultságú, összetett rendszerek elleni támadások további veszélyeztetett területe a kritikus infrastruktúra [15]. Nemzetbiztonsági szempontból ezen a területen alapvetően olyan veszélyeztetést értünk első körben, amelyek sérülése (vagy a működésében beálló zavarok) a lakosságot közvetlenül érinti. Másodlagos veszélyeztetettségűnek nevezhetők azon ipari területek elleni támadások, amelyek eredményeképpen hetekig, hónapokig tartó zavarok, ellátási problémák következnek be.

Ilyen jellegű akció volt a 2019 szeptember 14-én Szaud-Arábia központi kőolajfinomítója elleni összehangolt dróntámadás [5]. A támadást a Huti terrrorszervezet tagjai hajtották végre iráni eredetű pilótánélküli eszközökkel. Az akciót minden bizonnyal a terrrorszervezet tagjainak részletes felderítésre és elemző-értékelő munkája előzte meg. Ennek a tevékenységnek köszönhetően az elkövetők meghatározták az olajipari létesítmények kritikus, legsebezhetőbb pontjait. Az akció végrehajtása alapos és részletes előkészületeket igényelt, amelyhez valószínűleg az iráni titkosszolgálatokon keresztül kaptak szakmai segítséget. A művelethez használt Sahed 131 típusú kamikáze drón üzemeltetése jóval hosszabb és bonyolultabb kiképzést igényelt, mint ami a forgószárnyas eszközöknél megszokott. Az iráni eredetű rendszer használatára történő felkészülés nem valószínű, hogy alacsony észlelhetőség mellett, ezért a sikeres támadásért a szaúdi titkosszolgálatok felelőssége is felmerül.

Nyílt források alapján megállapítható, hogy a Sahed-rendszerre történő felkészítés, a támadás előtti kiképzés, majd a rendszer telepítése és indítása is mind Szaud-Arábia területén került végrehajtásra. A Khuzeshtan tartományból indított eszközök ellen a Patriot légvédelmi

rendszer nem volt képes tevékenykedni, mivel azok nagyon kis visszaverő felülettel rendelkeztek, igen lassan és alacsonyan repültek. A hagyományos integrált légvédelmi rendszerek tehetetlensége miatt a támadás alapvetően titkosszolgálati eszközökkel lett volna felderíthető és megelőzhető.

Az ilyen típusú drón-támadások a társadalom jelentős részére hatást gyakorolnak, a hétköznapi életük, szokásaik megváltoztatásán keresztül. Erre a jelenségre jó példa az 1979-es második olajválság, amely során az OPEC (Kőolaj-exportáló Országok szervezete) tagországok többsége erőteljesen csökkentette kitermelését. A manipulatív, piacot befolyásoló döntéssel nemcsak áremelkedést értek el, hanem az üzemanyag piacon pánikvásárlásokba kezdtek a forgalmazók, aminek következtében súlyos ellátási problémák alakultak ki. A lakosságot érintő üzemanyaghiány pánikhangulatot eredményezett az európai országok és az Amerikai Egyesült Államok lakosságában, amit tovább erősített, hogy az alapvető állami feladatot ellátó rendfenntartó és katasztrófavédelmi szervezetek sem jutottak üzemanyaghoz. A Huti lázadók által végrehajtott dróntámadások csak pár hétig okoztak ellátási problémákat, azonban világosan rávilágítottak a globális kiterjedtségű ipari infrastruktúra sebezhetőségére és annak „pillangó effektus” jellegű hatására. Mivel ezeknek a kritikus és rendkívül összetett rendszereknek a sebezhetősége igen nagy, ezért a titkosszolgálatoknak fokozottan preventív jellegű tevékenységgel kell védelmet biztosítaniuk. Ez a preventív tevékenység a nagyteljesítményű pilótanélküli rendszerek gyártóira, forgalmazóira, valamint az iparágban oktató-kiképző tevékenységet folytató vállalatokra kell, hogy fókuszáljon. Közép-európai szempontból a kritikus infrastruktúra legveszélyeztetettebb területe a nukleáris ipar létesítményei. Konkrét, drón-alapú támadás ezeket a létesítményeket nem érte az elmúlt időszakban, azonban érdemes ennek a területnek a veszélyeztetettségét alaposabban megvizsgálni. Általánosságban elmondható, hogy az Európai Unió területén az atomerőművek fölötti légterek közepes magasságig minden típusú légijármű számára tiltottnak minősülnek. Ennek oka az atomenergetikához köthető technológia sérülékenysége, valamint annak rendkívül súlyos környezeti kihatása [3].

A dróntechnológiához köthető incidensek szempontjából ennek van egy másik nemzetbiztonsági szempontból igen jelentős vetülete is. Ez a vetület nem az engedély nélküli berepülésekre, hanem a létesítményekből történő kirepülésekre fókuszál. Ezeknél a lehetséges incidenseknél fő veszélyforrás a piszkos bombák készítéséhez szükséges nukleáris szennyezőanyagok kijutása. További, elméleti veszélyforrásként említhető meg az atomenergetikai létesítmények működésének az elektromágneses térben végrehajtott drónokkal végrehajtott zavarása. Megfigyelhető, hogy az Európai Unió területén a tagországok különleges

rendőri és titkosszolgálati egységekkel biztosítják az atomerőművek védelmét. A jövőben azonban ezek mellé a képességek mellé pótszerűen ki kell építeni az elektronikai hadviselés szakértői által tervezett, és üzemeltetett, lokális drónelhárító rendszereket. Ennek oka a modern dróntechnológia által lehetővé tett, a hagyományostól eltérő profilú terrortámadások egyre növekvő lehetősége.

Technológiai és nemzetbiztonsági értelemben nem minősül kritikus infrastruktúrának az országhatárok védelme, azonban az elmúlt évtized globális tendenciái egyértelműen rávilágítottak ennek a területnek a fontosságára. Európai viszonylatban ezen a téren hazánk az egyik legnagyobb tapasztalattal rendelkezik. A „Közös Akarat” feladat több éven keresztül történő végrehajtása során a Magyar Honvédség szakállománya a térségben egyedülálló tapasztalatokra tett szert. Magyarország határvédelmi rendszerében forgószárnyas és merevszárnyas (SUAV kategóriába tartozó) eszközök kerültek alkalmazásra, azonban ezen a téren az Amerikai Egyesült Államok építette ki a legösszetettebb rendszert [j].

2.4 Terrorszervezetek által alkalmazott drónrendszerek

Az elmúlt közel másfél évtizedben jól megfigyelhető, hogy a terrorszervezetek és egyéb bűnelkövetői körök milyen hatékonyan alkalmazzák a modern dróntechnológiát. Az Iszlám Állam Terrorszervezet esetén jól észrevehető volt, hogy a szervezet által készített propaganda videókban magas színvonalon és kiváló képi minőségben készített drónfelvételeket használtak fel. A közösségi médiában végrehajtott műveleteik során ezeknek az eszközöknek a segítségével készítettek látványos felvételeket lefejezésekről, egyéb kivégzésekről. A közösségi média számára drónok segítségével készített felvételek mellett mára egyértelműen bebizonyosodott, hogy vegyi anyagok célba juttatását is tervbe vették a pilótanélküli eszközök segítségével [7]. A nagyobb terrorszervezetek közül nagyteljesítményű dróntechnológiát két csoportnál figyelhetünk meg.

Mindkét csoportnál elmondható, hogy a műszaki háttér közvetlen, vagy közvetett formában Iránhoz köthető. A jemeni területekről támadásokat indító Huti csoportok a Shahed rendszereket használják [8], míg a Hámász a régebbi generációjú eszközök mellett saját fejlesztéseket is végrehajtott. Az orosz-ukrán konfliktus során nagy számban elterjedt átalakított FPV drónokat a Hámász tagjai is megépítették és sikeresen alkalmazták a 2023 októberi támadásuk során. Elmondható, hogy a kishatótávolságú forgószárnyas eszközöktől, egészen a 40-50 km hatótávú merevszárnyas eszközökig komoly arzenált építettek ki. Ez utóbbi

biztonsági szempontból nagyobb kihívást jelentett, hiszen ezeknek az elkövetőknek a fő célja nem az ipari, hajózási célpontok rombolása, hanem az izraeli lakosság támadása. Ennek elhárítására Izrael állam egy komplex rendszert hozott létre, amelyben egyesíti a titkosszolgálatokat és a mesterséges intelligenciát alkalmazó feldolgozó, elemző és műveletvezető rendszereket.

2.4.1 Elméleti modell a dróntechnológia és a mesterséges intelligencia közös műveleti alkalmazására vonatkozóan

A modern dróntechnológia által használt rendszerek gyakran egymással is összeköttetésben vannak, amit egy valóságon alapuló, mégis fiktív példával szeretnék bemutatni.

„A Gázai övezet határtól 120 km-re települ az Izraeli Haderő (IDF) taktikai UAV csoportja. A kijelölt adatgyűjtési körzetbe a hibrid Skylark 3 típusú pilótánélküli repülőgépek nagy magasságon robbanómotoros meghajtást használva repülnek be, majd átváltanak elektromos meghajtásra, lesüllyednek közepes magasságra és megkezdik a képi anyagok gyűjtését, valamint a különböző szenzorjaikkal letapogatják a műveleti területet. Egy ilyen szenzorhoz kapcsolódik az az impulzusfelismerő szoftveres alkalmazás, amely képes kiszűrni a háttérzajból a Quassam rakéták indítása során keletkező hő és fényimpulzusokat. A Hamas terroristái által indított rakéta érzékelését követően a riasztás (és azzal együtt az érzékelt indítás koordinátája) védett hálózaton beérkezik a mesterséges intelligenciával támogatott műveletvezető számítógépbe. Az eszköz autonóm döntési algoritmusokat lefuttatva kiadja a parancsot a válaszcsapásra, amit emberi beavatkozás nélkül a közelbe telepített automata aknavető üteg hajt végre nyolc másodpercen belül. A támadás befejezését követően az incidens során keletkező adatok átvételre kerülnek az elemző-értékelő részleg szintén mesterséges intelligenciával támogatott számítógépébe, ahol komplex összehasonlító és elemző tevékenység során meghatározásra kerülnek azok a jegyek, melyek eredményei felhasználhatók a terrorszervezet elleni harcban. A nem valós idejű elemző munka során mesterséges intelligencia megvizsgálja az indítás koordinátája és a már felderített vagy feltételezett földalatti alagútrendszert, elvégzi az indítás területén található járművek átfuttatását a különböző adatbázisokon, cselekvési (magatartási) mintákat keres, és ezek összetett elemzése alapján von le következtetéseket,,

Az előbb ismertetett fiktív példa egy már valószínűleg létező folyamatot mutat be. Az izraeli drón és AI technológia a világ élvonalába tartozik, azonban csak egy kis szeletét képezik a kishatótávolságú rakéta és drónveszélyeztetettséggel szembeni ellentevékenységek. Ennek a

rendszernek a nyílt információk alapján történő vizsgálata során világossá válik, hogy a technológia és a „hagyományos” titkosszolgálati tevékenység közötti kapcsolat egyre szorosabb és szorosabb. Bár az izraeli rendszerek (és az azok által elhárított incidensek) igen figyelemreméltók, titkosszolgálati és biztonsági szempontból jóval egyszerűbb (technológiai értelemben) incidensek nevezhetők meghatározónak az elmúlt másfél évtizedben. Katonai értelemben áttörést az orosz-ukrán konfliktus hozott a dróntechnológia terén.

3. AZ OROSZ-UKRÁN KONFLIKTUS SZAKMAI KÖVETKEZTETÉSEI

A 2022 februárjában kirobbant orosz-ukrán konfliktus egyértelműen rávilágított arra a tényre, hogy a jövő hadviselését milyen mértékben és milyen széles spektrumban fogják meghatározni a különböző pilótanélküli eszközökkel végrehajtott műveletek. Ahhoz, hogy ennek a technológiai fejlődésnek a nemzetbiztonsági vonatkozását is megértsük, át kell tekintenünk ennek a konfliktusnak a dróntechnológiával összefüggő vetületét is. A technikai kérdések előtt érdemes kitérni a két hadviselő fél közötti gondolkodásmódbeli különbségekre. Oroszország hadiipara a nyugati országok hadiiparához képes jóval zártabb, merevebb szerkezetű. Ennek oka a kétezres évek közepén végbemenő központosítás, amelynek következtében a fejlesztéseket ösztönző belső verseny beszűkült. Ennek a folyamatnak köszönhetően a modern dróntechnológia létrehozásához, majd későbbi fejlesztéséhez szükséges innovatív környezet csak igen minimális mértékben épült ki. Nem segítette elő a fejlesztéseket a katonai vezetők elmaradott gondolkodásmódja sem. Az orosz katonai doktrína szerint a pilótanélküli eszközök elsődleges feladata a szárazföldi csapatok közvetlen felderítő támogatása. Másodlagos feladatként a tüzérség támogatását figyelhetjük meg, azonban ez csak közvetlen módon és nem a hálózat alapú hadviselés alapelvei szerint valósul meg. Ennek a felfogásnak köszönhetően jött létre a konfliktus kezdetén egyetlen, nagyobb számban rendszeresített SUAV kategóriájú pilótanélküli eszköze az Orlan-10.



Orosz Orlan-10 típusú felderítő drónok. A felvételen több készlethez tartozó eszköz látható. A felvétel valószínűleg nem harctéri körülmények között, hanem egy kiképzési foglalkozáson készült

Ukrajna mivel nem rendelkezett modern ipari háttérrel, ezért nemzetközi piacon vásárolt különböző dróntechnológiákat. Ennél is fontosabb azonban, hogy nagy számban küldtek ki fiatal tiszteket tanulni több NATO tagországba. Az, hogy a 25-30 év közötti korosztályra bízta ezt a technológiát nem volt véletlen. A tanulmány szerzőjének személyes tapasztalata, hogy a harcászati és taktikai szintű dróntechnológia működtetésére és a műveleti körülmények közötti alkalmazásának elsajátítására a legoptimálisabb életkor a 25 és 30 életév közötti időszak. Ebben az időszakban már kialakul a felelősségteljes vezetői gondolkodásmód, azonban a fizikai és szellemi terhelhetőség még magas szintű. A médiában megjelenő felvételek alapján megállapítható, hogy az orosz operátorok jóval idősebb korosztályhoz tartoznak. Ez, a generációs különbségeket megmutató jelenség ismét bizonyítja, hogy az orosz hadvezetés (főleg a háború első szakaszában) mennyire elmaradott gondolkodásmódot képviselt a hadviselés eme új ágával kapcsolatban.

Az orosz és ukrán szakemberállomány közötti generációs különbségekkel kapcsolatban el kell mondani, hogy a Magyar Honvédség is elindult ezen a tévúton a 2010-es évek első felében. Dróntechnológiát üzemeltető alakulatok parancsnokai többször kinyilvánították azt az elképzelést, hogy a „sokéves szolgálatban megfáradt 45-50 éves korosztály számára egy második lehetőség a pilótánélküli eszközök kezelésének az elsajátítása”. Szintén téves és sajnos egy időszakban széles körben elterjedt elképzelés volt a repülőtechnikáról egészségügyi okok

miatt lekerülő 50-es hajózó állomány átképzése pilótanélküli rendszerek kezelésére. Tanulmányomnak nem célja a kiképzési, generációs és gondolkodás béli problémák elemzése. Ugyanakkor nem mehetünk el amellett a tény mellett, hogy modern dróntechnológiát hatékonyan üzemeltetni csak olyan személyek képesek, akik képesek térben és időben komplex módon előre gondolkodni, ismerik és értik a hálózat alapú hadviselést, monotonitás tűrési képességük nagy és mentálisan is jól terhelhetők.

Valószínűleg hasonló személyi elvárások mentén állították fel az első ukrán pilótanélküli alakulatokat. Az első külföldön végrehajtott kiképzéseket követően a beszerzett technikai eszközöket nem magasabb egységek alárendeltségbe vonták, hanem a fiatal parancsnokok által vezetett önálló alakulatokba szervezték. Szakítottak a hagyományos oroszos gondolkodásmóddal és lehetővé tették az önálló döntéshozatali eljárásokat műveleti és szervezeti szinten egyaránt. Megfigyelésem szerint ez a fajta gondolkodásmód nem a NATO-ban sok helyen alkalmazott klasszikus „mission command”-hoz hasonlít, hanem inkább a Heinz Guderian tábornok által lefektetett, a dinamikus, páncélos hadviselést meghatározó alapelvekhez. Ez a már-már agresszívnek nevezhető és kreatív gondolkodásmód jól megfigyelhető volt a háború első hónapjaiban. A Bayraktar TB2 közepes csapásmérő drónrendszerrel repülő pilótanélküli századok fiatal parancsnokai önállóan kutatták fel és semmisítették meg vezetési pontokat, zászlóalj harccsoportokat.

Alacsonyabb szinten a kreativitás a kereskedelmi forgalomban kapható forgószárnyas drónok átalakításában és alkalmazásában is észrevehető. Ezeknek az FPV kategóriába tartozó eszközöknek az alkalmazásával és gyártásával, jóval az orosz hadsereg előtt járnak.



VR szemüveg segítségével irányított forgószárnyas eszköz

Az elszenvedett veszteségek gondolkodásmódbeli változásokat indítottak be az orosz hadseregben. 2023 tavaszától jól megfigyelhető, hogy a beérkezett iráni eredetű eszközökkel hónapról hónapra egyre hatékonyabban képesek alkalmazni, ami egyértelműen egy tanulási folyamat eredménye. A dolgozat írásakor (2024. november) megfigyelhető, hogy a dróntechnológia harcászati alkalmazása terén az orosz hadsereg beérte, több esetben meg is előzte az ukrán hadsereget. Erre példa az ukrán energetikai rendszer nagyobb mélységben történő komplex támadása is. Ezeknek a nagy mélységben végrehajtott támadásoknak másodlagos célja az ukrán lakosság folyamatos nyomás alatt tartása, mentális terhelése. Az orosz-ukrán konfliktus rávilágított arra a tényre, hogy modern, nagyteljesítményű dróntechnológia csak abban az esetben alkalmazható hatékonyan, ha a technológia-műszaki támogatás-kiképzés egysége maradéktalanul teljesül.



Iráni eredetű Shahed 136 típusú kamikáze drón Kijev fölött, közvetlenül becsapódás előtt

3.1 Kettős felhasználású eszközök kérdése

Az orosz-ukrán konfliktus bebizonyította, azt a szakértők által már régóta hangoztatott tényt, hogy az alapvetően civil felhasználású drónok milyen könnyen és hatékonyan alakíthatók át harci drónokká [9]. Ez a fajta átépítés a mezőgazdasági drónok megjelenését követően vált lehetővé. Ennek oka, hogy a civil szektorban korábban jelenlévő forgószárnyas eszközök egy adott (és állandó) felszállótömegre voltak méretezve. A mezőgazdasági (és a futár célokra használt szállító jellegű) drónok megjelenésével azonban lehetővé vált a hasznos teher harci részként történő feltöltése. Az orosz-ukrán konfliktus harctereinek nagy részén megtalálható kiépített védelem esetén ezek az eszközök hatékonyan használhatók voltak az élőerő pusztítására. Az átépített, kettős felhasználású eszközök esetén két, különböző jellegű felhasználási formát különböztethetünk meg. Az elsónél az eszközre a lehető legnagyobb méretű harci részt erősítik, és közvetlen rávezetéssel kamikáze drónként használják. Ezt a felhasználási formát akkor figyelhetjük meg, ha nagyon pontosan kell célra vezetni az eszközt. Ilyen például az erősített és álcázott vezetési pontok szellőztető rendszere, vagy bejárata elleni támadások. A másik felhasználási forma, amikor egy mezőgazdasági drónt úgy alakítanak át,

hogya a permetező tartály helyére egy kioldóberendezést építenek, és ennek segítségével lebegés során oldanak ki kisméretű repeszgránátokat. Ez utóbbi felhasználási formát szinte kizárólag élőerő ellen alkalmazzák.

Fontos megjegyezni, hogy az ilyen jellegű támadások során készített, tehetetlen, menekülni próbáló katonákról készített felvételek komoly propagandaértékkel bírnak. A sokkoló felvételek jól használhatók a közösségi médiában folytatott műveletek során. A mezőgazdasági drónok elméletileg lehetséges, azonban még nem tapasztalt felhasználási módja nem igényel átalakításokat. A permetező szerek helyett mérgező harci anyagok kijuttatása nem igényel komolyabb technikai felkészülést, nehézséget csak a harci anyagok tárolása, betöltése jelenthet. Az, hogy ezzel az eshetőséggel katonai, nemzetbiztonsági, terrorelhárítási szempontból számolni kell tagadhatatlan. A különböző harci anyagok beszerzése és tárolása nehezen megvalósítható, azonban nem lehetetlen. Erre bizonyíték az Aum Sinrikjó szekta által elkövetett, és 13 halálos áldozattal és több mint 1000 sebesülten járó szarin támadás Tokióban 1995-ben.

4. A HUMÁN FAKTOR JELENTŐSÉGE

A pilótánélküli technológiák hatékony alkalmazása az ember vezette repülőgépek alkalmazásával összehasonlítva más típusú képességeket igényel. Megfigyelésem szerint a legkönnyebben a 90-es évek végén és a 2000-es évek elején korosztályok képesek a leghatékonyabban elsajátítani ezeknek a rendszereknek a kezelését. Ez az a generáció, amely nem élt az Internet előtti világban, online játékokon nőtt fel, életkorát tekintve pedig a személyiségfejlődés azon szakaszában van, amikor érett kiforrott személyiséggé vált, továbbá felelősségteljes gondolkodásra képes.

Bármilyen dróntechnológiát vizsgálunk humán szempontból, az első és legfontosabb elvárás, hogy az adott személy képes legyen térben és időben előre gondolkodni. A pilótánélküli eszközök esetében felértékelődik a repülésben nagyon régóta hangoztatott közmondás, hogy „soha ne repüljél oda, ahol még nem jártál előtte fejben”. További elvárás, a hálózat alapú gondolkodásmód, az alapos informatikai ismeretek és a jó finommotorikus képességek. Az általános generációs jellemzők alapján megállapíthatjuk, hogy nem csak az állami szerveknél, hanem a gazdaságban és sajnos terrorszervezeteknél és szervezett bűnelkövetői köröknél is előfordulnak ilyen képességekkel rendelkező fiatalok. Ez utóbbira példa a Magyarország északkeleti határszakaszán időről-időre felbukkanó cigarettacsempész drónok. Megjelenésük a Tisza felső határszakaszának egyre hatékonyabb ellenőrzéséhez köthető, amelynek következtében a csempészett cigaretta Magyarország területére történő „beúsztatása” egyre nehezebbé vált.

Megfigyelhető, hogy a kezdeti egyszer használatos eszközöket továbbfejlesztett, visszatérő képességgel rendelkező merevszárnyas eszközök váltották fel. Alkalmazásuk nem állandó jellegű, azonban periodikus jellegű felbukkanásuk bizonyíték rá, hogy ezek a bűnözői csoportok aktívan foglalkoznak a dróntechnológiával. További bizonyíték a szervezett bűnözés és a dróntechnológia közötti kapcsolatra a „Közös Akarat” feladat végrehajtása során került napvilágra. A 2015-ben megkezdett határvédelmi feladatok során a Magyar Honvédség szakállománya többször észlelte, hogy a határ szerb oldalán kisméretű forgószárnyas eszközökkel figyelik az embercsempészek a magyar katonákat és rendőröket.

4.1 Új típusú elkövetői kör megjelenése

A komplex szervezési és műszaki problémák megoldására képes terrorista generáció első képviselője az egyiptomi Mohamed Atta volt. A Hamburgi Műszaki Egyetem Doktori Iskolájában PhD tanulmányokat folytató Atta, mérnöki precizitással tervezte meg, majd vezette le a szeptember 11-i terrortámadást [10]. Az Al-Káida belső köréhez tartozó (és szintén mérnök) Khalid Sheikh Mohammed elgondolását tovább fejlesztve, rájött arra, hogy ha egy utasszállító repülőgéppel a megfelelő szögben becsapódnak egy felhőkarcolóba, akkor az épület belsejébe bejutó és ott meggyulladó üzemanyag annyira meggyengíti a szerkezetet, hogy az épület önmagába roskad. Mérnöki látásmódját jól szemlélteti, hogy a terrortámadás során a repülőgépek útvonalát és magasságát a lehető legapróbb részletekig megtervezte.



A Hámász propaganda felvétele Mohamed Zouari temetéséről

A modern dróntechnológiához köthető, az első újgenerációs terrorista, Hámász harcosai közé tartozó Mohamed Zouari. A rendkívül bonyolult műszaki problémákat megoldani képes mérnök „karrierét” érdemes alaposabban megvizsgálni [11]. A Tunéziában született Zouari egyetemi tanulmányai alatt találkozott először a radikális iszlámmal. Belépett az Ennahada iszlamista mozgalomba, azonban szélsőségesen radikális nézetei miatt hamar a tunéziai államhatalom ellenségévé vált. Az al-Kasszám Brigádokkal (Hámász terrorszervezet katonai szárnya) valószínűsíthetően a 2000-es évek elején vette fel a kapcsolatot. „Pilóta Parancsnok”

néven vált a szervezet tagjává és hamar bekapcsolódott a már folyó fejlesztésekbe. Zouari visszahúzódó természetének és feltűnésmentes életvitelének köszönhetően a Hámász drónfejlesztései még az izraeli titkosszolgálatok előtt is ismeretlen maradtak (azt, hogy Zouari a Hamász tagja volt, még a közvetlen családtagjai előtt is sikerült eltitkolnia). Fejlett pedagógiai ismeretekkel rendelkezett, és rájött arra, hogy a terrorszervezetnek szüksége lesz a jövőben egy olyan műszaki értelmiségi körre, amely technikai fejlesztésekkel és újításokkal tudja támogatni a terrorszervezetet. Az utánpótlás kinevelésének érdekében létrehozott egy "Southern Aviation Club" nevű modellező klubot, aminek a fedésében sikerült kiképeznie a Hámász első mérnök-terroristáit [14].



A Hámász iráni segítséggel fejlesztett kamikáze drónja (a felvétel valószínűleg 2023 októbere előtt készülhetett)

Titkosszolgálati szempontból megállapítható, hogy Zouarit és az általa végzett fejlesztő és „nevelő” munkát viszonylag későn sikerült felderíteni. Több mint valószínű, hogy a róla gyűjtött anyagok nem lettek megfelelően kiértékelve, feldolgozva. Ezt a tevékenységet az is nehezítette, hogy Zouari folyamatosan ingázott Gáza, Szudán és Tunézia között, így feldolgozása a két titkosszolgálat, Shin Bet és Mosad között oszlott meg. Miután beazonosításra került az általa folytatott tevékenység, 2016. december 15-én, szülővárosában, a tunéziai Sfax-ban végeztek vele a tunéziai fedésben lévő Moszad ügynökök [12].



Hámász által, átépített, forgószárnyas eszközről ledobott légibomba egy izraeli ellenőrző, áteresztő pont fölött. A felvétel 2023 október 7-én, a reggeli órákban készült.

4.2 Terrorszervezeteknél végbemenő generációváltás veszélyei

A Hámász saját bázison történő dróntechnológia kifejlesztésére tett erőfeszítése nem volt véletlen. Az önállóan fejlesztett eszközök segítségével képesek voltak a világ egyik legfejlettebb légvédelmi rendszerét módszeresen tesztelni, és az azokból levont következtetések alapján a 2023 októberében végrehajtott támadást megszervezni. A terrorszervezetben végbemenő generációváltás sikerességét jól jellemzi, hogy a Mohamed Zouari által „kinevelt” terrorista mérnökök képesek voltak komplexen előre gondolkozni. A támadás végrehajtását megelőzően térben és időben alaposan megtervezték a pilótánélküli eszközök, illetve a Quassam rakéták együttes alkalmazását. Ennek a szerteágazó műveletnek köszönhetően az Iron Drome légvédelmi rendszer tűzvezető számítógépeit sikerült túlterhelniük. Ez a tevékenység azonban nem csak a klasszikus túlterheléses támadás jegyeit foglalta magában. Az eltérő profilú támadásoknak köszönhetően a Vaskupolának nem csak a ballisztikai pályán beérkező rakétákra kellett reagálnia, hanem a légtérben megjelenő, kis magasságban és alacsonyan repülő pilótánélküli eszközökre is.

Egy ilyen komplex műveletnek a megtervezése egyértelmű bizonyítéka, hogy a terrrorszervezetek soraiban megjelentek a modern technológiákat jól ismerő és az összetett problémákat megoldani képes elkövetők.



A Scotlandyard által készített fénykép a Mohamad al Bared mérnökhallgató által 3d nyomtató segítségével készített kamikáze drónjáról

A generáció váltáshoz köthető új elkövetői körök, azonban nem csak terrrorszervezetekhez köthetők. Egyre szélesebb körben ismert az a jelenség, hogy a közösségi média és a generációs jellegzetességek miatt a fejletlen szociális képességekkel rendelkező, magányos fiatalok száma folyamatosan nő. Nemzetbiztonsági szempontból a magányos elkövetők fokozott kihívást jelentenek. Bár az elmúlt években nem történtek sikeres dróntámadások ilyen jellegű elkövetők által épített eszközökkel, a felderített esetek jellege egyértelműen beigazolta ezt a fajta új veszélyforrást. Az otthoni 3D nyomtatás fejlődése, valamint a különböző Web-áruházakban elérhető alkatrészek technikai fejlődése tovább erősíti ennek az új veszélyforrásnak a jelentőségét. Ennek az elkövetési formának a felderíthetőségét tovább nehezíti, hogy ez a típusú terrorista nem folytat kommunikációt már felderített és beazonosított szervezetekkel. Jellemzően igen fejlett informatikai ismeretekkel rendelkeznek, és kifejezetten feltűnésmentes, csendes életvitelt folytatnak.

4.3 Saját erők titkosszolgálati módszerekkel történő megóvása

A modern hadseregek és titkosszolgálatok egyre összetettebb rendszereinek üzemeltetése egyre összetettebb kiképzettséggel rendelkező szakemberállományt igényel. Jól megfigyelhető, hogy több területen kisszámú és rendkívül magasan képzett specialisták tevékenykednek, a szakterületek közötti átjárhatóság beszűkült. Ezeknek a szakembereknek a kiképzése rengeteg időbe és pénzbe kerül, de védelmük nem csak ezért kiemelt fontosságú. Nagy problémát jelent, hogy egy taktikai drónrendszer, vagy egy pont ennek a zavarásra alkalmas EHV rendszer kezelői állományából 4-5 fő kiesése már súlyos képesség béli problémákat tud okozni egy Magyarország nagyságú ország esetén. A speciális szaktudás, és az azon keresztül megvalósuló képességek fokozott érdeklődést válthatnak ki idegen titkosszolgálatok hírszerzői részéről. Az ellenérdekelt titkosszolgálatok által tanúsított figyelem miatt a rendszerek mellé rendelt elhárítók felelőssége felértékelődik. Ez a felelősség nem csak az operatív munkában jelenik meg, hanem a védendő szakemberállomány biztonság tudatossá történő nevelésének a terén is.



Az izraeli hadsereg (IDF) Hermes 450 típusú harci drónja. A rendszer kezelői a csoportképen háttal állnak. Személyazonosságuk védelme kiemelten fontos feladat

5. Megelőzés és a különböző szervezetek, szakszolgálatok közötti együttműködés fontossága

A szeptember 11-én végrehajtott terrortámadásokat megelőző titkosszolgálati hibák sorozata jól megmutatta, hogy milyen problémákat okoz, ha a veszélyt jelentő technológiákhoz kapcsolódó képzőszervekre nem fordítanak kellő figyelmet. A preventív gondolkodásmód amiatt is kiemelt fontosságú, mert a saját társadalmainkhoz hasonlóan a szervezett bűnelkövetői körök és terrorszervezetek soraiban is generációváltás ment és megy végbe. Kiemelt veszélyforrások azon szervezetek, ahol régi és új képességek egyesülnek.

Ilyen volt az Iszlám Állam Terrorszervezet melynek a soraiban egyesítették képességeiket az egykori iraki Köztársasági Gárda tisztjei, valamint a nyugati világ egyetemsein szocializálódott fiatal terroristák. Előbbiek a gyakorlatias gondolkodásmódot és jó szervezőkészséget, utóbbiak a modern technológiák, a közösségi média és a nyugati kultúrák alapos ismeretét hozták magukkal. Ennek a „mix”-nek köszönhetően a terrorszervezet rendkívül gyors fejlődési utat járt be, számtalan szörnyűséget elkövetve a Közel-Keleten és Európában egyaránt.



A jövő veszélyforrása az urbánus területen átalakított drónokat használó terrorelkövető

Sok területen elmondható, hogy szembekerül egymással a bürokratikus gondolkodásmód a kreatívval. A jövőre nézve kiemelten fontosnak tartom, hogy létrejőjön Magyarországon belül is egy olyan képesség, ahol egy szervezetben kerülnek feldolgozásra a dróntechnológiával kapcsolatos információk. A dolgozatomban bemutatott veszélyek szerteágazó és sokrétű természete miatt szerteágazó és sokrétű szervezeti munkára van szükség. Álláspontom szerint ennek a preventív jellegű munkának három fő területen kell megvalósulnia.

Elsőként titkosszolgálati oldalról kell, hogy feladat legyen az ország területére beérkező nagyteljesítményű, kettős felhasználásra alkalmas eszközök folyamatos nyomon követése. A vámudvarok, a dróntechnológiát alkalmazó, vagy éppen oktató cégek valamilyen szintű figyelése elengedhetetlené fog válni a jövőben.

Második területen az ágazatban jelenlevő kulcsfontosságú személyek nyomon követését határozhatjuk meg. Ebbe a személyi körbe tartoznak a technológiával kereskedő vállalkozók, és a felhasználást oktató cégek szakemberállománya. További felderítési terület a modern dróntechnológiával foglalkozó egyetemi szakok, különös tekintettel a nemzetbiztonsági szempontból kiemelt kockázatot jelentő országokból érkező hallgatók köre.

Harmadik területen az alkalmazott technológiákról és trendekről szerzett ismeretek naprakészen tartását határozhatjuk meg. Ezen a területen a jövőben a szakszolgálatoknak együtt kell működni a Honvédség EHV szakállományával. Ennek a közös munkának az eredményeként technikai oldalról kell a rendelkezésre álló adatbázist (frekvenciabázis és egyéb adatbázisok) folyamatosan magas szinten tartani [13].

ÖSSZEGZÉS

A dolgozat elkészítése során sikerült a hipotézisben megfogalmazott feltevésekre válaszokat találnom.

1, A dolgozatomban ismertetett különböző típusú és jellegű drónalapú veszélyforrások elhárításának egyik legfontosabb eleme a megelőzés. Munkámban az elmúlt 10 évre vonatkozóan bemutattam a különböző merevszárnyas és forgószárnyas eszközökkel végrehajtott legjellemzőbb támadásokat, incidenseket. Ezek az eseményeknek az ismertetésével rávilágítottam arra a tényre, hogy eme új típusú veszélyforrások legalább annyira szerteágazó, mint amennyire szerte ágazóvá vált maga a dróntechnológia. Ismertettem a különböző támadási formák mögött lévő elkövetői körök jellegzetességeit a magányos elkövetőktől a nemzetközi terrorszervezetekig. Bemutattam, hogy a támadások megelőzése során a titkosszolgálatoknak fokozott figyelmet kell fordítaniuk a kereskedelmi forgalomban kapható hasznos teher hordozására alkalmas eszközöket forgalmazó cégekre. Az ágazatot tekintve ismertettem, hogy a képzésben résztvevő cégeknek is be kell kerülniük a figyelésbe vont szervezetek körébe. Szervezeti oldalról megvizsgálva arra a következtetésre jutottam, hogy az eredményes elhárítás érdekében a különböző szervezetek, szakszolgálatok hatékony együttműködésére van szükség. Ezt az elgondolást tovább vizsgálva, rámutattam annak a ténynek a fontosságára, hogy a különböző szervezetektől beérkező hírszerzési, elhárítási és technológiai információk csak abban az esetben dolgozhatók fel hatékonyan, ha azok egy szervezeti elembe kerülnek kiértékelésre.

2, Dolgozatom elkészítése során technológiai oldalról közelítettem meg a kettős felhasználású eszközök kérdését. Ismertettem az orosz-ukrán konfliktus kettős felhasználású FPV eszközeit. A kettős felhasználású eszközök jövőbeni terrortámadásban, vagy incidensben történő felhasználhatóságát vizsgálva arra a következtetésre jutottam, hogy a lehetséges támadási formák közül ez a legvalószínűbb. Erre vonatkozó következtetésemet tovább erősíti, hogy az európai légiközlekedés elleni támadásra vonatkozó elméleti modellem felállítása során arra a részkiegészítésre jutottam, hogy az ilyen típusú támadások a kereskedelemi forgalomban kapható eszközökkel is megvalósíthatók.

3, Munkám során megvizsgáltam a modern dróntechnológiai alkalmazásának korosztályos kérdéseit. Vizsgálatot szervezeti és egyéni oldalról is elvégeztem. Szervezeti oldalról a Hámász terrorszervezetben végbement fejlődést vizsgáltam meg, egyéni oldalról a saját pilótanélküli századparancsnokként szerzett tapasztalataimat használtam fel. Mindkét terület vonatkozásában arra a következtetésre jutottam, hogy az „Y” és „Z” generáció a legalkalmasabb a dróntechnológia hatékony üzemeltetésére és műveleti alkalmazására. A korosztályos jellegzetességeket vizsgálva két további részkövetkeztetést sikerült levonnom. A feldolgozott szervezeti példák, incidensek mind bizonyítják, hogy az informatika világában szocializálódott „Y” és különösen „Z” generáció előnye sok esetben behozhatatlan a hálózat alapú rendszerek üzemeltetése terén. Az elmúlt évek merevszárnyas drónalapú támadásai alapján egyértelműen bebizonyosodott, hogy több terrorszervezetnél egy új műszaki értelmiségi réteg jelent meg, Arra következtetésre jutottam, hogy a Magyar Honvédség esetében az „új szakmai karrier a 40-50 évesek számára” elgondolás nem megvalósítható a modern dróntechnológia vonatkozásában.

Dolgozatomban megfogalmazott hipotéziseket sikerült megválaszolniom beigazolniom. Munkám során azonban nem csak a hipotézisekben megfogalmazott kérdésekre koncentráltam. A dróntechnológia az elmúlt években hasonló mértékű fejlődésen ment keresztül, mint a telekommunikációs és az informatikai ágazat a 200-es években. Ez a fejlődés multiplikátorszerű hatást vált ki számos ipari, gazdasági és kulturális területen. Az általánosan vett pozitív hatások mellett azonban ez a technológia megjelent a szervezett bűnelkövetői körök, valamint terrorszervezetek arzenáljában is. A merevszárnyas és forgószárnyas eszközökkel elkövetett terrortámadások és incidensek rávilágítottak arra a tényre, hogy eme új típusú veszélyforrás legalább annyira szerteágazó, mint amennyire szerte ágazóvá vált maga a dróntechnológia. Munkám összegzéseként arra a felismerésre jutottam, hogy a technológia fejlődése a veszélyek terén további területeket fog nyitni.

Dolgozatom elkészítése során arra a további megállapításra jutottam, hogy amennyiben a (műveleti alkalmazásra vonatkozó) tudományos elvárásoknak megfelelő szakirodalom száma eléri az elvárt szintet, a téma alkalmas lehet egy doktori értekezés megírására.

HIVATKOZÁSOK JEGYZÉKE

- [1] Ozsváth Sándor. Elbit Skylark 3 pilóta nélküli felderítő repülőgép rendszeresítése a Magyar Honvédségben Haditechnika LVIII. évf. – 2024/4 pp. 50–55.
- [2] People behind drone chaos had 'detailed knowledge' of Gatwick, The Guardian, <https://www.theguardian.com/uk-news/2019/sep/27/gatwick-drone-disruption-perpetrators-detailed-knowledge-airport-police-report> (Letöltve: 2024.09.09.)
- [3] Łukasiewicz, J. Unmanned aerial vehicle as a device supporting the physical protection system of critical infrastructure facilities: nuclear power plant as a case in point. Scientific Journal of Silesian University of Technology, Series Transport. 2020,
- [4] Albania awarded 3-0 win after Serbia match abandoned over drone stunt, The Guardian, <https://www.theguardian.com/football/2015/jul/10/albania-serbia-match-abandoned-drone> (Letöltve: 2024.09.19.)
- [5] Hwaida Saad, Lara Jakes, Clifford Krauss, Farnaz Fassihi Two Major Saudi Oil Installations Hit by Drone Strike, and U.S. Blames Iran , The New York Times, <https://www.nytimes.com/2019/09/14/world/middleeast/saudi-arabia-refineries-drone-attack.html> (Letöltve: 2024.09.06)
- [6] Ozsváth Sándor. Elbit Skylark I-LEX pilóta nélküli felderítő repülőgép rendszeresítése a Magyar Honvédségben Haditechnika LVII. évf. – 2023/6 pp. 57–60.
- [7] Truls Hallberg Tønnessen, Islamic State and Technology – A Literature Review, ISSN 2334-3745, 2017
- [8] Ozsváth Sándor. Shahed 131 és 136 típusú „kamikaze” drónok az orosz-ukrán háborúban Haditechnika LVIII. évf. – 2024/1 pp. 20–23.
- [9] Kevin Weller, Towards the Commercial Drone—From Projectized Weapons Back to the Hobbyist's Shed, Space and Culture, 2020.
- [10] Inside The Terror Network / Mohamed Atta, PBS <https://www.pbs.org/wgbh/pages/frontline/shows/network/personal/whowere.html> (Letöltve: 2024.09.09.)
- [11] Ozsváth Sándor A Hámász terrorszervezet drónfejlesztései, Haditechnika LVIII. évf. – 2022/2 pp. 22–26.
- [12] Mahmud Hams: One of two suspects behind 2016 hit on Hamas engineer said arrested in Croatia, The Times of Israel <https://www.timesofisrael.com/one-of-two-suspects-behind-2016-hit-on-hamas-engineer-said-arrested-in-croatia/> (Letöltve: 2024.09.21.)

[13] Ozsváth Sándor, Magyarország területén lehetséges drónalapú támadások szakmai és biztonsági kérdései, Haditechnika LV. évf. – 2021/2 pp. 52–56.

[14] Mohamed Zouari: The Tunisian engineer behind Hamas drones, Al Majalla,
<https://en.majalla.com/node/301776/profiles/mohamed-zouari-tunisian-engineer-behind-hamas-drones>

(Letöltve: 2024.09.09.)

[15] Krajnc Zoltán, Drónok, hibrid fenyegetés, terrorizmus a légtérből: a légi hadviselés privatizálása, Hadmérnök (XIII) 4 (2018)

[16] Manchester bomber Salman Abedi murdered 22 in suicide attack, coroner rules, BBC
<https://www.bbc.com/news/uk-england-manchester-67143958>

(Letöltve: 2024.09.10.)