

Dudás Zoltán¹

A HUMÁN TÉNYEZŐK ÉS A CRM ELVEK JELENTŐSÉGE A TÁVIRÁNYÍTÁSÚ PILÓTANÉLKÜLI LÉGIJÁRMŰVEK MŰVELETEIBEN²

A pilótanélküli távirányítású repülés a repülés az egyik legdinamikusabban fejlődő területe. A RPA-k alkalmazói köre a repülés egyre nagyobb részét érinti. A repülési ágazat technikai fejlődése és az eszközök terjedése olyan sebességgel, amit a szabályozás csak lemaradással tud követni. Az RPA számos alkalmazási módja közül egyik esetében sem garantálható a műveletek biztonsága a rendszerek elemeinek - így az emberi tényezőnek - alapos vizsgálata és elemzése nélkül. A tanulmány a TEM módszernek segítségével megkísérli feltárni az RPA alkalmazás humán tényezőinek sajátosságait, valamint a veszélyforrások vizsgálatán keresztül, a személyzet által elkövethető alkalmazás specifikus hibákat. Végezetül javaslatot tesz a hibák kivédésére a CRM kiképzés módszereinek az RPA személyzetre való adaptációja útján.

RELEVANCE OF HUMAN FACTORS AND CRM PRINCIPLES IN RPA OPERATIONS

The unmanned remotely piloted aviation is one of the most dynamically developing branches within the global aviation domain. The Remotely Piloted Aircraft operators take a growing percentage of the total number of aviation operators. The technical development is so rapid these days, that the regulation simply cannot keep up with. RPAS has several applications, but their safety could not be guaranteed without a proper scrutiny an analysis of each system elements, even the human elements. Using the TEM idea this paper attempts to unveil the typical HF features of RPA ops. Examining the threats and the possible RPA specific human errors, CRM adaptation for RPA personnel is advised.

BEVEZETÉS

A távirányítású repülés fejlődése napjainkban egyre gyakrabban veti fel a biztonság kérdését. Bár az eszközök elterjedése és felhasználása a repülés számos területén, így a polgári és az állami szférában is egyre jelentősebb, a kifinomult eszközök mögött még nem minden esetben láthatók a hagyományos pilótás repüléshez hasonló biztonsági garanciák, mint például a jogilag szabályozott üzemeltetés, képzés és hatósági engedélyezés. Bár maguk az eszközök, a távirányítású repülőgépek és helikopterek technikailag egyre fejlettebbek, egyre megfizethetőbbek, ezért a felhasználók számára egyre elérhetőbbek, a felhasználás módjai és szabályai csak részben kidolgozottak. A felhasználó személyzet, esetleg más személyek sérülésének kockázatát is magában hordozó önképzéssel, vagy a gyártó által eszközhöz kínált éppen elegendő szintű elméleti és gyakorlati képzést nyújtó tanfolyamok útján juthat ismeretekhez és jártassághoz. Tekintve, hogy az ilyen eszközök alkalmazóival szemben támasztott elméleti követelménynek csupán néhány élenjáró országban vannak kézzelfoghatóan jelen, a távirányítású repülés integrációja a hagyományos repülés rendszerébe napjainkban még nem reális célkitűzés. Az RPA³

¹ Dr. Dudás Zoltán ny. alezredes, KKT vezető, dudas.zoltan@uni-nke.hu

² Lektorálta: Dr. Dunai Pál alez; egyetemi docens, Nemzeti Közsolgálati Egyetem Katonai Repülő Tanszék, dunai.pal@uni-nke.hu

³ Remotely Piloted Aircraft: Távirányítású repülőgép



üzemeltetésének biztonsági szintje ugyanis a technikai és a humán faktor oldaláról sem mérhető a hagyományos repülés rendszere szolgáltatotta biztonság szintjéhez.

Egyszerűbben fogalmazva, néhány kivételtől eltekintve a ma távirányítású repülőgépei a ma RPA pilótáival a ma hatályos szabályok szerint nem emelkedhetnének levegőbe.

A távirányítású repülés fejlődésébe hasonló utat jár be, mint a hajdani pilótás repülés. Analóg módon először az eszköz fejlesztése van a középpontban, a szabályokra, a személyzettel szembeni követelményeknek és a képzésnek kidolgozására a fejlődés egy másik fokán, később kerül sor. Ez a „később” – tekintve az eszközök gyors terjedését, valamint a világ számos repülésügyi szervezete által megfogalmazott igényt az RPAS⁴-nak a hagyományos repüléssel való mielőbbi integrációjára- nincs messze, minden bizonnyal még ebben az évtizedben eljön. Az integráció nem kevesebbről szól, mint az RPAS repülésbiztonságának harmonizációjáról a technikai és a humán faktor vonatkozásában. Utóbbi esetében a lemaradás nagyobb, hiszen míg a technikai fejlesztés az iparág elsődleges gazdasági érdeke, addig az alkalmazókat érintő szabályozás elősegítése gazdasági értelemben csak másodlagos igény.

A PILÓTANÉLKÜLI RENDSZEREK REPÜLSÉSBIZTONSÁGI ELEMZÉSE

A repülés, így a távirányítású repülés rendszerének biztonság alapú elemzésére számos módszer létezik. Ezek közös vonása a repülésben, mint rendszerben felbukkanó hiányosságok felderítésével és felszámolásával a biztonsági kockázat enyhítésére való törekvés. Az olyan biztonságirányítási rendszerek, mint az elterjedt SMS⁵ vagy a speciálisan a légiforgalmi szakterület biztonsági felmérésére megalkotott SAM⁶, kiemelt tényezőként veszi számításba a rendszer emberi elemeit, mind a kockázat előállítás, mind a megelőzés alanyaként. Az emberi hiba természetes velejárója minden tevékenységnek, így a biztonságra kifejezetten érzékeny repülésnek is. Számtalan légiközlekedési esemény bekövetkeztéhez járul hozzá a repülés rendszerében megbúvó tökéletlenség, melyet a legtöbbször emberi hibaként azonosítanak. A tevékenység – ebben az esetben a repülés- kimenetele ekkor eltér annak tervezett eredményétől. Ez önmagában még nem jelenti, hogy a repülés biztonsága vészes mértékben csökken, de több eltérő hiba együttállása folytán baleset, vagy valamilyen kevésbé súlyos esemény következhet be. Az emberi hiba koncepciója számos kutatás eredményeként különböző elméletek képében látott napvilágot. Ezek közül a legismertebbek egyike a SHEL(L) modell, mely tulajdonképp a hagyományos EGK (ember-gép környezet) modell többdimenziós kifejtése, amelyben az emberi elem ún. Liveness-ként jelenik meg és nem csupán önmagában, de a repülést megvalósító szervezeti (légitársaság, repülőklub, légierő stb.) tényezők, mint emberi interakciók oldaláról is értelmezést nyer. Széles körben ismert a kigondoló Reason nevével jelzett modell is, amely tulajdonképp az emberi hiba háttér okait mutatja be egy eseményvizsgálati kronológián keresztül, komoly szerepet szánva az emberi hiba megelőzésének a képzés, a technológia és szabályok finomításának módszerével. Míg az előbbi esetében a kulcs az emberi elem minél jobb minőségű

⁴ RPAS Remotely piloted Aircraft System: Távirányítású repülőgép rendszer

⁵ SMS Safety Management System: Repülésbiztonság irányítási rendszer

⁶ SAM Safety Assessment Methodology: Biztonság értékelési módszer



kapcsolódása a rendszer egyes elemeihez, addig utóbbi az emberi hiba kivédését tartja elsődlegesnek. Fontos megjegyezni, hogy az emberi hiba elavult értelmezésében az ember a repülés rendszerében nem más, mint statisztikákkal bizonyítottan a légiközlekedési események legfőbb okozója, *szükséges rossz*.

E felfogás szerint tehát, az alapvetően biztonságos technikai rendszert az emberi elemtől óvni kell, egyre modernebb automatizált berendezések használatával, ergonómiával, berendezések és rendszerek újratervezésével, szerepét a rendszer működésében csökkenteni kell. Mindennek ellenére az emberi hiba a rendszer része maradt.

Ezzel szemben áll a modern felfogás, mely szerint a repülés komplex rendszere önmagában nem biztonságos. Ahhoz, hogy az legyen, a különböző rendszercélok egyidejű kielégítése érdekében emberi kreativitásra és intelligenciára van szükség. Eszerint, az emberi hiba nem a rendszer véletlenszerű káros működése, hanem a rendszerben megbúvó problémák következménye. Ilyen nézőpontból a légiközlekedési események vizsgálatának nem vég-, hanem kiinduló pontja az ember hiba, ahogyan azt Reason modellje is alátámasztja.

Hollnagel és Amalberti⁷ kutatásai szerint az emberi hiba három megközelítésből értelmezhető:

1. Az emberi hiba nem más, mint ok, ezért annak folyamatára, tehát az emberi tevékenységre kell koncentrálni (Reason analógia);
2. Az emberi hiba nem más, mint esemény, ezért a következményre tekintet nélkül annak kialakulása érdemel figyelmet (Rasmussen analógia);
3. Az emberi hiba valaminek a következménye, mely valamely további következményt okoz.

Az emberi hiba modern felfogása rávilágít arra, hogy a merev biztonságfelfogás, ahol a hiba elleni küzdelmen van a hangsúly, irreális kihívások elé állítja a repülésben tevékenykedő személyzetet. Az emberi hiba három féle felfogása közül a harmadik mutat rá a tényre, hogy a repülés rendszerében tevékenykedők tettei egyszersmind előfeltételei mások tevékenységének. Változó, információszegény, ellentmondásos operatív körülmények között hibátlan tevékenység nem várható el, így a tökéletes biztonság reálsan nem célozható meg. A repülés rendszere ezért dinamikusan alakuló és egyben tökéletlen, hiszen a koránt sem hibátlan emberi tevékenység által válik működőképessé. Ami a távirányítású repülést illeti, az emberi hiba lehetősége és jelentősége a hagyományos repüléshez viszonyítva lényegesen nagyobb, hiszen a tevékenység biztonságát támogató emberi döntések mögött rendelkezésre álló tudás, gyakorlat és szabályok mennyisége, a repülési ágazat újszerűsége, rövidebb történelme okán kisebb, mint a pilótás repülés esetében.

AZ RPA PILÓTÁK HIBÁZÁSÁNAK RASMUSSEN-I MEGKÖZELÍTÉSE

Az emberi hibázás viselkedés lapú megközelítését a dán Rasmussen⁸ dolgozta ki. Alapvetően három szintet különböztet meg, ahol a tevékenység hibázáshoz vezethet:

- jártasság szintjén, ahol a begyakorolt tevékenységet szinte gondolkodás nélkül, csekély

⁷ Human Factors/CRM in Aviation, (Content book), Joint Aviation Authority Training Organisation, 2012. Hoofddorp, 111.o.

⁸ Human Factors/CRM in Aviation, (Content book), Joint Aviation Authority Training Organisation, 2012. Hoofddorp, 102. o.

figyelemmel hajtják végre;

- a szabályokon alapuló szinten, ahol bizonyos feladatok vonatkozásában, a szituáció felmérését követően tudatosan alkalmaznak egyes megtanult szabályokat;
- a tudáson alapuló szinten, ahol a megszerzett ismeretek és tapasztalat használható fel, mivel a szituáció új és váratlan volta miatt kész megoldási eljárások nem állnak rendelkezésre.

Látható, hogy Rasmussen SRK modellje a repülésre is alkalmazható, a tevékenység elemei a légijármű, az RPA irányításának folyamatában megfeleltethetők a vázolt szintek valamelyikének. Ennek megfelelően az RPA pilóta hibázási hajlama három szinten olvasható ki.

Az RPA pilóta hibázási lehetőségei a jártasság szintjén

Az SRK modell hagyományosan három hibatípust különböztet meg a jártasság szintjén. Ezek: az elvételek, kihagyások és téves cselekvések, melyek az emlékezetet, az érzékelést és észlelést, valamint a manuális tevékenységeket érinthetik. A pilótás repülésben legyen az hagyományos, vagy távirányítású az előbbieket a kiképzéssel, a megfelelő mennyiségű gyakorlással vannak összefüggésben. Felmerül továbbá a pilóta figyelme és koncentráció képessége, érzékelésének minősége is, mely hasonló hibákhoz vezethet és az RPA repülésére való alkalmasság és fittség kérdését veti fel.

Tipikus hiba, például a jártasság nem megfelelő szintjére utaló tévesztéses hiba. Ez a nem megfelelő kormány szerv kitérítésével, vagy a megfelelő kormány szervek nem megfelelő idejű és mértékű kitérítésével valósul meg. Ide sorolható a jellegzetesen direkt külsőpilótás irányítási mód esetén a pilóta irányába mozgó RPA csűrőkormányinak felcserélése.

További érzékelési hiba lehetőséget jelent a direkt külsőpilótás irányítási mód esetében az RPA haladási irányának illetőleg térbeli pozíciójának helytelen megítélése a repülőgép körvonalai alapján. Belsőpilótás direkt irányítási mód esetén a háromdimenziós tér kétdimenziós képernyőn való értelmezése jelent problémát, ahol a térbeli helyzet, távolságok és irányok vizuális megbecslése a korlátozott látótér és képfelbontás miatt megnehezül.

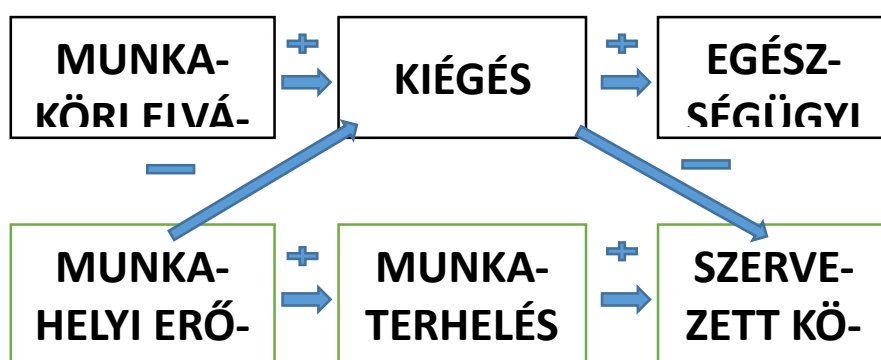
A hibák a gyakorlat szintjén típusosak, akár csak a további két szinten. Párhuzamosságok fedezhetők fel a nagy RPA-k és a nagytávolságú repüléseket végrehajtó hagyományos repülés személyzetének hibái esetében. Ilyenkor gyakori a figyelem csökkenése, amit a robotpilóta üzemmódon az RPA esetében az autonóm üzemmódon való hosszabb idejű repülés okoz, mivel mindkét esetben problémás lehet a felügyeleti irányítási módról a direkt irányítási módra való áttérés. A figyelem és a helyzettudat helyreállítása ilyenkor időbe telhet, ami teret engedhet egyes ellenőrzési lépések elvételének, vagy információ elmulasztásának. Említést érdemel továbbá a rutinszerű cselekvések biztonságra káros megjelenése légijármű típusok közti váltás esetében, amikor azok eltérő repülési sajátosságait a személyzet figyelmen kívül hagyja.

Szintén ezek közé hibaforrások közé tartozik a túlságosan hosszú, monoton repülési feladatokat nap, mint napteljesítő RPA személyzetek túlfáradása. Ezt a feladatok generálta stressz okozza, mely hosszabb távon a Burn-out⁹, vagy kiegészé szindrómának nevezett tünet együtteshez vezet.

⁹ Burn-out syndrome: Kiegészé szindróma

A kiégés alapvető oka a stressz, melyet számos tényező külön- külön, de együttesen is létrehozhat. Összetevőit számos szakmában elsősorban az úgynevezett segítő szakmák esetében fedezhetők fel. Nincs ez másként a nagytávolságú RPA irányító személyzetek esetében sem, akik munkájukból adódóan fásultágról, érdektelenségről számolnak be¹⁰. Az ilyen UAV-k irányító személyzete műszakjait hasonlóan a légiforgalmi irányítókhoz, egyhangúan, és helyhez kötötten tölti.

A kiégést itt feltehetően nem csupán a nagy felelősség generálta stressz okozza, hanem a harci cselekmények látványa, melyet a személyzetnek a felderítő rendszereken keresztül figyelni kell. Csapásmérési feladatot végrehajtó UAV-k irányító személyzete hasonlóan a segítő szakmák művelőihez (orvos, rendőr, tűzoltó stb.) magával a csapás közvetlen pusztításával, borzalmával is közvetlenül szembesül, ami lélektanilag rendkívül igénybe veszi az erre nem kondicionált személyzetet. Hasonló lélekpróbáló eseményekkel szembesülhet a rendészeti, katasztrófavédelmi célú RPA alkalmazás személyzete is. A norvég Martinussen és Richardsen¹¹ az elmúlt évtizedben például a légiforgalmi irányítók esetében kutatta a kiégésre hajlamosító tényezőket. A légiforgalmi irányítók folyamatos időkényszer alatt, kiemelkedő felelősséggel járó a sokszor monoton munkát végeznek, tehát elméletileg a kiégésre hajlamosnak kellene lenniük, mégis a kutatások arra az eredményre jutottak, hogy esetükben a kiégés esélye nem nagyobb, mint más szakmák művelői esetében. Ezt az eredményt azzal magyarázzák, hogy a légiforgalmi irányítók kiválogatása, kiképzése annyira alapos, hogy az képessé teszi őket olyan tevékenység elvégzésére is, mely az egyénnel szemben kiemelkedően magas elvárásokat támaszt. Ez persze nem jelenti azt, hogy az irányítók immunisak lennének a hagyományos stressz tényezőkkel szemben, mint munkaköri elvárások és a munkahelyi erőforrások közti konfliktus, vagy a monotonia, és az állandó teljesítmény kényszer. Ugyanakkor a kutatás megállapította, hogy a szervezeti tényezők sokszor komolyabb hatást gyakorolnak a szakemberekre, mint maga a tényleges munka. A kiégés következményei nem csak az egyén, hanem a szervezet számára is rendkívül károsak, hiszen mindkettő teljesítménye csökken, ugyanakkor a kiégést kísérő érdektelenség a repülésbiztonságot veszélyforrásokkal szemben is állandósulhat.



1. ábra: A kiégés folyamata és következményei

Az említett kutatás tanulsága az RPA pilóták szempontjából az, hogy kiválogatásuknál és kiképzésüknél olyan szempontokat is figyelembe kell venni, mely túlmutatnak akár a hagyományos pilóták, akár a légiforgalmi irányítók alkalmassági kritériumain és kompetenciáin. Egyes

¹⁰ Martinussen M., Hunter R.D: Aviation psychology and Human Factors, CRC Press USA 2010., 130.o.

¹¹ Szerk: Szerző Martinussen M., Hunter R.D . nyomán



kutatások, mint például az amerikai légierő vizsgálata¹² arra mutat rá, hogy az UAV repülések során elkövetett hibák jelentős része a jártasság szintjéről ered. Ezek a hibák javarészt az alapvető repülési képességeket érintik, de jelentős rész jelentenek köztük az a repülési eljárásokhoz kötődő hibák is.

Az UAV pilóták kiválogatási és képzési rendszere a haderónemek közt lényeges eltéréseket mutat, hiszen a Légierő harci tapasztalattal rendelkező volt pilótákat, a Haditengerészet pedig átlagos az UAV irányítására kiképzett katonákat alkalmaz ebben a szerepkörben. A tanulmány arra következtetésre jut, hogy például a Predator repüléséhez a harci pilóták számára a mintegy 150–200 órányi repülési gyakorlat az alapvető manőverek megtanulásánál előnyt jelent, de a kisebb jártasságú UAV pilóták esetében ez a pozitív transzfer már nem tapasztalható. A tapasztalt harci pilóták ugyanakkor szimulált műveleti körülmények között semmivel sem teljesítenek jobban, mint kevésbé tapasztalta társaik. A repülés egyes fázisaiban, mint például a fel és leszállásnál a hagyományos pilótáknak újra kell tanulni a repülést, hiszen az nem hajtható végre a megszokott módon, mivel a pilótás repüléssel ellentétben a perifériás látás és a vestibuláris apparátus a külső pilótás manőverekben nincs a pilóta segítségére. A kutatás viszont vizsgálta és ugyanezen manőverek esetében kimutatta a számítógépes játékokkal való gyakorlás pozitív hatásait.

Az RPA pilóta hibázási lehetőségei a szabályok szintén

Az Rasmussen SRK modelljének¹³ középső szintje a szabályokban konzervált biztonság érvényesülésének problémái körül forog. A szabályoknak Reason is nagy jelentőséget tulajdonít amennyiben azok konkrét kereteket támasztanak a hibás emberi cselekvésekkel szemben. A szabályok nézete szerint védelmi vonalak, melyek a hiba kifejlődésének útját állják. A szabályok közé nem csupán a jogszabályok tartoznak, hanem minden olyan előírás, eljárás, és egyéb a repülési szekvenciát érintő folyamatelírás is, amely a repülés folyamatában a *bizonytalanság elkerülést* célozza.

Bármennyire is hasznosak a szabályok szerepüket nem szabad túlbecsülni. Egyrészt a szabályokat emberek alkotják, így azok csupán annyi bölcsességet, alaposágot és tudást tükröznek, amennyit alkotójuk beléjük helyez.

Az emberi tökéletlenség folytán a szabályok sem lehetnek tökéletesek és így nem garantálhatnak teljes biztonságot. A szabály a Reason-i értelmezése annyival bővíthető ki, hogy a szabály a védelem utolsó vonala, ha úgy tetszik a biztonság végső határa. Másrészt nem kisebbítve a szabályok fontosságát, meg kell jegyezzük, hogy a biztonság érdekében, felhasználva az emberi tényezőben rejlő kreativitást és rugalmasságot az SRK magasabb szintjein a személyzetnek képesnek kell lennie meghaladni a szabályokat, amennyiben a helyzet azt indokolja.

Rasmussen a szabályok szintjén alapvetően két hibatípust különböztet meg. Az egyiket a jártasság

¹²THOMPSON William T.: (USAF Safety Center. Predator mishap report; 2004) U.S. Military Unmanned Aerial Vehicle Mishaps: Assessment of the Role of Human Factors Using Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) Terra Health, Incorporated March 2005 17 o.

¹³ Rasmussen modelljének három szintje, ahol az emberi hibát értelmezi: Skill, Rule, Knowledge, vagyis Gyakorlat, Szabály, Ismeret.

szintjén elkövetett észlelési, helyzetértékelési hiba vezet fel, mely nem egy adekvát szabály alkalmazásához vezet. Tehát az szabály nem arra a szituációra ad választ, amelyben alkalmazzák.

A másik lehetőség, hogy a szabály ugyan létezik, de nem a megfelelő szituációban alkalmazzák, vagy a szabályt megfelelő szituációban, de helytelenül alkalmazzák. Vagyis, a jártasság a szabályok (eljárások) alkalmazásában nem kellő mélységű, így a végrehajtás lépései közé hiba csúszik, esetleg egy-egy lépés kimarad. Gyakorlati lehetőség az is, amikor a szabály nem létezik, vagy a szabály nem ismert.

Ami az RPA személyzet szabály alkalmazási problematikáját illeti megállapítható, hogy mindhárom hibatípus elképzelhető, sőt azok kombináció is. Hogy hol, mikor, milyen mértékben fordulhatnak elő ezek a hibák, azt egyrésztől a speciálisan a szakterület szabályozottsága dönti el, másrésztől pedig az, hogy az RPA pilótája milyen szakmai háttérrel rendelkezik. A szakterület szabályozottsága nemzetközi és hazai szinte is hiányos. Egyszerűbb azokat a pontokat megjelölni, ahol egyáltalán létezik szabályozás. Európa nyugati részén komoly lépéseket tesznek a légi járművek kategorizálására, és a felhasználás szabályainak kidolgozására, ám mindeddig még a legegyszerűbb kategorizálás kérdésében sem sikerült egységes szabályozást kidolgozni. Országonként mások és mások az alkalmazás feltételei, melyek hol szigorúbbak, hol engedékenyebbek¹⁴.

Ami az RPA pilóták szakmai háttérét illeti, a megfelelő szabályok alkalmazása tekintetében elkövethető hibákat a hagyományos pilótás repülés köréből kikerülő személyzet, illetőleg a teljesen kezdő, a repülés világa által meg nem érintett személyzet esetében érdemes megvizsgálni. Előbbieknél az alapos háttérismeretek, melyek természetesen a szabályokra is kiterjednek, jelenhetnek egyfajta pozitív transzfert, hiszen a két szakterület műveléséhez szükséges szakmai tudásanyag erős átfedést mutat. Ugyanakkor, egy olyan szabályozási szempontból hiányos környezetben, mint amilyenben a távirányítású repülés megvalósul, kérdéses hogy nem káros-e a hagyományos repülés normáit alkalmazni. A ma szabályozása ugyanis egyrésztől túlzottan szigorú, másrésztől – a szakterület részleges szabályozottsága okán- túlzottan megengedő. A határ meghúzása az engedélyhez nem kötött modellrepülőgép és az RPA között, mely a legszigorúbb szabályozások szerint csak a hagyományos légi forgalomtól hermetikusan elszigetelve üzemeltethető, meglehetősen szubjektív.

Ilyen szabályozási környezetben az alkalmazás maga teremti meg kvázi szabályait, az alkalmazók mindennapi gyakorlata, annak praktikus szempontjai alapján. Mivel az alkalmazók a többféle háttérrel rendelkeznek, az alkalmazás kvázi szabályai is eltérők lesznek.

A volt pilóta a hagyományos repülés szabályaira, tapasztalataira épít majd, míg a repülési múlttal nem rendelkezők valószínűleg saját praktikus megfontolásaikra alapozzák repülési szokásaikat. Ez utóbbi esetében tekintve, hogy a szabályok részben hiányoznak, a repülés körül meghozandó döntéseket kevés szabály, ismeret támogatja majd.

Ilyen körülmények között az emberi hiba egyik különleges formájának a szabálysértésnek értelmezése is megbicsaklik. Hiszen, ha nincs szabály, akkor a szabálysértés sem lehetséges. A

¹⁴ Dr. Dudás Zoltán- Dr. Restás Ágoston: Nemzetközi példák az UV repülés emberi tényezőit érintő jogi szabályozásra az RPAS 2012 konferencia tapasztalatai alapján, Repüléstudományi Közlemények, 2012/3. sz. 1-10. o.

szabálysértés lehetetlensége önmagában még nem jelentene gondot, ám az emberi hiba elhatárolása, vagyis súlyosságának megítélése problematikusvá válik és a hibákból levonható következtetések nem lehetnek teljesek és a későbbi hibák kivédésére irányuló korrekciós törekvések pedig célt téveszthetnek. Ha mégsem, úgy célszerű a Dekker¹⁵ által felvázolt három lehetséges hiba ok felderítése és elemzése.

Ezek:

- az emberi tévedés pillanata, hol és mit kellett volna másként tenni, vagy elkerülni;
- azoknak az elszalasztott információknak, adatoknak a megtalálása, amik később kritikusnak bizonyultak;
- a lehetséges káros következmények, melyek előre láthatók és elkerülhetők (lettek volna).

Tévedések a tudáson alapulón szinten

Az összetett emberi tevékenység, így a repülés az SRK modell alapján, három szinten valósul meg, ezek közül az egyik legérdekesebb a tudásalapú szint. Olyan új szituációkban, amikor a tevékenységünket nem támogatják szabályok, vagy a csekély tapasztalatunk miatt azok számunkra ismeretlenek, tudásunkra támaszkodunk a feladatok megoldásában. A hibázás lehetősége ezen a szinten igen nagy, hiszen az emberi ismeretek téra csak korlátozott számú analógiát tartalmazhat az adott újszerű szituáció megoldására, ráadásul a felhasználandó ismeretek előhívása a szituáció újszerűségéből fakadó stressz alatt megnehezülhet. Hozzáadva ehhez a repüléstől elválaszthatatlan időkénszert is a körülmények nehezen megoldható kombinációja áll elő. A tudásalapú hibák szempontjából legsebezhetőbbek azok a pilóták akik: Kevés tapasztalattal és kevés ismerettel rendelkeznek, ezáltal:

- nem látják át a szituáció komplexitását;
- információ befogadó és feldolgozó képességük lassú;
- figyelmük részleges, nem terjed ki a repülés és a környezet egészére;
- helyzettudatuk inadekvát;
- tévesen ítélik meg a megoldási lehetőségeket és kockázatot;
- egyetlen korábban megtanult megoldáshoz ragaszkodnak.

A fentiek alapján jól látható, hogy a tudáson alapuló szinten születő megoldások helyessége, vagy helytelensége szempontjából a kezdő RPA pilóták a legsebezhetőbbek. Ebből a megfontolásból veszélyeztetettek lehetnek a volt légi jármű vezetők is, akik hajlamosak lehetnek a hagyományos pilótás repülés jól bevált és kiérlelt gyakorlatához ragaszkodni annak ellenére, hogy a távirányítású repülés sajátosságai alapvetően térnek el az általuk megszokottaktól.

Mindezek mellett az RPA személyzete többféle lehetséges célcsoportból is kikerülhet. Ez jelenthet pozitív és negatív transzfert egyaránt. Az alkalmasság szempontjai, melyeket vizsgálni kell Cohn szerint¹⁶ a következők:

- életkor és nem;
- fizikai jellemzők (pl. látás);

¹⁵ Human Factors/CRM in Aviation, (Content book), Joint Aviation Authority Training Organisation, 2012. Hoofddorp, 102. o.

¹⁶ Cohn V. Joseph: Training Evaluation of virtual environments, Routledge New York 2011. 85. o.

- nyelvtudás;
- képzettség.
- ismeretek, képességek;
- gyakorlati idő;
- munkakultúra;
- motiváció;
- hozzáállás;
- érdeklődés.

A fentiek alapvetően két analógia mentén, a *pilóta* és a *légiforgalmi irányító* analógia mentén dolgozhatók fel, melyek mellé még továbbiak is felzárkózhatnak olyanok, mint a *modellező*, vagy *számítógépes játékos* analógiák.

Ha hibamentesség szempontjából vizsgáljuk az RPA személyzet ideális célcsoportját ezek mindegyikében találhatunk megfelelő részképességeket: a pilóta általános repülési ismereteit és gyakorlatát, a légiforgalmi irányító gyors információ feldolgozási és légtér áttekintési képességét, a modellező kifinomult manuális képességeit, a számítógépes játékos kétdimenziós felületen szerzett jártasságát. Az RPA pilótának sok egyéb mellett ezeket a részképességeket kell tudni egyesíteni. Látható tehát, hogy az RPA személyzet kiképzésének ezeket a területeket célszerű megcéloznia, amennyiben a tudásalapú és a jártasság alapú hibák számát csökkenteni szeretnénk.

AZ RPA REPÜLÉS TEM¹⁷ MÓDSZER SZERINTI VIZSGÁLATA

Az SRK modell alapján meghatározhatók azok a feltételek, amelyek belső módon az emberi tényező oldaláról, a viselkedés szempontjából elősegítik a távirányítású rendszerek biztonságos működését. Ezzel azonban a repülésbiztonságra kockázatot jelentő tényezőknek csupán egy része írható le. Ahhoz, hogy a távirányítású repülés egészére legyünk képesek következtetéseket levonni, egy a rendszer egészét a külső és belső fenyegetettség szempontjait is megjelenítő módszerre van szükség.

A TEM módszer alapjai

A TEM módszer¹⁸ a humán faktor szemszögéből vizsgálja azokat a lehetséges kihívásokat (veszélyforrásokat), melyekkel a személyzetnek a repülés során meg kell birkóznia, ugyanakkor nem feledkeznek meg a személyzet által elkövethető hibákról és az azokat kiváltó tényezőkről sem. Célja megtalálni és azonosítani azokat a mindennapi tevékenységekben mielőtt, balesethez vezetnének. Ennek eléréséhez egyfelől proaktív stratégiákat kell kidolgozni a felderített veszélyforrások leküzdésére, másfelől aktívan kutatni a hibák elhárításának lehetőségeit.

A módszer a veszélyforrásokat négy szempont szerint elemzi. Ezek:

- külső (szervezeten kívüli) veszélyforrások;
- belső (szervezeten, személyzeten belüli) veszélyforrások;

¹⁷ Threat and Error Management, a biztonságot fenyegető kihívások és az emberi hibák kezelésére építő biztonságirányítási rendszer.

¹⁸ Human Factors/CRM in Aviation, (Content book), Joint Aviation Authority Training Organisation, 2012. Hoofddorp, 103.o.

- hibák elhárítási módjai (SMS, CRM etc.);
- hibák lehetséges kimenetele (elhárított következmény, baleset, kvázi baleset, rendelkezés etc.).

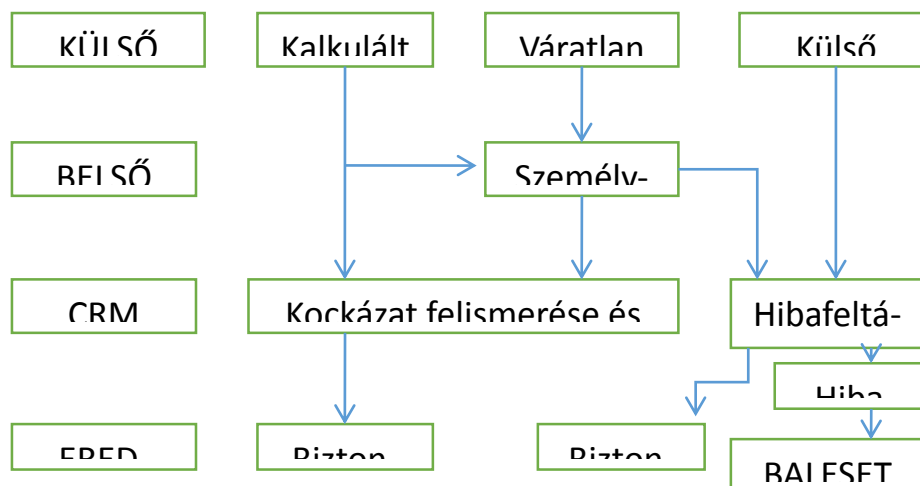
A belső és külső veszélyforrásoknak természetesen további felosztása is lehetséges. Amennyiben az emberi hibákat, mint veszélyforrásokat vizsgáljuk. Súlyosságukat tekintve azok felfoghatók úgy is, mint:

- a szabályok szándékolt figyelmen kívül hagyása (szabálysértés);
- eljárásbeli hibák (Rasmussen-i szinteken);
- kommunikációs hibák (személyzetben és szervezetben belül);
- jártasságalapú hibák (SRK modell S szintjén);
- operatív szinten hozott hibás döntések.

A TEM működése

A TEM a fentiekben bemutatott módon két veszélyforrás csoportot különböztet meg. Ezek attól függően, hogy az üzemeltető szervezetben, vagy azon kívül keletkeznek külső, vagy belső fenyegetésként jelennek meg.

Fenyegetésként (veszélyforrásként) kell értelmezni minden olyan kalkulálható, vagy látens hibát és eseményt, mely a légi jármű személyzetének befolyásán kívül esik és a repülés komplexitását olyan mértékben növeli meg, hogy a biztonság fenntartása érdekében a személyzet vagy a szervezet részéről valamilyen válaszlépés kiváltása indokolt. A veszélyforrások egy része látható, érzékelhető (időjárás, terep, repülőtér állapota), egy másik része viszont rejtve van jelen (légi jármű kialakítási vagy eljárás tervezési problémák, munkafeltételek, vezetési, munkaszervezési problémák) és a szervezetben fennálló valamilyen működési problémákra utalnak. Hibaként a személyzet helytelen döntéseit, illetve az üzemeltető szervezet nem megfelelő döntésit kell számba venni.



2. ábra A veszélyforrások és hibák kezelési rendszere¹⁹

Amint az ábra is mutatja, a kalkulált kockázatot primer módon a személyzet a CRM elveinek

¹⁹ Human Factors/CRM in Aviation, (Presentation book), Joint Aviation Authority Training Organisation, 2012. Hoofddorp, 202.

megfelelően kezeli. Ez két módon valósulhat meg. Először, a személyzet hibája nélkül a repülés tapasztalatait levonva és az eljárásokba építve. Másodszor, a személyzet hibájának észlelése és saját korrekciója útján. Ezzel párhuzamosan repülésbiztonsági rendszerébe juttatott információ alapján a szervezet is végez kockázatkezelést és amennyiben a hibafeltárás megtörténik és a korrekciós intézkedések helyesek, a biztonság helyreáll. A váratlan kockázatok, melyeket elsősorban a látens tényezőkből erednek, nagyobb részben vezetnek a személyzet hibájához. A hiba korrekciója az előbb vázolt módon, a személyzet és szervezet szintjén megy végbe.

A távirányítású repülés célszerű vizsgálati kritériumai (TEM szerint)

A távirányítású repülés hagyományos légiközlekedésbe való integrációjának első lépése a repülési forma rendszerének ezen belül a távirányítású eszköz személyzetével és üzemeltetőjével szemben támasztott követelményeknek aprólékos leírása. Hasonlóan a pilótás repüléshez, a távirányítású repülés egészének megértéséhez, azt rendszerként kell megvizsgálni. A rendszer elemei a hagyományos felosztásnak megfelelően: a környezeti tényezők, a technikai tényezők és az emberi tényezők, melyek a repülési feladatban egyesülve biztosítják a repülés sikerességét és biztonságát.

Az EGK+F (ember-gép- környezet-feladat) modell ebben az esetben is megállja a helyét, ám tekintettel a hagyományos repülési formához képest megmutatkozó különbségekre, a vizsgálhatóság szempontjait alapul véve a tényezők bizonyos egyszerűsítésére lehet szükség. Amennyiben az RPA legelterjedtebb feladatkörét tekintjük, a vizsgálódás alapjának a felderítő küldetést célszerű alapul venni. Ez a felhasználási forma bár a felderítés objektumait illetően változatos (katonai, rendészeti, katasztrófavédelmi etc.) mégis módszereiben az eszközzel, valamint a kezelő személyzettel kapcsolatban a felderítés objektumaira tekintet nélkül viszonylagosan egyöntetű igényeket támaszt. A környezet vonatkozásában az értelmezést célszerű a szűkebb természeti környezetre korlátozni, melyben a repülés végbemegy.

A környezet behatárolásánál ugyanakkor érdemes szempontként azt is rögzíteni, hogy a légtér, amelyben a repülés folyik a légiközlekedés hagyományos szereplőitől elkülöníti-e a távirányítású repülőgépet, illetőleg annak repülése a földfelszín, annak létesítményeit illetően jelent-e bármilyen biztonsági kockázatot.

Az RPA, tehát a légi jármű esetében az egyszerűsítés több szempont figyelembe vételével valósulhat meg. A vizsgálat oldaláról nem az eszköz méretét célszerű alapul venni, – bár az alapvető repülésbiztonsági faktorok között a légi jármű tömege és energiatartalma kockázati tényezőt jelenthet – hanem elsődlegesen sokkal inkább az irányítási mód kiválasztása tűnik indokoltnak. Az alkalmazás mikéntjét elsősorban ez határozza meg, hiszen a látástávolságon belüli (VLoS²⁰) és azon kívüli (BVL²¹) repülés természetében más és más repülésszervezési, végrehajtási, képzési és biztonsági igényeket támaszt. Általánosságban az mondható el, hogy ma a nagytávolságú távirányítású rendszerek képviselik, mind a legfejlettebb technikát, mind a legkidolgozottabb elméleti hátteret a repülési ágazaton belül. A vizsgálatnak tárgyát illetően, ezért a kis- vagy közepes távolságú távirányítású rendszerek nagyobb fejlesztési lehetőségeket jelentenek.

A rendszer humán elemeit tekintve, a vizsgálat kereteinek meghatározásakor elsősorban azt kell

²⁰ Visual Line of Sight: Látóhatár

²¹ Beyond Visual Line of Sight: Látóhatáron túli

rögzíteni, hogy az RPA repülését szervező, koordináló, végrehajtó személyzet feladata (munkaköre) milyen ismereteket, képességeket, jártasságokat igényel. Erre a kérdésre az RPA irányító személyzet kompetenciáinak pontos meghatározása, illetve munkakörének teljes mélységű vizsgálata adhat választ. Az azonban ennek megléte nélkül is belátható, hogy az RPA repülését megvalósító személy ismereteit, képességeit és jogi-szakmai felelősségét tekintve leginkább a pilótához áll közel, mindannak ellenére, hogy egyes részfeladatai átfedést mutatnak más légiközlekedési szakterületekkel is. A nemzetközi szabályozásban erre, tehát az RPA személyzet légi jármű vezetőként való azonosítására találhatók példák, melyet a több európai ország által bevezetett, az RPA irányítóját egyértelműen a pilóták körébe emelő brit BNUC repülési engedély testesít meg legkésebben. A BNUC és egyéb hasonló személyzet kategorizálási és engedélyezési struktúra az RPA repülés kockázati szintjéhez igazítja az irányító személyzet szükséges jártasságának és képzettségének szintjét. A hivatkozott struktúra annak elismerését jelenti, hogy az RPA személyzetét jogilag és szakmailag pilótának kell tekinteni, aki a repülés vonatkozásában a hagyományos pilótával egyenértékű felelősséggel bír, felel a repülés biztonságos végrehajtásáért és a szabályok betartásáért.

Az RPA repülését befolyásoló külső és belső veszélyforrások

A távirányítású repülőgép személyzete, illetőleg az üzemeltető szervezet a fenti vizsgálati kritériumok alapján következő kihívásokkal néz szembe:

Külső veszélyforrások:

- környezeti feltételek;
- a szakterület szabályozatlansága;
- eljárások kidolgozatlansága;
- biztonsági szempontok gyenge érvényesítése (légi járművek tervezése, védőruházat etc.)

Belső kihívások:

- a lehetséges személyzet változatos háttere;
- kiképzési, kiválasztási hiányosságok;
- kevés tapasztalat, kevés ismeret;
- biztonsági megfontolások figyelmen kívül hagyása.

Ami külső kihívásokat illeti, a legnagyobb problémát a szabályozási környezet és az RPA repülés mesterségbeli alapjainak részleges kidolgozottsága jelenti. Az RPA személyzet munkája, mint szakma akkor kerülhet igazán elismerésre, ha a vele szemben álló követelményeket, úgy is mint az egészségügyi alkalmassági, elméleti és gyakorlati képzettségi követelmények szabályokban kerülnek rögzítésre. Az így körülhatárolt alkalmassági kör és a szakmai feladatok által behatárolt munkakör alapján határozhatók meg a szükséges ismeretek, készségek és jártasságok. Ezek nélkül az RPA személyzete a belső kihívásoknak sem lesz képes megfelelni.

A belső kihívások egy jelentős része komoly emberi hibákat generálhat. A nem, vagy rosszul szabályozott kiválogatási és képzési rendszer egyenes utat jelent az emberi hibákhoz, mellyel a személyzetnek magának, valamint az üzemeltető szervezetnek kellene megbirkóznia.

Ám amennyiben a szervezet a megfelelő tudásnak vagy akaratnak nincs birtokában a veszélyforrások azonosítását és a hibák rendezését nagy nehézségek árán tudja majd végrehajtani.

A külső és belső kihívások leküzdése

Az emberi tényezőt érintő kihívások leküzdésének módszerei közül a kiképzést érdemes kiemelni. Az elméleti kiképzés feladata az RPA személyzet munkájának szakmai megalapozása, felkészítés minden olyan körülményre, helyzetre, mellyel a műveletek során a személyzet szembesülhet. Az általános repülési ismereteken kívül az emberi hiba leküzdésének legkézenfekvőbb módszereként a CRM²² kínálkozik. A CRM nem más, mint az emberi hiba kezelésének módszertára. Arra irányul, hogy az emberi tényezőben rejlő potenciált optimálisan legyünk képesek kihasználni a biztonság és a műveletek sikere érdekében. A CRM a következő képességek fejlesztését célozza:

- vezetői képességek;
- helyzetismeret, helyzet tudat kifejlesztése,
- helyes döntéshozatal képessége;
- kommunikációs képességek.

Fontos megjegyezni, hogy a CRM, illetve az arra irányuló kiképzés nem megszünteti, hanem kezeli az emberi hibákat. Olyan eszközöket biztosít a személyzet és a szervezet számára, melyekkel az emberi hibák észlelhetővé válnak még abban a stádiumban, maikor nem okozzák a biztonság közvetlen sérelmét. A CRM tehát a humán faktor oldaláról a repülésbiztonság proaktív eszközét jelenti.

CRM²³ kiképzés céljai mindemellett:

- az RPA személyzete valamint az üzemeltető szervezet számára bemutatni az emberi tényező szerepét és hatását a repülésbiztonságra;
- megtanítani az emberi tényező alkalmazás specifikus sajátosságait, és lehetőségeit a balesetek elkerülésében technikai és emberi hiba esetén;
- olyan stabil tudást és hozzáállást kialakítani, mely a tevékenység teljes spektrumában képes a potenciális balesetek megelőzésében való részvételre;
- a munkakörnyezet fejlesztése a személyzet egésze számára;
- elősegíteni a személyzet hibáinak megelőzését vezetés részéről.

Ami az RPA pilóták gyakorlati felkészítését illeti, abban a szimulátorok alkalmazásának kérdéseit érdemesnek figyelni. Az UAV repülés amerikai víziója²⁴, mely a 2000-es években látott napvilágot és 25 éves távlatban mutatja a be a pilótánélküli rendszerek fejlődését és kihívásait sok szempontból érdekes megállapításokat tesz a repülésbiztonság, valamint a pilótaképzés gazdaságosságát illetően. Megállapítja, hogy az emberi tényezőből fakadó hibák az UAV repülésének ugyanolyan velejárái, mint a pilótás repülésnek és várhatóan a helyzet nem is fog változni. A békeidőben elvesztett repülőgépek mintegy 70 százaléka esetében állapítottak meg az emberi tényezőre visszavezethető okokat. Ez a szám a repülőgépek fejlesztése, a kiképzés javítása, az eljárások finomítása ellenére maradt változatlan az elmúlt években. Az amerikai nézőpont szerint három lehetőség adódik a repülésbiztonsági mutatók javítására. Ezt a rendszerek autonómiájának

²² Crew Resource Management

²³ CAP 737 Crew Resource Management (CRM) Training Guidance For Flight Crew, CRM Instructors (CRMIS) and CRM Instructor Examiners (CRMIES) 4/1, www.caa.co.uk

²⁴ Unmanned ariel vehicles roadmap 2000-2025, Office of Secratry of Defense USA 2001. 54.o.



növelése, a rendszerek „tanítása” a szoftverek folyamatos fejlesztésével, valamint a légi jármű meghibásodások kiküszöbölése útján látják megoldhatónak. Ugyanakkor nem feledkeznek meg az UAV személyzetről sem. Az UAV kezelő személyzetének kiképzési tematikáját úgy tartják célszerűnek kialakítani, hogy abban a szimulátorok alkalmazása nagy részben váltsa ki a hagyományos gyakorló repüléseket és a virtuális valóság felhasználásának útján a repülés, a küldetés minden fázisa begyakorolható, a repülési jártasság pedig fenntartható legyen.

ÖSSZEGRZÉS

A távirányítású repülőgépek személyzete, hasonlóan a hagyományos pilótás repülés személyzetéhez kulcstényező a repülésbiztonság garantálásában. Felelősségük természete és terjedelme is megegyezik. Ám amíg a hagyományos légiközlekedésben tevékenykedő személyzet szakmailag és jogilag jól körülhatárolt követelmények mentén végzi munkáját, addig a távirányítású repülés személyzete csupán a repülésbiztonságért viselt felelősségen osztozik. A távirányítású rendszerek pilótái esetében a kiválogatás, kiképzés és hatósági engedélyezés egységes kereteinek meghatározása küszöbön álló feladatot jelent a nemzeti és közösségi szabályozás számára. A keretszabályok megalkotásához a távirányítású repülési ágazat szakmai specifikumainak lefektetése szükséges. Ennek szerves részét kell képeznie a biztonságért felelős személyzetet érintő kérdéseknek is. Az RPAS biztonságos integrációja a légiközlekedésbe csak így valósulhat meg. A repülési ágazat szakmai alapjainak letételekor célszerű olyan már meglévő és működő, az RPAS számára adaptálható elméletek, biztonságirányítási és hibakezelési rendszerek alkalmazása, mint az SRK modell, a TEM vagy a CRM.

A publikáció a TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 „Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások” pályázat keretében készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] CAP 737 Crew Resource Management (CRM) Training Guidance For Flight Crew, CRM Instructors and CRM Instructor-Examiners, www.caa.co.uk, 4.1. fejezet
- [2] COHN. V. Joseph: Training Evaluation of virtual environments, Routledge New York 2011. ISBN 978-0-8058-6293-5, 85. o.
- [3] Dr. DUDÁS Z. - Dr. RESTÁS Á.: Nemzetközi példák az UV repülés emberi tényezőit érintő jogi szabályozásra az RPAS 2012 konferencia tapasztalatai alapján, NKE Repüléstudományi Közlemények, 2012/3. sz. 1-10. o.
- [4] Human Factors/CRM in Aviation, (Presentation book), Joint Aviation Authority Training Organisation, 2012. Hoofddorp 220. o.
- [5] Human Factors/CRM in Aviation, (Content book), Joint Aviation Authority Training Organisation, 2012. Hoofddorp 102, 103, 111. o.
- [6] MARTINUSSEN M., HUNTER R.D. : Aviation psychology and Human Factors, CRC Press USA 2010. ISBN 978-1-4398-0853-6, 130-132. o.
- [7] Unmanned Ariel Vehicles Roadmap 2000-2025, Office of Secratry of Defense USA 2001. 54.o.
- [8] THOMPSON William T., HEALTH Terra: (USAF Safety Center. Predator mishap report; 2004) U.S. Military Unmanned Aerial Vehicle Mishaps: Assessment of the Role of Human Factors Using Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) 2005. 17. o.