

Domán László¹

Helikopterek speciális vészelhagyási eszközei

A különböző speciális vészelhagyást biztosító és segítő eszközök a helikopter személyzetének, esetleg az utasainak és a légi jármű egészének a túlélőképességét hivatottak biztosítani, amennyiben a helikoptert olyan találat éri, vagy olyan jellegű meghibásodás következik be, hogy az esetleges azonnali kényszerleszállás elkerülhetetlen. A cikkben ezeket az eszközöket kívánom bemutatni.

Kulcsszavak: vészelhagyás, helikopter, túlélés, ejtőernyő, katapultülés

Special Equipment for Abandonment of Helicopters

In this article I would like to introduce special tools for abandonment of helicopters. Devices which provide and assist successful emergency abandonment of an aircraft are designed to ensure the survival of the helicopter staff, or passengers and the whole aircraft, if the helicopter is hit or a malfunction occurs, such that an immediate forced landing is unavoidable.

Keywords: emergency abandonment, helicopter, survival, parachute, ejection seat

1. Bevezetés

A sérült, katasztrófát szenvedett polgári helikopterek utasainak, személyzetének mentési, menekülési eljárásai teljesen megegyeznek a hasonló rendeltetésű merev szárnyú repülőgépekével. Ez a katonai helikopterek egy részénél is alkalmazható, de a komplex védelem vizsgálatához mindenképpen figyelembe kell venni a harci alkalmazás sajátosságait is; e légi járművek tevékenységük jelentős részét az ellenség tűzhatáskörzetében folytatják, így egy esetleges találat esetén bekövetkezhet jelentős sérülésük, illetve ennek következményeként irányíthatóságuk teljes vagy részleges elvesztése.² Ekkor a személyzet túlélése érdekében biztosítani kell a vészelhagyás lehetőségét.

A hajtómű meghibásodásakor biztosítani lehet valamilyen más erőt a forgószárnylapátok forgásának fenntartásához és így a vezérelt/irányított repülés folytatásához egészen a földet

¹ Őrnagy, Nemzeti Közszerológiai Egyetem. Katonai Műszaki Doktori Iskola; e-mail: doman.laszlo79@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4472-2609>

² Óvári Gyula: Autorotálni, katapultálni vagy lezuhanni? *Haditechnika*, 28. (1992), 4. 3–4.

érésig. A helikopter süllyedése közben az áramló levegő szolgáltatja azt az energiát, amely szükséges a lapátok aerodinamikai ellenállásának leküzdésére és a forgatására. A helikopter ilyen jellegű süllyedését autorotációnak nevezzük,³ az ilyen kényszerleszállást, még kedvező magasság és sebesség mellett sem lehet kockázatmentesen végrehajtani. Függésből, nagy repülési sebességen és földközeli magasságban pedig nem is végezhető el biztonságosan.⁴ Az autorotáció mellett (amely a helikopterekkel végrehajtott kényszerleszállások leggyakoribb formája) olyan eszközök, illetve berendezések kialakítására is van lehetőség, amelyek megnövelik a személyzet és a légi jármű túlélőképességének esélyeit.

2. Ejtőernyő mint mentőeszköz

2.1. Személyi mentőernyő alkalmazása

A helikopterek repüléseiket a harctevékenység során rendszerint kis magasságon és a feladat függvényében általában a legnagyobb sebességgel hajtják végre. Többek között a nagy vízszintes sebesség mellett könnyebb alkalmazni a nemirányítható fegyverzetet, illetve a légvédelemnek a földközeli (körülbelül 5 és 15 m között) repülő helikoptert nehezebb felderíteni. A gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy a feladatokat földközeli repülési magasságon teljesítő, sérült, kormányozhatatlanná vált katonai helikopterek személyzete számára az ejtőernyővel történő kiugrás nem jelent reális védelmet, mivel az nem képes működésbe lépni. Emellett az ejtőernyő alkalmazását korlátozza, hogy csak az erre kiképzett személyek használhatják, a gép utasai nem, valamint zuhanáskor történő kiugráskor fennáll a helikopterrel való ütközés veszélye.⁵

Az ejtőernyő felhasználhatóságának korlátját az jelenti, hogy a légi jármű nagy sebessége, bonyolult mozgása és az ebből adódó erőhatások miatt a biztonságos gépelhagyás lehetetlenné válik.

2.2. Katapultálás helikopterből

Az előzőekben felsorolt hiányosságok elvben kiküszöbölhetők lennének a lefelé történő katapultálással, ekkor azonban az ernyő kinyílásához, a függésből történő kiugráskor is minimálisan szükséges 50–60 m-es magasság több mint kétszerese kellene. Számottevően csökkentené a vészelhagyás minimális repülési magasságát, ha az ülésel történő katapultálás vagy vontatórakétával történő kiemelés a forgószárny forgássíkjával párhuzamosan, esetleg azt megkerülő pályán történne. E módzatokkal sem küszöbölhető azonban ki az alábbi hiányosságok legalább egyike: a) földközeli, bedöntött helyzetű helikopterből történő katapultáláskor fennáll a talajhoz csapódás veszélye; b) szerkezetileg nehéz az oldalirányba

³ Botta András: *A repülés szerelmesei, autorotáció*. Aerofriends, 2009. Elérhető: www.aerofriends.hu/repules-technikai-uzemeltetesi-okosságok/autorotacio (A letöltés dátuma: 2019. 10. 27.)

⁴ Óvári Gyula: Biztonság és repüléstechnikai megoldások katonai helikopterek harci túlélőképességének javítására. *Repüléstudományi Közlemények*, (2005), 2. 1–14. 12.

⁵ Óvári (1992) i. m. (2. l.) 5–10.

repülő ülés előre és oldalra történő pörgésének kiküszöbölése; c) nem kellően tisztázottak az oldalirányú túlterhelés emberi szervezetre gyakorolt kedvezőtlen hatásai.

A fentiek alapján belátható, hogy a korszerű követelményeknek megfelelő, nulla repülési magasság és sebesség mellett történő katapultálás csak felfelé történhet. Ennek azonban elengedhetetlen feltétele az egész forgószárny, vagy csak lapátjainak, előzetes eltávolítása (lerobbantása). Az elvégzett vizsgálatok szerint a forgószárnyat (vagy lapátokat), valamint a fülketetőt lerobbantó és az ülést kilövő rendszer szinkronizálása, valamint a véletlen működésbe lépésének megakadályozása meglehetősen költséges, bonyolult feladat. Működtethető bepördült helikopterből is, több ülés elhelyezése esetére pedig rendelkezik a kilövési sorrendet programozó és a repülési pályákat elkülönítő vezérlőrendszerekkel. Az elvégzett kísérletek alapján megállapítható, hogy valamennyi technikai nehézség megoldása után is, egy ejtőernyő-gyorsnyitó mechanizmussal ellátott katapultülés használhatósága extrém repülési helyzetekben a repülési magasság és sebesség szerint korlátozott. Vagyis földközélen, intenzíven süllyedő vagy bedöntött helikopterből a katapultálás megfelelő biztonsággal nem hajtható végre.⁶

A rendszer alkalmazásának legerősebb korlátját a pilóta gyorsulásából adódó túlterhelése jelenti, mivel az a gépelhagyás során néhány tizedmásodpercre elérheti akár a 16-20-as értéket is. Az elviselhetőségét jellemző módon a légijármű-vezető fizikai képességei, a terhelés iránya és ideje befolyásolja. A katapultálás technikai megvalósítása jelentős technikai feltételrendszer biztosítását igényli. Az ejtőernyővel történő vészelhagyáshoz hasonlóan, kizárólag a helikoptert vezető személyzet esetében lehet megoldás, amennyiben utasok is tartózkodnak a helikopteren, akkor etikai megfontolásból nyilvánvalóan már nem.⁷

Eddig egyedül a Ka-50/52-es típusú harci helikoptereken rendszeresítették a K-37-800M típusú katapultülést (1. ábra), amelyet az orosz ZVEZDA cég fejlesztett ki 2007-ben.⁸

2.2.1. A K-37-800M típusú katapultülés jellemzői

A K-37-800M két alrendszerből áll: egy ülésből és egy fedélzetiből. Ezeket úgy tervezték, hogy a Ka-50 és a Ka-52 típusú helikopterek pilótái számára számos, a repülés során elvégzendő feladat végrehajtását segítse és – a ZSH-7BS sisakkal és a KKO-VK-LP oxigénellátó berendezéssel együtt – biztonságos vészelhagyást biztosítson a használat során. Vészhelyzetben történő leszállás során az ülések energiaelnyelő-képessége miatt csökken a személyzetre nehezedő túlterhelés. Vészelhagyáskor maga az ülés a fülkében marad.

A folyamat beindításakor elsőként lerobbantják a forgószárnyak lapátjait, majd ezt követően megfelelő mechanizmusok oldják a személyzet üléshez rögzítő hevedereit és elsőként a fülketetőt, majd rugós mechanizmussal a katapultrakétát vetik ki a fülkéből. Az utóbbi vontatókötéllel kapcsolódik a helikoptervezető ejtőernyő-rögzítő hevederéhez. A fülkén kívülről működni kezd a vontatókatapult rakétahajtóműve, amely a kötélszál segítségével kiemeli a helikoptervezetőt ejtőernyőjével együtt az üléséről, és eltávolítja az irányíthatatlan helikoptertől.

⁶ Óvári (1992) i. m. (2. lj.) 12–13.

⁷ Hennel Sándor – Ozsváth Sándor: Légijárművek mentőberendezései és azok jövőbeni fejlesztési irányai. *Katonai Logisztika*, 21. (2013), 1. 216–234. 222–223.

⁸ *The Manufacturers*. The ejection site. Elérhető: www.ejection-site.com/emakers.htm (A letöltés dátuma: 2019. 10. 20.)

A töltet teljes kiégése előtt a rakéta leoldódik a hajózóról és továbbrepül, megakadályozva így az esetleges összeütközést.⁹

A katapultülést a következő eszközökkel együttesen alkalmazzák:

- hajózó repülési ruha;
- KKO-VK-LP fedélzeti oxigénellátó berendezés;
- ZSH-7BS (ZSH-7B) sisak, beleértve az éjjellátó szemüveget;
- NAZ-Ir túlélő készlet;
- MSK-5 merülőruha;
- ASP-74 mentőmellény;
- víz alatti légzőkészülék.

A K-37-800M típusú katapultülés műszaki adatai:

- repülési sebesség tartománya: 90 és 350 km/h között;
- repülési magasság tartománya: 0 és 5000 m között;
- pilótafelszerelés teljes tömege: 6,5-12,8 kg;
- személyzet megengedett tömege: 57,0-91,4 kg;
- ülések függőleges állíthatósága: 810 és 980 mm között;
- pirotechnikával feltöltött ülés tömege: legfeljebb 57,25 kg.¹⁰



1. ábra

K-37-800M katapultülés. Forrás: Ejection & Shock-Absorbing System K-37-800M. Zvezda. i. m. (10. l.)

⁹ Óvári (1992) i. m. (2. l.) 14.

¹⁰ Ejection & Shock-Absorbing System K-37-800M. Zvezda. Elérhető: www.zvezda-npp.ru/en/node/695 (A le-töltés dátuma: 2019. 10. 20.)

2.3. A teljes helikopter ejtőernyővel történő földet érése

Ugyancsak az alkalmazhatóság magassági és sebességi korlátai miatt nem várható az – egyébként nagy anyagi értékek mentésére alkalmas – teljes helikoptert vagy annak csak a fülkerészét leszállító ernyőrendszerek elterjedése. A módszer hátránya, hogy a beépítendő leválasztó- és ernyőegység a helikopter tömegét jelentősen megnövelheti.

Jelenleg a Zefhir típusú helikopter (2. ábra), az egyetlen, amely ejtőernyőrendszerrel rendelkezik. Amennyiben az autorotáció nem kivitelezhető, és a személyzet ejtőernyővel történő vészelhagyása sem lehetséges vagy nem indokolt, lehetséges az egész helikopter ejtőernyővel történő földet érése is, ezt azonban csak kis tömegű gépeknél alkalmazzák.



2. ábra

Zefhir típusú helikopter ejtőernyővel. Forrás: A big step forward in the history of flight safety. Zefhir. Elérhető: <http://zefhir.eu/2018/09/27/a-big-step-forward-in-the-history-of-flight-safety/> (A letöltés dátuma: 2019. 09. 20.)

2.3.1. Zefhir helikopter ejtőernyős rendszere

A Zefhir az első helikopter a világon, amely innovatív ballisztikus ejtőernyős mentőrendszerrel van felszerelve (3. ábra). Az eszköz kifejlesztésének fő célja az olyan esetek megelőzése volt, amikor a repülésvezérlés meghibásodik, vagy a manőverezőképesség elvesztése miatt kényszerleszállásra van szükség, de a repülés olyan területen történik, ahol várhatóan a vészhelyzeti

leszállás nem hajtható végre biztonságosan, mert olyanok a repülési feltételek, amelyek megakadályozzák az autorotáció kivitelezését.

2018. június 22-én Szardínia Oristano-Fenosu repülőterén sikeresen tesztelték a ballisztikus ejtőernyős rendszert egy Zefhir típusú helikopteren. Ez volt az első olyan tesztrepülés, amelyet egy ilyen rendszerrel ellátott légi járművel hajtottak végre.¹¹

A fő forgószárny fölé telepített ejtőernyőt úgy tervezték, hogy amennyiben az autorotáció nem hajtható végre, a helikopter biztonságosan le tudjon szállni. Az eljárás során, miután a helikopter elérte a körülbelül 55 km/h sebességet és a 300 méteres repülési magasságot, a hajtóművet lekapcsolták, hogy szimulálják a hajtómű-meghibásodást. A helikopter süllyedési sebessége kevesebb mint 7,5 méter/másodperc (27 km/h) volt. A földet érés során fellépő túlterhelések az emberi életet nem veszélyeztető határok között mozogtak. Az eszközt valójában úgy tervezték, hogy a maximális sebesség (185 km/h) esetén is működésbe kell lépnie, és fő célként nem a helikopter szerkezeti épségét, hanem a személyzet életét kell megmentenie.



3. ábra

Zefhir ejtőernyőrendszer a forgószárny agyon. Forrás: Helicopter Parachute Rescue System Demonstrated. Aero-news, 2018. Elérhető: www.aero-news.net/images/content/commav/2018/Zefhir-parachute-1018b.jpg (A letöltés dátuma: 2019. 11. 20.)

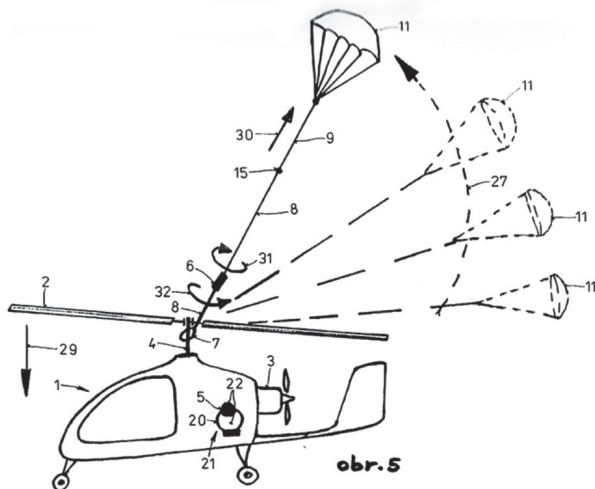
Az innovatív forgószárnyféknek köszönhetően a hajtómű leállítása után a forgószárnyak gyors leállítása határozza meg az előrepülés és a függőleges süllyedés közötti átmenetet. Ennek következtében a helikopter, amelynek megengedett maximális felszálló tömege 700 kg, a hajtómű és a forgószárnyak teljesen megállt állapotában száll le.¹²

¹¹ Frank Wolfe: *Italian Manufacturer Tests 'First' Ballistic Parachute System for Helicopters.* Elérhető: www.rotorandwing.com/2018/10/17/italian-manufacturer-tests-first-ballistic-parachute-system-helicopters/ (A letöltés dátuma: 2019. 09. 27.)

¹² *Helicopter Parachute Rescue System Demonstrated.* Aero-news, 2018. Elérhető: www.aero-news.net/images/content/commav/2018/Zefhir-parachute-1018b.jpg (A letöltés dátuma: 2019. 11. 20.)

Galaxy GRS ejtőernyőrendszer

Az ejtőernyő-alapú mentőrendszerek egy speciális változata a GRS,¹³ amely a teljes repülőgépet és nem csak a személyzetet védi. A GRS ernyőjét, egy zárt konténerben, a repülőgéptől 15-18 méterre lövik ki, amely állapotban a teljes felfüggesztőrendszer feszített helyzetbe kerül (4. ábra).



4. ábra

Galaxy GRS ejtőernyő működése. Forrás: Gyro & Helicopters. Galaxy GRS. i. m. (15. l.)

A konténer csak ezután nyílik ki, így a kupola elkerüli a repülőgép sárkányszerkezeti elemeit. Az egész egység úgy lett kialakítva, hogy az adott körülményeknek megfelelő, lehető leggyorsabb nyílást tegye lehetővé, így biztosítva a biztonságos üzemelést az elérhető legkisebb repülési magasságból. Amikor a kupola a helikopter felett 18 méter magasan kinyílik, a rakéta mozgási energiájánál fogva továbbrepül és leválik róla. A repülési sebességtől függően a teljes folyamat 1,5-6 másodperc alatt megy végbe. Ennek megfelelően a biztonságos repülési, nyitási magasság a repülési sebességtől, a kilövés irányától, a repülőgép mozgásától és az eszköz beszerelésétől függően 60-150 méter földfeletti magasságon már megvalósítható (5. ábra). A rakéta bármilyen irányba kilőhető, de legcélszerűbb azt a légi jármű hossz tengelyével szög bezáróan elvégezni.¹⁴ A GRS-rendszer csak olyan helikoptereknél használható, amelynek maximális felszálló tömege 750 kg alatt van és a sebessége legfeljebb 270 km/h. Katonai alkalmazása egyelőre nem ismert.¹⁵

¹³ Galaxy Rescue System.

¹⁴ Hennel–Ozsváth i. m. (7. l.)

¹⁵ Gyro & Helicopters. Galaxy GRS. Elérhető: www.galaxysky.cz/gyro-amp-helicopters-s65-en (A letöltés dátuma: 2019. 10. 20.)



5. ábra

Galaxy GRS-szel felszerelt helikopter. Forrás: Gyro c Helicopters i. m. (15. l.j.)

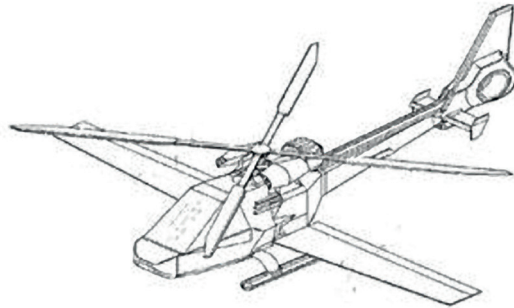
3. Helikopter felfújható szárnyakkal történő leszállása

Egyhajtóműves helikopterek vészhelyzetben történő leszállása esetén a repülésbiztonsági kockázatok csökkentésére az Egyesült Államokban egy speciális rendszer kutatás-fejlesztésével foglalkoztak az 1990-es évek második felében. Jelenleg a szabadalmi jogok a dél-koreai Korea Aerospace Research Institute tulajdonában vannak (6. ábra).¹⁶

Az előzőekben ismertetett berendezések csak abban az esetben működnek, amikor a helikopter forgószárnya már nem forog. Ennek az az oka, hogy amikor az ejtőernyőket olyan helyzetben működtetik, mint az autorotáció, amikor forog a forgószárny, az ejtőernyős zsinórt érintő másodlagos balesetek is bekövetkezhetnek. Ezért azok a technikai megoldások csak olyan helyzetekben, mint például a hajtóművek leállítása, illetve a forgószárnyak és a farok-légcsavar megállása után használhatók biztonságosan.

¹⁶ *Inflatable wing for rotary-wing aircraft.* KARI Korea Aerospace Research Institute, US9821907B2. Elérhető: <https://patents.google.com/patent/US9821907B2/en> (A letöltés dátuma: 2019. 10. 20.)

A rendszer a következő részekből áll: a) helikopter oldalaira felrögzített felfújható rekeszekből álló elem; b) szárnyak optimális felfúvódását irányító egység; c) levegőellátó berendezés, amely a repülés alatt tárolja, és szükség esetén eljuttatja a megfelelő mennyiségű és nyomású levegőt a helikopterben elhelyezett tartályokból a szárnyak rekeszeibe.



6. ábra

Felfújható szárnyak. Forrás: Inflatable wing for rotary-wing aircraft i. m. (16. l.)

4. Biztonságos földet érés

A gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy a földközeli magasságból lezuhant helikopterek mozgása során a becsapódás függőleges sebesség-összetevője 6 és 15 m/s közé esik. Ebből adódóan a megfelelő védelmet az jelentheti, ha a helikopterek szerkezetét alkalmassá tesszik az ilyen irányú terhelések elviselésére. Ez nem történhet a sárkányszerkezet merevségének növelésével, mivel az jelentős szerkezeti tömegnövekedést okozna, és a függőleges túlterhelés a rövid fékezési úthossz miatt az emberi szervezet számára elviselhetetlen mértékben megnövekedne. A lezuhanásból származó ütközési energia elnyelését a leghosszabb fékezési úthosszon (azaz a legkisebb lassulással és így a legkisebb túlterheléssel) kell biztosítani. Ez csak a sárkányszerkezet meghatározott elemeinek egymást követő, irányított deformációjával lehetséges, elsődleges energiaelnyelőként a helikopter-futómű szolgál. Ezért, az ilyen repülőeszközökön – a kézenfekvő aerodinamikai megfontolások ellenére – hosszúlökétű, nem behúzható, karos futóműveket alkalmaznak, mivel a berugózás függvényében növekvő erőátviteli képességük kedvezőbb, mint a teleszkópikus rugóstagé. Ezt követően további energiaelnyelés a futómű kitérése, a törzs alsó részének irányított, rugalmatlan deformációja és a megfelelően kialakított energiaelnyelő ülések alkalmazása által lehetséges, amelyek megfelelnek például az EASA ETSO-C127a és a MIL-S-58095 szabványoknak (7. ábra).



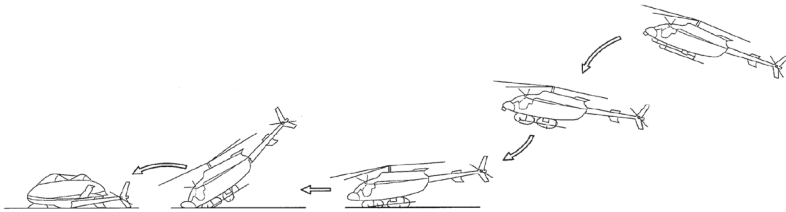
7. ábra

Martin-Baker helikopter személyzeti ülése. Forrás: Armoured Crew Seat. Martin-Baker. Elérhető: <http://martin-baker.com/products/armoured-crew/> (A letöltés dátuma: 2019. 10. 20.)

Ugyancsak konstrukciósan megelőzendő feladat, hogy sérült tüzelőanyag, hidraulikaolaj vagy gázvezetékek tartalma a fülkébe jusson, illetve hogy ott szakadt, törött elektromos vezetékek, berendezések szikraképződést ne okozzanak.¹⁷

5. Külső ütközéscsillapító légszak alkalmazása

A külső ütközéscsillapító légszakokat tartalmazó rekeszek a helikopter törzse alatt helyezkednek el (8. ábra). A helikopter zuhanása során a helikopteren elhelyezett szenzorok adatai alapján, még a becsapódás előtt automatikusan vagy személyzet által manuálisan irányítva felfújódnak és elnyelik az ütközés során keletkező energia nagy részét, így biztosítva a személyzet számára a túlélés lehetőségét.¹⁸



8. ábra

Külső ütközéscsillapító légszak elvi működése. Forrás: Crash attenuation system for aircraft. Bell Helicopter Textron Inc., EP2200852B1. i. m. (18. lj.)

¹⁷ Óvári (2005) i. m. (4. lj.) 12–13.

¹⁸ *Crash attenuation system for aircraft.* Bell Helicopter Textron Inc., EP2200852B1. Elérhető: <https://patents.google.com/patent/EP2200852B1/en?q=Crash&q=attenuation&q=system&q=aircraft&oq=Crash+attenuation+system+for+aircraft> (A letöltés dátuma: 2019. 10. 30.)

6. Felfújható vészhelyzeti úszórendszer alkalmazása

A katonai helikopterek gyakran használják a víz felett végzett műveletekhez. A legtöbb esetben ezek a repülőgépek nem rendelkeznek olyan rendszerrel, amely elegendő úszóképességet biztosít a helikopterek felszínen tartásához, ami problémát okoz, ha a légi jármű a vízbe zuhan. Ez jelentős kockázatot jelent a helikopterek és a személyzet számára a víz feletti művelet során.

A helikopterekre felszerelhető külső úszó ballonok segítségével biztosítható a vízfelszínre történő leszállás esetén az állandó úszóképesség, azonban ezek a rendszerek jelentősen növelik a helikopterek méretét és légellenállását, növelve ezzel a vizuális felderíthetőséget és csökkentve a manőverezőképességet. Továbbá növelik az üzemanyag-fogyasztást, ami csökkenti a helikopterek hatósugarát, a szállítandó hasznos teher tömegét, ezáltal a légi jármű teljes hatékonyságát.

Ennek következtében a tervezők és gyártók a felfújható úszóegységek (EFS)¹⁹ fejlesztésére fókuszáltak. A 9. és 10. ábrán látható a H145M típusú helikopter felfújható úszó ballonja, ahol a csúszótalpas futóművekre felszerelték a felfújható ballonokat. A törzs alsó részén pedig az a tartály található, amely a felfújáshoz szükséges gázt tartalmazza.



9. ábra

Airbus H145M helikopter felfújható úszó ballonja. Forrás: Safety information notice H145M Emergency floatation system. Airbus. Elérhető: www.airbus.com/content/dam/corporate-topics/safety/SIN-3061-00-Rev0-EN.pdf (A letöltés dátuma: 2019. 10. 20.)

A legtöbb esetben a helikopterek felfújható úszó ballonja vagy a sárkányszerkezet alsó részén, a helikopter belsejében vagy a légi jármű külső részén, felfüggesztve helyezkedik el (11. ábra). Mivel a legtöbb esetben a törzs felett elhelyezkedő hajtóműveknek és a forgószárnyaknak köszönhetően magasan van a súlypont, a felfújható úszó rendszerek a víz felszínén úszó helikopter felborulását eredményezhetik, ami problémákat okoz a kimentésre szoruló személyzet és az utasok számára. A rendszereket gyakran károsítja az ütközés és teljesen hatástalanná válik²⁰.

¹⁹ EFS – Helicopter Emergency Floatation Systems.

²⁰ *Helicopter Emergency Floatation Systems (EFS).* Sky Brary. Elérhető: [www.skybrary.aero/index.php/Helicopter_Emergency_Floatation_Systems_\(EFS\)](http://www.skybrary.aero/index.php/Helicopter_Emergency_Floatation_Systems_(EFS)) (A letöltés dátuma: 2019. 10. 20.)



10. ábra

Airbus H145 helikopter felfújható úszóballonja felfújít helyzetben. Forrás: Safety information notice H145M Emergency floatation system. Airbus. Elérhető: www.airbus.com/content/dam/corporate-topics/safety/SIN-3061-00-Rev0-EN.pdf (A letöltés dátuma: 2019. 10. 20.)



11. ábra

Helikopter vészhelyzeti felfújható úszóballon. Forrás: Helicopter Emergency Floatation Systems (EFS). Sky Brary. Elérhető: [www.skybrary.aero/index.php/File:Emergency_Floatation_Systems_\(EFS\).jpg](http://www.skybrary.aero/index.php/File:Emergency_Floatation_Systems_(EFS).jpg) (A letöltés dátuma: 2019. 10. 20.)

6.1. Pegasus (Aircraft Buoyancy System)

A Pegasus rendszert úgy alakították ki, hogy a vízfelszínnel történő ütközés során felfújódnak az úszókamrák gázzal, így lebegve tartva a helikoptert a víz felszínén. A jelentősebb mechanikai

és környezeti hatásoknak való ellenállásra tervezték. A Pegasus esetében a tervező úgy oldotta meg az előzőekben említett, a helikopterek magasabban elhelyezkedő súlypontja miatti problémákat, hogy olyan gázellátórendszert használ, amelyben nincs szükség a nehéz gázpalackok alkalmazására, és emiatt a helikopter sárkányszerkezete olyan helyzetben tartható, hogy nem fog felborulni (12. ábra).²¹



12. ábra

Pegasus rendszer. Forrás: Pablo Vinales: Life-saving helicopter flotation technology to be developed for Australian Defence Force in Tasmania. ABC News. Elérhető: www.abc.net.au/news/2016-03-10/adf-helicopter-flotation-technology-to-be-developed-tasmania/7237516 (A letöltés dátuma: 2019. 10. 27.)

Az eszköz, amelyet számos katonai és polgári helikopteren alkalmaznak, ellenáll egy 20-as túlterhelésnek, kis tömegű, illetve emellett aerodinamikai szempontból előnyös a geometriai kialakítása.

Többek között az ausztrál haditengerészet helikopterein a Tiger ARH²², MRH²³-90, illetve a Sea Hawk típusokon, de emellett számos egyéb rendőrségi, tűzoltó és mentőhelikopteren is rendszeresítették. A legnagyobb polgári felhasználása az olaj- és gáziparágban történik, ahol a nagyszámú tengeri repülésnek nagyfokú a repülésbiztonsági kockázata.²⁴

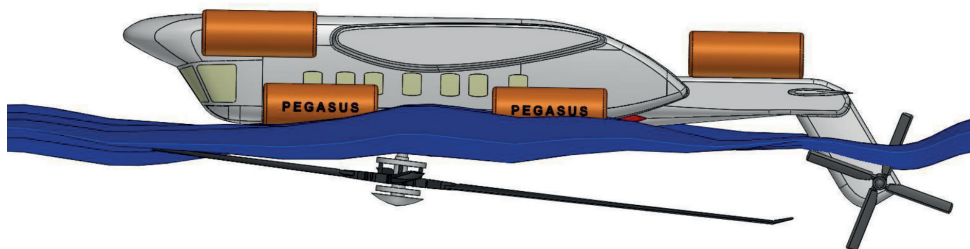
A Tiger, a Sikorsky S-92 (13. ábra) és a kisebb Agusta Westland AW109 típusú helikoptereken hajtották végre a tesztek. Az eszköznek csak két mechanikus rögzítési pontja van a sárkányszerkezethez, és úgy lett tervezve, illetve elhelyezve a helikopteren, hogy illeszkedjen a légi jármű teherviselő rendszeréhez.

²¹ *Navy diver turns expertise into life-saving device.* Australian Government, IP Australia, 2016. Elérhető: www.ipaustralia.gov.au/tools-resources/case-studies/navy-diver-turns-expertise-life-saving-device (A letöltés dátuma: 2019. 10. 22.)

²² ARH – Armed Reconnaissance Helicopter.

²³ MRH – Mulri Role Helicopter.

²⁴ *New Buoyancy System for Helicopter Emergencies.* The Maritime Executive, 2014. Elérhető: www.maritime-executive.com/article/New-Buoyancy-System-for-Helicopter-Emergencies-2014-09-10 (A letöltés dátuma: 2019. 11. 20.)



13. ábra

Pegasus rendszer egy Sikorsky S-92 helikopterre felszerelve. Forrás: Post-Crash Emergency Buoyancy System. One Atmosphere. Elérhető: www.caa.co.uk/uploadedFiles/CAA/Content/Standard_Content/Safety_initiatives_and_resources/Safety_projects/Helicopter_Safety_Research_Management_Committee/One%20Atmosphere%20HSRMC%20Presentation.pdf (A letöltés dátuma: 2019. 11. 20.)

A rendszer legalább két pirotechnikai eszközt tartalmaz, amelyek együttes működése biztosítja az úszóegység gyors működtetését, anélkül, hogy maga is megsérüljön.

A használt gázok némelyike rendkívül nagy hőt adhat le, így a tartályok olyan anyagból készülnek, amelyek ellenállnak a nagy hőmérsékletnek. Az eszközt alkotó szálak nagy szakítószilárdságúak, hogy ellenálljanak a dinamikus terheléseknek, miközben az a víz alól felemeli a helikoptereket. Emellett jelentős ütésálló tulajdonságokkal is rendelkezik, biztosítva az úszórendszer működőképességét a változatos környezeti körülmények között.²⁵

Elektronikus ütközésésszelő rendszerét úgy tervezték, hogy automatikusan beindítja az eszközt, amennyiben a légi jármű a víz felszínére csapódik be, emellett a hajózó személyzet manuálisan is tudja működtetni, ha szabályozott leszállást kell végrehajtani. Ezenkívül a belső diagnosztikai áramkörök segítségével folyamatosan ellenőrzik a rendszer elemeit.

A Pegasus külső borítása könnyű kompozit, amely ellenál a mechanikai hatásoknak, az elektromágneses sugárzásnak, a repeszeknek és emellett ellenáll a magas hőmérsékletnek. A borítás megóvja az eszközt a tengeri környezet káros hatásaitól és a hajtóművek kiáramló gázaitól.²⁶

7. Összegzés

Jelen cikkben a helikopterek speciális vészelhagyási lehetőségeit mutattam be. Látható, hogy a kutatás-fejlesztéssel foglalkozó vállalatok számos olyan technikai megoldást terveztek és dolgoztak ki, amelyek egy esetleges légiközlekedési esemény vagy hadműveleti terület feletti találat esetén növelik a légi járművek és főként a személyzet túlélési esélyeit.

²⁵ *Additional buoyancy for offshore helicopters.* One Atmosphere. Pegasus. Elérhető: www.caa.co.uk/uploadedFiles/CAA/Content/Standard_Content/Safety_initiatives_and_resources/Safety_projects/Helicopter_Safety_Research_Management_Committee/Pegasus%20EASA%20Briefing%20Sheet.pdf (A letöltés dátuma: 2019. 11. 20.)

²⁶ *Aviation PEGASUS (Aircraft Buoyancy System).* One Atmosphere. Elérhető: <http://oneatmosphere.com.au/services/aviation-pegasus.html> (A letöltés dátuma: 2019. 10. 20.)

Az elemzett berendezések többsége nemcsak a tervezőasztalon létezik, hanem a különböző típusú helikopterekre már fel is szerelték, és számos esetben már az előírt tesztrepüléseket követően a hatósági engedélyek birtokában az alkalmazásuk is megtörtént.

Felhasznált irodalom

- Additional buoyancy for offshore helicopters.* One Atmosphere. Pegasus. Elérhető: www.caa.co.uk/uploadedFiles/CAA/Content/Standard_Content/Safety_initiatives_and_resources/Safety_projects/Helicopter_Safety_Research_Management_Committee/Pegasus%20EASA%20Briefing%20Sheet.pdf (A letöltés dátuma: 2019. 11. 20.)
- Armoured Crew Seat.* Martin-Baker. Elérhető: <http://martin-baker.com/products/armoured-crew/> (A letöltés dátuma: 2019. 10. 20.)
- Aviation PEGASUS (Aircraft Buoyancy System).* One Atmosphere. Elérhető: <http://oneatmosphere.com.au/services/aviation-pegasus.html> (A letöltés dátuma: 2019. 10. 20.)
- A big step forward in the history of flight safety.* Zefhir. Elérhető: <http://zefhir.eu/2018/09/27/a-big-step-forward-in-the-history-of-flight-safety/> (A letöltés dátuma: 2019. 09. 20.)
- Botta András: *A repülés szerelmesei, autorotáció.* Aerofriends, 2009. Elérhető: www.aerofriends.hu/repulestechnikai-uzemeltetesi-okosagok/autorotacio (A letöltés dátuma: 2019. 10. 27.)
- Crash attenuation system for aircraft.* Bell Helicopter Textron Inc., EP2200852B1. Elérhető: <https://patents.google.com/patent/EP2200852B1/en?q=Crash&q=attenuation&q=system&q=aircraft&oq=Crash+attenuation+system+for+aircraft> (A letöltés dátuma: 2019. 10. 30.)
- Ejection & Shock-Absorbing System K-37-800M.* Zvezda. Elérhető: www.zvezda-npp.ru/en/node/695 (A letöltés dátuma: 2019. 10. 20.)
- Gyro & Helicopters.* Galaxy GRS. Elérhető: www.galaxysky.cz/gyro-amp-helicopters-s65-en (A letöltés dátuma: 2019. 10. 20.)
- Helicopter Emergency Floatation Systems (EFS).* Sky Brary. Elérhető: [www.skybrary.aero/index.php/Helicopter_Emergency_Floatation_Systems_\(EFS\)](http://www.skybrary.aero/index.php/Helicopter_Emergency_Floatation_Systems_(EFS)) (A letöltés dátuma: 2019. 10. 20.)
- Helicopter Parachute Rescue System Demonstrated.* Aero-news, 2018. Elérhető: www.aero-news.net/images/content/commav/2018/Zefhir-parachute-1018b.jpg (A letöltés dátuma: 2019. 11. 20.)
- Hennel Sándor – Ozsváth Sándor: *Légijárművek mentőberendezései és azok jövőbeni fejlesztési irányai.* *Katonai Logisztika*, 21. (2013), 1. 216–234.
- Inflatable wing for rotary-wing aircraft.* KARI Korea Aerospace Research Institute, US9821907B2. Elérhető: <https://patents.google.com/patent/US9821907B2/en> (A letöltés dátuma: 2019. 10. 20.)
- The Manufacturers.* The ejection site. Elérhető: www.ejection-site.com/emakers.htm (A letöltés dátuma: 2019. 10. 20.)
- Navy diver turns expertise into life-saving device.* Australian Government: IP Australia, 2016. Elérhető: www.ipaustralia.gov.au/tools-resources/case-studies/navy-diver-turns-expertise-life-saving-device (A letöltés dátuma: 2019. 10. 22.)
- New Buoyancy System for Helicopter Emergencies.* The Maritime Executive, 2014. Elérhető: www.maritime-executive.com/article/New-Buoyancy-System-for-Helicopter-Emergencies-2014-09-10 (A letöltés dátuma: 2019. 11. 20.)
- Óvári Gyula: *Autorotálni, katapultálni vagy lezuhanni?* *Haditechnika*, 28. (1992), 4. 3–24.

- Óvári Gyula: Biztonság és repüléstechnikai megoldások katonai helikopterek harci túlélőképességének javítására. *Repüléstudományi Közlemények*, (2005), 2. 1–14.
- Post-Crash Emergency Buoyancy System*. One Atmosphere. Elérhető: www.caa.co.uk/uploaded-Files/CAA/Content/Standard_Content/Safety_initiatives_and_resources/Safety_projects/Helicopter_Safety_Research_Management_Committee/One%20Atmosphere%20HSRMC%20Presentation.pdf (A letöltés dátuma: 2019. 11. 20.)
- Safety information notice*. H145M Emergency floatation system. Airbus. Elérhető: www.airbus.com/content/dam/corporate-topics/safety/SIN-3061-00-Rev0-EN.pdf (A letöltés dátuma: 2019. 10. 20.)
- Vinales, Pablo: *Life-saving helicopter flotation technology to be developed for Australian Defence Force in Tasmania*. ABC News, 2016. Elérhető: www.abc.net.au/news/2016-03-10/adf-helicopter-flotation-technology-to-be-developed-tasmania/7237516 (A letöltés dátuma: 2019. 10. 27.)
- Wolfe, Frank: *Italian Manufacturer Tests 'First' Ballistic Parachute System for Helicopters*. Elérhető: www.rotorandwing.com/2018/10/17/italian-manufacturer-tests-first-ballistic-parachute-system-helicopters/ (A letöltés dátuma: 2019. 09. 27.)