

Terpezcz Gábor

Menekülés a levegőből

Az ember ősi vágya, hogy meghódítsa az eget. Az éghódító törekvések áldozatokat követeltek és követelnek ma is. A technika fejlődésével egyre több mentési megoldást fejlesztettek ki. A tanulmány során ezeknek a mentőrendszereknek az evolúcióját tekintjük az ejtőernyőtől a katapultülésig.

Kulcsszavak: léggömb, repülés, katapult, mentőrendszer, ejtőernyő, Heinkel, Dornier, Martin-Baker, Zvezda, Goodrich

1. Bevezető

Az ember ősi vágya, hogy meghódítsa az eget. Már az első kísérletek résztvevői is rájöttek, hogy a repülés „veszélyes üzem”. Mítoszok és legendák formájában sok kísérlet maradt fenn, de az első „dokumentált” katasztrófa Daidalosz és Ikarosz repülése kapcsán következett be.

Régi kínai levéltári okmányok szerint a mai ejtőernyő őse Kínában 1306-ban, Fo-Ki En császár koronázási ünnepségén mutatkozott be először. Az ugrók bambuszrudakra feszített bőrkupolával és kezükre erősített kötelekkel tornyokból és magas fákról hajtottak végre ugrásokat.

1.1. Leonardo da Vinci munkássága

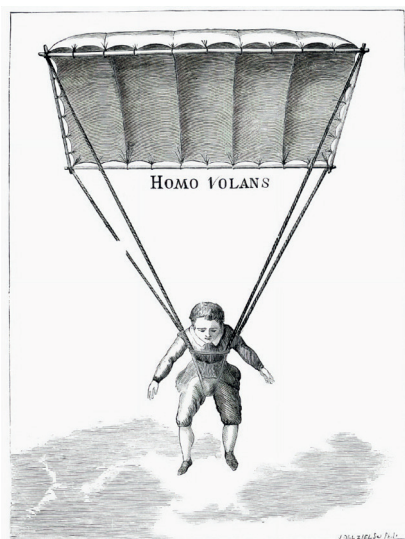
Hasonló leírások maradtak fenn Indiából is. Az 1500-as évek körül Olaszországban Leonardo da Vinci *A madarak repülésének kódexe* című munkájában már nemcsak vázlatrajzokat készített az ejtőernyőről, hanem meghatározta a szerkezet helyes működésének módját is. A Leonardo da Vinci által tervezett ejtőernyő-kupola felülete 62 m² volt, ami már lehetővé teszi egy ember biztonságos leeszkeskedését. A tervének gyakorlati megvalósulása nem ismeretes.



1. ábra
Leonardo da Vinci ejtőernyőrajza [13]

1.2. Az első publikáció

1617-ben Olaszországban kiadták Fausto Veranzio *Repülő ember* című munkáját. A kiadványban található vázlatok és elmélet Leonardo da Vinci munkájára épülnek.



2. ábra
Fausto Veranzio elképzelése [8]

A könyvben az ugrás végrehajtásáról is található gyakorlati példák. A műnek magyar vonatkozása is van, ugyanis Fausto Veranzio magyarországi születésű volt, aki Velencében telepedett le.

2. A léggömbök megjelenése

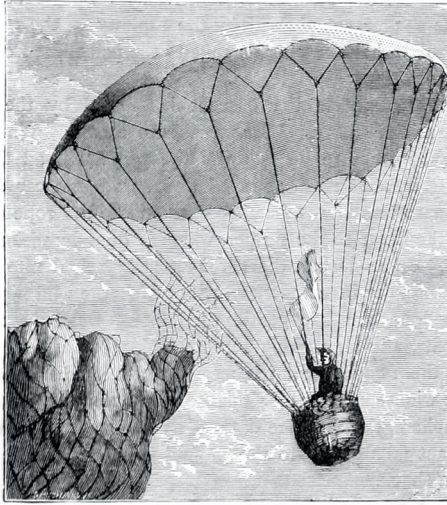
A 18. században a léggömbök megjelenésével sok feltalálót foglalkoztatott a kérdés, hogyan lehet megmenteni egy embert, ha a levegőben a léggömb kigyullad, vagy eresztetni kezd.

Jean-Pierre Blanchard francia léggömbtulajdonos volt valószínűleg az első ember, aki ejtőernyőt használt a gyakorlatban. 1785-ben egy ejtőernyőre rögzített kosárba kutyát tett, majd egy magasan repülő léggömbből kidobta azt. Pár évvel később maga is kipróbálta az ejtőernyős ugrást.

André-Jacques Garnerin francia ballontulajdonos 1793-ban a francia forradalom alatt Marchiennes-ben fogságba esett, majd három évig Magyarországon tartották fogva. A fogságban dolgozta ki a léggömbről ejtőernyővel való leereszkedés elméletét (valójában a gondolat először a várbörtönből való szökés lehetőségeként vetődött fel).

Garnerin 1797. október 22-én hajtotta végre nyilvános felszállását egy léggömbbel a párizsi Monceau parkból. A körülbelül 1500 m magasságban repülő léggömbről leoldotta magát egy ejtőernyővel. A léggömb hirtelen megszabadulva a nagy tömegétől, nagyon gyorsan emelkedett, amíg szét nem robbant. Garnerin a hullámzó mozgást végző ejtőernyőn gyorsan

merült, majd sértetlenül ért földet. Ez volt az első sikeres ereszkedés, amelyet keret nélküli ejtőernyővel hajtottak végre. Ezzel ő lett az első ejtőernyős a világon.



3. ábra
Blanchard „puha” ejtőernyője [19]

A máig fennmaradt „ejtőernyő” szót S. Lenormand francia tudós javasolta (a görög „para” [ellen] és a francia „chute” [esés] szóból).



4. ábra
André-Jacques Garnerin sikeres ereszkedése [20]

3. 20. század, a sikerek évszázada

Az orosz Gleb Jevgenyijevics Kotelnnyikov 1910-ben foglalkozott a pilóták mentésének problémájával. Kotelnnyikov előtt a pilóták a gépre rögzített, hosszában összehajtott ernyők segítségével hagyták el a gépet. Kialakításuk nagyon megbízhatatlan volt, ráadásul nagymértékben megnövelték a repülőgép tömegét. A fenti okok miatt csak ritkán használták ezeket az eszközöket.

Kotelnnyikov 1911-ben ki is próbálta ejtőernyőjét, az RK-1-et. Tevékenységének úttörő jellege abban rejlik, hogy újszerű megoldásokat tervezett. Olyan hevedereket alkalmazott, amelyeket két ponton csatokkal lehetett a kupolához erősíteni. A rendszer váll-, hát-, comb- és keresztvevőkből állt. Az ejtőernyő tokját merevített anyagból készítette (5. ábra).



5. ábra
Kotelnnyikov az ejtőernyőjével [11]

Everard Richard Calthrop brit vasúti mérnök és feltaláló közeli barátja volt a méltán híres Rolls-Royce-t alapító Charles Stewart Rollsnak. Rolls a brit repülés úttörője volt. Ő volt az első ember, aki mindkét irányban átrepült a La Manche csatornán. 1910. július 12-én Calthrop elkísérte Rollst a Bournemouth Nemzetközi Repülőtalálkozóra, és szemtanúja volt annak, ahogy Rolls elvesztette uralmát a kétfedelű Wright A típusú repülőgépe felett, lezuhant és meghalt. Később Calthrop, miután Tev nevű fiát egy majdnem végzetes balesetben kis híján elvesztette, azon dolgozott, hogy a kritikus helyzetbe került pilótákat meg lehessen menteni.

Calthrop az első ejtőernyőjét 1913-ban szabadalmaztatta, majd az I. világháború előrehaladtával folytatta ejtőernyőjének fejlesztését. 1915-ben találmányát felajánlotta a Royal Flying Corps¹-nak. Egy nem hivatalos jelentés szerint a Royal Flying Corps állásfoglalása a következő volt: az ejtőernyők „ronthatják a pilóták harci kedvét”, és az ajánlatot elutasították.

¹ Királyi légi hadtest.

Calthrop célkitűzése volt egy „olyan továbbfejlesztett ejtőernyő-kilövő vagy kilövő berendezés biztosítása, amely működési helyzetében lehetővé teszi az ejtőernyőnek a légi járműből való kivetülését az összegabalyodás veszélye nélkül, és olyan eszközök biztosítása, amelyek megkönnyítik a pilóta repülőgépről való gyors leválását” [4].

Everard Richard Calthrop megálmodott egy repülőgép-katapultülést, amelyet „kézi karral” kellett működtetni – szerepelt az 1916. szeptember 22-i, az ejtőernyőkkel kapcsolatos fejlesztések szabadalmi bejelentésében² [15]. A későbbiekben a Guardian Angel-nek nevezett ejtőernyőinek fejlesztésével, a brit katonai hajthatatlanság ellen harcolt a pilóták biztonságáért az I. világháborúban. Everard Richard Calthrop álmát 30 év múlva a brit Martin-Baker cég valósította meg.

4. Katapultülés-fejlesztések

A repülőgép-tervezők a II. világháború alatt kezdték felismerni, hogy a nagyobb teljesítményű vadászgépek személyzeteinek új menekülési mechanizmusra van szükségük. A gépelhagyás a kabintető eldobása vagy az oldalsó ajtó kinyitása útján egyszerűen nem lesz lehetséges nagyobb sebességeknél, különösen az új generációs sugárhajtású gépek esetén.

A megnövekedett repülési sebesség olyan automatikus megoldást igényelt, amely képes leküzdeni a légáram által generált nyomást, amely megakadályozza a pilótákat az „önerőből” végrehajtott gépelhagyásban. A tervezők felismerték, hogy minél gyorsabban repül egy repülőgép, annál nehezebb a levegőben elhagyni azt. Az első katapultülések koncepciói Európában láttak napvilágot.

Anastase Dragomir román feltaláló egy honfitársával, Tănase Dobrescuval közösen készítette el egy kilőhető szék makettjét. A találmány, bár a jelenlegi katapultülések korai változata volt, meglehetősen bonyolultnak bizonyult abban az időszakban, mivel egy levehető és kidobható függőleges székből állt, két ejtőernyővel. Úgy tervezték, hogy életeket mentsen vészhelyzetekben. A szabadalom feltalálásáig a modellt egy Farman gépen tesztelték 1929 augusztusában a francia fővároshoz közeli Paris-Orly repülőtéren. 1929 októberében a Băneasa repülőtéren, egy Avia modellen is kipróbálták. Mindkét teszt sikeres volt, a franciaországi és romániai sajtó a pillanat fontosságát és egyediségét hangsúlyozta.

Miután 1928-ban benyújtották a „katapultozható kabin” szabadalmi kérelmét, két évvel később, 1930. április 2-án a két román feltaláló megszerezte a szabadalmat a Francia Találmányi Hivatalnál.³ A találmány hivatalos neve „Új ejtőernyős rögzítőrendszer légi mozdonyhoz⁴” volt. Anastase Dragomir újítása, hogy a lezuhanó kabin önstabilizálására két kiegészítő ejtőernyőt használt.

Ez a megoldás a későbbi mentőrendszereknél alappá vált. 1950-ben, két évtizeddel a találmány franciaországi bejegyzése után, Dragomir szabadalmát⁵ kapott Romániában. Az 1960-ban Párizsban kiadott *Technique des Avions* című könyv is említést tesz a brajlai feltaláló a pilóták és repülőszemélyzetek katapultálása terén elért eredményeiről. A Dragomir

² A szabadalmat GB111,498A azonosítóval jegyezték be.

³ A szabadalmat az 1. sz.678 566 számon jegyezték be.

⁴ A szabadalmi bejegyzés eredeti neve Nouveau système de montage des parachutes dans les appareils de locomotion aérienne.

⁵ A szabadalmat 40125-ös számon jegyezték be.

által szabadalmaztatott rendszer az új típusú szuperszonikus katonai repülőgépekben a katalpultálás megjelenésével valósult meg.

5. Német fejlesztések

A németek többféle, úgynevezett *Schleudersitz Apparat*⁶-tal kísérleteztek, amely a mai katalpultálásoknak felel meg. Alapvetően három technológiát használtak. Az elsőt sűrített gáz aktiválta, a második rugós mechanizmusra épült, a harmadiknál hajtógáztöltetet alkalmaztak.

5.1. 1938–1939 közötti fejlesztések

1938-ban a német Junkers cég ejtőernyővel ellátott katalpultálás fejlesztésébe kezdett. Ugyanebben az évben Oscar Nissen, Karl Arnhold, Reinhold Preuschen és Otto Schwarz német mérnökök szabadalmi kérelmet nyújtottak be. Konceptiójuk egy olyan gépelhagyási folyamatot írt le, amelyben a hajózószemélyzet a kabinból való kilövést követően leválik az ülésről, majd egy ejtőernyő segítségével tér vissza a földre.

A Heinkel He 176 prototípusát működő katalpultrendszerrel szerelték fel. A Dornier Do335 Pfeil kétmotoros toló-vonó légcavaros vadászrepülőgéphez is fejlesztettek katalpultálást (6. és 7. ábra).



6. ábra
A Do335 ülése [6]

Itt a katalpultálás első fázisában robbanó csavarok alkalmazásával leválasztották a gép hátsó részét és a légcavarokat, majd a hajózonak manuálisan kellett eldobnia a kabintetőt.

⁶ Ülészivető készülék.

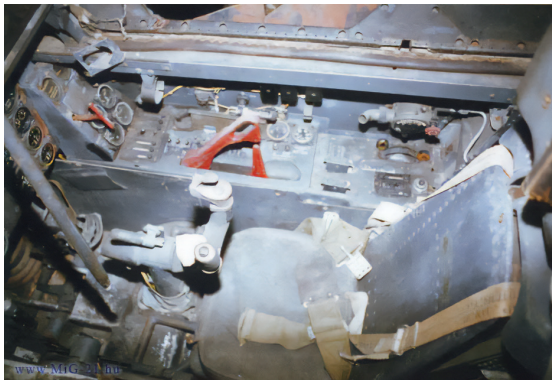


7. ábra
Dornier Do335 [4]

5.2. Első generációs katapultülések

A Heinkel cég később kifejlesztett egy sűrített levegővel működtetett rendszert, amelyet először 1942-ben teszteltek a földön. A teszteknél próbabábukkal ellátott ülést használtak indítópályával. Az alkalmazott kilövési nyomás 50–120 bar volt.

A tesztsorozat sikeresen lezajlott, ezért a DL + AS lajstromjelű, He-280 V1 sugárhajtású vadászpilóta volt az első, amelyet az új mentőrendszerrel láttak el. A DV+DI lajstromjelű Heinkel He-219 Uhu volt a világon az első sorozatban gyártott repülőgép, amelyet katapultüléssel szereltek fel (8. ábra). Ezt a gépet 1944-ben Rechlinben is tesztelték Joachim Eisermann repülő százados és a rechlini ejtőernyő-tesztelő, Wilhelm Buss bevonásával. A He 219-ről a rádiós előtti hátsó tetőszakaszt eltávolították, hogy jelentős költségeket megtakarítva elkerüljék a tető feláldozását a próbák alatt (9. ábra).



8. ábra
A He-219 katapultülése [10]

A későbbiekben sűrített levegős katapultülésekkel szerelték fel a He-280-at, a He-219 Uhu-t, a He-162 Volksjäger-t (volt piropatronos változat is) (10. ábra).

Heinkel He-162 Volksjager ülésel szerelték fel az alábbi repülőgépeket: [21], a Dornier Do-335 Pfeilt [6], az Arado Ar-234B Nachtigallt. Focke Wulf az Fw Ta 154-et és a Messerschmitt Me-163 Kometet.



9. ábra

A He-219 átalakított példánya [9]

Annak ellenére, hogy a Messerschmitt Me-262 a háború legszélesebb körben használt német sugárhajtású vadászipülőgépe volt, különös módon katapultüléssel csak ritkán látták el.

Az első vészhelyzeti katapultálás 1943. január 13-án történt, amikor Helmut Schenk százados berepülőpilóta jegesedés miatt katapultált a Heinkel He-280 V1 prototípusból (11. ábra).



10. ábra

Heinkel He-162 Volksjager ülése [21]

A Schenk által használt ülést két párhuzamos, egyenként 1050 mm hosszú csőre szerelték fel. Mindegyik csőben volt egy töltet, amely körülbelül 30 g lőport tartalmazott. Ezzel a meghajtással nagyjából 12 m/s sebességet lehetett elérni.



11. ábra
He-280 V1 még motor nélkül [16]

1943. július 15-én Hans-Joachim Pancherz százados, a Junkers berepülőpilótája katapultált egy Junkers Ju-290-esből, miután a repülőgép egyes részei a végsebesség elérésekor leváltak. Míg az első katapultüléseket sűrített levegővel vagy hajtógáztöltetekkel működtették, 1943-ban Erich Dietz, a Junkers mérnöke felismerte, hogy a rakétahajtás jelentős előnyöket kínál, elsősorban a gyorsító hatás miatt, amely csak fokozatosan hat a testre. További előnyt jelentett, hogy a rakétaalapú rendszerek könnyebbek, kevesebb helyet foglalnak, és karbantartásuk is egyszerűbb. Dietz továbbá felismerte azt is, hogy ezzel a koncepcióval kilövéskor a testre ható erők jobban szabályozhatók. Noha az ötletét szabadalmaztatták, a megvalósításra csaknem két évtizedet kellett várni. Ma már a világon gyártott összes katapultülés erre az elvre épül.

1944. április 11.: Egy teljes legénység először használt katapultülést (9. ábra). Herter pilóta altiszt és rádiósa, Gefreiter Perbix kénytelenek voltak katapultálni, miután a He-219A típusú gépüket Weert közelében lelőtte a RAF 239-es századának Mosquito típusú éjszakai vadászrepülőgépe.

1944. május 19.: Wilhelm Buss ejtőernyős lecsereéli a próbabábut, és kilövi magát a He-219 V6-ból 1200 m-en, 310 km/h-s sebességgel a Müritz-tó felett.

A DVL⁷ Repülési Orvostudományi Intézet katapultkilövő torony, vízszintes pálya és valódi repülőgépsárkányok felhasználásával számos katapultüléstesztet hajtott végre a hirtelen gyorsulások és a nagy sebességgel áramló levegő (torlónyomás) élettani következményeinek tanulmányozására.

⁷ Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt – Német Repülési Kutatóintézet.

6. A német fejlesztések sikere

A gépek rohamosan növekvő teljesítményén túl a katapultülések bevezetésének fő oka, hogy a Luftwaffe-ban a II. világháború vége felé a tapasztalt pilóták hiánya (különösen az éjszakai vadászrepülőgépeknél) elviselhetetlenné vált. A hiányzó anyagot ugyan nehezen, de lehetett pótolni. A hatalmas bombázókötelékek elleni harchoz szükséges tapasztalt vadászpilóták pótlására már nem tudták elegendő számban kiképezni és bevetni az utánpótlást, így egy ilyen összetett műszaki fejlesztést szükségesnek minősítettek.

A háború alatt mintegy 60 német repülőszemélyzet életét mentették meg katapultrendszerek, amelyeket kevés kivétellel sűrített levegő vagy valamilyen gáz hajtott.

7. Svéd fejlesztések

A svéd SAAB 1941-ben önállóan fejlesztett egy sűrített levegővel működő katapultülést, amelyet 1942. január 8-án sikeresen teszteltek egy Ju-86K-ból, 280 km/h-s sebességnél indított 80 kg-os próbabábuval. 1943-ban a SAAB és a Bofors hamar felismerte a sűrített levegő korlátait, ezért hamarosan kifejlesztettek egy lőporos meghajtású katapultülést két fúvócsővel a Saab 21-hez, bár az első légi tesztet egy Saab 17-en végezték el 1944. február 27-én.

1946. július 29-én Bengt Johansson hadnagy végrehajtotta az első svéd vészelhagyást egy Saab Mk1-es katapultülés segítségével, amikor a Saab J-21 típusú gépe és egy Saab J-22 a levegőben összeütközött.



12. ábra
Saab J-21 [12]

8. Angol fejlesztések

A britek a két világháború közötti években a repülőgépekből való katapultálást csak tanulmányozták. A katapultülés-projektet más fejlesztéseik miatt félretették. Csak a háború után tértek vissza a légi mentőrendszerek fejlesztéséhez.

8.1. Megalakul a Martin-Baker cég

Sir James Martin író mérnök 1929-ben kezdett repülőgépeket gyártani. Sir James Martin barátsága Valentine Baker kapitánnyal az MB1 gyártása során alakult ki, így született meg a Martin-Baker Aircraft Company Ltd. Baker kapitány többéves repülési tapasztalatának és képességeinek nagy jelentősége volt a cég prototípusainak fejlesztésekor.



13. ábra
A Martin-Baker cég alapítói [23]

1942-ben a Martin-Baker MB3 prototípus próbarepülése során Baker kapitány életét veszítette. Halála nagy hatással volt Sir James Martinra, aki élete hátralévő részét és cégük jövőjét a pilóták biztonságának szentelte.

A cégalapítót, James Martint az akkori Repülőgépgyártási Minisztérium felkérte, hogy vizsgálja meg annak a lehetőségét, miként lehetne a vadászrepülőgépek pilótáit biztonságosan kimenteni vészhelyzet esetén. Mindez egy olyan időszakban történt, amikor szinte hetente történtek balesetek. Az új generációs, nagy teljesítményű vadászrepülőgépekből való biztonságos menekülés lehetőségével kapcsolatos komoly aggodalmak nagy hatással voltak a hajózók moráljára. Martin-Baker a fejlesztéseinél azt a koncepciót alkalmazta, hogy a pilótát a repülőgép sárkányszerzetére erősített, sínekkal megvezetett ülés 60 ft/s (18,3 m/s) sebességgel lövik ki a repülőgépből egy piropatront tartalmazó hajtómű segítségével. A gép elhagyását követően egy ernyő stabilizálta az ülést, elősegítve a hajózó leválasztását az ülésből.

8.2. Az első mérföldkő

1946. július 24-én a Martin-Baker alkalmazottja és önkéntese Bernard Lynch volt az első nem német, aki a levegőben katapultált (14. ábra). Lynch 1946 januárja óta több földi teszten kipróbálta az új Martin-Baker ülést.



14. ábra
Bernard Lynch [14]

A júliusi gépelhagyás egy speciálisan módosított Gloster Meteor 3 hátsó pilótafülkéjéből 800 lábról (244 m) 320 mile/h (515 km/h) sebességnél kilőtte magát, majd tökéletesen földet ért.

A sikeres gépelhagyást további 30 követte. Andrew Martin, a cég marketing- és üzletfejlesztési igazgatója szerint Lynch legendás státusszal rendelkezett a vállalaton belül, és állítólag soha többé nem kellett italt vennie a helyi kocsmában.



15. ábra
MB Mk1 ülés [22]

Érdekesség, hogy Martin-Baker katapultüléseinek légi próbái a két legkorábbi, még üzemben lévő Gloster Meteor Mk.7-es sugárhajtású gépen történtek. Az egyik 1949-ben, a másik 1952-ben készült. Napjainkban is ezeken a gépeken zajlanak az olyan legmodernebb vadászpilótaülégtípusok katapultüléseinek légi tesztjei is, mint például az F-35 Joint Strike Fighter.

Később az amerikai haditengerészet, amely nagy érdeklődéssel figyelte a Martin-Baker rendszerek fejlesztését, saját teszteket hajtott végre Adolph Furtek hadnagy segítségével egy módosított A-26 Invaderből Lakehurstben, 1946 novemberében.

8.3. A Martin-Baker sikertörténete

Az 1940-es évek óta a Martin-Baker valamivel több mint 7500 repülőszemélyzet életét mentette meg (némelyiküket többször is). Bár nem Martin-Baker az egyetlen katapultüléseket gyártó, cég, de meghatározó szerepe és hatása vitathatatlan a mentőrendszerek fejlesztésében.

9. További gyártók

A légi mentőrendszerek fejlesztése világméretűvé szélesedett. A volt szovjet, ma orosz NPP Zvezda⁸ által kifejlesztett vészhelyzeti technológiák uralják a szovjet-orosz tervezésű típusok flottáját, míg a cseh Zlin a szintén cseh Aero Vodochody L-29 és L-39-es kiképző gépek részére készít katapultüléseket. Az USA ma már meghatározó katapultfejlesztője a Goodrich Corporation. Ők gyártják a méltán híres Aces II üléseket.

10. Katapultálás lefelé

Majdnem mindenki úgy véli, hogy a katapultálás csak felfelé lehetséges. De ez természetesen nem igaz. Technikailag az ülések úgy vannak kialakítva, hogy lehetőség szerint elviselhetőbbé tegyék a fellépő erőket a háthelyzetben való biztonságos gépelhagyáskor is.

A lefelé való gépelhagyást biztosító rendszert először a B-52 stratégiai bombázókba telepítették. Mivel a gép fedélzete kétszintes, a felső fedélzet legénysége felfelé, az alsó fedélzet személyzete lefelé hagyja el a bajba került gépet. Mivel a gép bevetési magassága meglehetősen nagy, a lefelé katapultálás nem okoz jelentős problémát.

Az F-104 Starfighter prototípusok szintén lefelé távozó üléseket kaptak, mert akkoriban az amerikai mérnökök biztonságosabbnak tartották ezt a megoldást, mint a felfelé való gépelhagyást, ugyanis a nagy sebesség miatt potenciális kockázatnak vélték a személyzet vezérsíkoknak való csapódását.

A későbbi, nagy sebességű tesztek során ez az állítás indokolatlannak bizonyult, ezért a sorozatban gyártott F-104-eseknek már felfelé kabinelhagyást biztosító ülései voltak.

11. Víz alatti katapultálás

Nagyon kevésbé ismert tény, hogy a katapultülések még a víz alatt is kimenthetik a hajózókat. A legelső víz alatti katapultálás 1954. október 13-án történt, amikor a Királyi Haditengerészet

⁸ Научно-производственное предприятие "Звезда", (НПП Звезда) – „Zvezda” Kutató és gyártó vállalat.

Westland Wyvern repülőgépén katapultindításkor hajtóműteljesítmény-esés következett be (16. ábra).

A hajózónak sikerült ledobnia a tetőt, mielőtt a gép vízbe merült. Ekkor aktiválta a katapultálást már a víz felszíne alatt. A rendszer jól működött, bár a hajózó majdnem megfulladt, mert belegabalyodott az ejtőernyő zsinórzatába.



16. ábra
Westland Wyvern [1]

Ő lett az 53. tagja a híres Martin-Baker Ejection Tie Club-nak, amely az összes MB-üléssel katapultált hajózót nyilvántartja. Az 1960-as években az USA-ban a víz alatti gépelhagyás koncepcióját egy Martin-Baker Mk.7 üléssel felszerelt F-8 Crusader vadászgépen tesztelték. Ez számos tervezési változtatáshoz vezetett, amikor 1969-ben az amerikai haditengerészet pilótája egy katapultálást követően vízbe fulladt.

11.1. A biztonság javítása

A mai Martin-Baker ülések igény szerint „vízbiztos” rendszerrel vannak felszerelve. A vízbe érkezést követően az ülés meghajtását rakéta helyett sűrített levegővel oldják meg. A haditengerészeti változatok emellett automata, gázzal felfújható üléspárnát is tartalmaznak, amelynek segítségével a hajózó a víz alól könnyen kiemelhető.

12. Katapultálás helikopterekből

Bár a katapultüléseket általában merevszárnyú repülőgépekhez kötik, több forgószárnyas modellben is helyet kaptak. A legelső a Sikorsky S-72 RSRA (*Rotor System Research Aircraft*) volt, amelyen a felhajtóerőt egy *merev szárny* és a főrotor kombinációja hozta létre.



17. ábra
Sikorsky S-72 RSRA [3]

Mivel a repülőgép pusztán kísérleti jellegű volt, és a személyzet a kabint az oldalajtón keresztül érte el, egy esetleges vészelhagyáskor ez kiemelt kockázatot jelentett. A személyzet biztonsága érdekében a hajózókat katapultülésekkel látták el. A rotorlapátok pirotechnikai patront tartalmaztak, így vészhelyzet esetén leválasztották a repülőgépről. Ez az eljárás szabaddá tette a kivetési útvonalat az ülések előtt. A rotorlapátoknak azonban csak az útjuk egy bizonyos irányszögében kellett leválniuk, ezért egy úgynevezett szekvenszert⁹ alkalmaztak, amely megakadályozta, hogy a forgószárnyak a farokrotorral ütközzenek. A rendszer három lapátot leválasztott egy meghatározott helyzetben, a maradék kettőt pedig a rotor 72°-os elfordítása után. Az alkalmazott rendszer a prototípuson kívül nem terjedt el igazán, viszont jó alapot nyújtott más rendszerek fejlesztéséhez.

12.1. Az orosz irányzat

Az első cég, amely sorozatgyártású helikopterekben katapultülést vezetett be, az orosz OEM Kamov volt.



18. ábra
A Zvezda fejlesztésű K-37-800M ülés [18]

⁹ Sorrendvezérlő.

A Ka-50 és Ka-52 modelljeit K-37-800M katapulthoz hasonló üléssel szerelték fel, bár a katapult szó ebben az esetben nem egészen pontos.

A helikopter ülése egy rakétahajtóműhöz erősített kötélrendszerrel van felszerelve. Amint a hajózó elindítja a kilövést, a rotorlapátokat a forgási pályájuk meghatározott szakaszaiban leválasztják, majd a kabintetőt szétrobbantják (a Ka-50 pirotechnikai mennyezeti nyílást használ). Ezt követően speciális mechanizmus oldja a helikoptervezető üléshez rögzítő hevedereit, majd a személyzetet a hevedereknél fogva szó szerint kirántja egy, a korábban már említett, rakétahajtóművel ellátott kötélrendszer. Mivel az ülés a helikopterben marad, a hajózó teste kénytelen elviselni a gépelhagyáskor keletkező összes erőt, amelynek mértéke akkora, mintha üléssel katapultált volna. A rendszer képes kimenteni a hajózót nulla magasságból és nulla repülési sebességnél is.



19. ábra

A Mi-28 és Ka-60-on alkalmazott, Zvezda fejlesztésű „Pamir” energiaelnyelő ülés [17]

Ezek az ülések úgynevezett „amortizációs ülések”, amelyek a helikopter lezuhanásakor nagymértékben képesek elnyelni az ütközés erejét. Az ülésen található fogantyúk az ülés amortizációs rendszerének aktiválására szolgálnak és nem a kilövésére. A Pamir amortizációs rendszere egy baleset során a medencecsont ütésterhelését képes 50-szeresről 15–18-szorosra csökkenteni továbbá frontális és oldalsó ütközésben is csillapít. A hajózó fejrögzítő rendszere 9–20-szorosra mérsékeli a fej túlterhelését.

13. Mentőkapszulák

Az 1960-as és 1970-es években a személyzetek mentésének fő eszközeként a General Dynamics F-111 és a Rockwell B-1A típusú gépekre kidolgozták a teljes pilótafülke leválasztásának módszerét. A tervek szerint a legénység a kabinban maradt, így sem a nagy sebességű áramlás, sem az ejtőernyő-heveder nem terhelte a személyzetet. A kapszula a 120 kN tolóerővel rendelkező

szilárd rakétatöltet segítségével, stabilizáló szárnyakkal robbant ki a repülőgépből. Eredetileg a kabin földre való visszajuttatására három ejtőernyőt alkalmaztak, bár azok szerencsétlen módon hajlamosak voltak egymás után meghibásodni. Ezeket az ernyőket később lecserélték egy nagy szilárdságú kevlárpólimerből készült mentőernyőre. Leszálláskor légszákrendszer tompította az ütközést, víze szálláskor pedig biztosította az úszóképességet (20. ábra).



20. ábra
F-111 kabin mint mentőkapszula [2]

Ez a megoldás a költséges és bonyolult technikai megvalósítás miatt más típusokon nem terjedt el széles körben.

14. Konklúzió

A repülés történetével egy idősek a repülőkatasztrófák. Az emberiség megtanulta, hogy a repülő-szerkezetek üzemeltetése során az egyik legnagyobb veszélyforrás maga az ember, aki ha hibázik, tette komoly következményekkel jár. A repülés hajnalán szinte minden esetben az életével fizetett egy rossz döntésért, mozdulatért. A háborúk bebizonyították, hogy mit sem ér a technikai fölény, ha nincs jól képzett személyzet, aki a rábízott technikával képes eredményesen harcolni. Gépet bármikor lehetett pótolni, de pilótát nem. A veszteségek csökkentése érdekében a mindenkori legmodernebb technológia segítségével igyekeznek a leghatékonyabb mentőrendszereket kidolgozni és alkalmazni.

Felhasznált irodalom

- [1] *Air Team images*. Online: www.airteamimages.com/pics/115/115019_800.jpg
- [2] *Air Vectors*. Online: www.airvectors.net/avf111_04.jpg
- [3] *1000 Aircraft Photos*. Online: <http://1000aircraftphotos.com/Contributions/Visschedijk/7050L-1.jpg>
- [4] B. Taylor, *Getting Our Wings*. Xlibris, 2015, p. 40.
- [5] D. Donald, *Warplanes of the Luftwaffe: A Complete Guide to the Combat Aircraft of Hitler's Luftwaffe From 1939–1940*. Barnes & Noble, 2000. pp. 24–25.

- [6] D. Donald, *Warplanes of the Luftwaffe: A Complete Guide to the Combat Aircraft of Hitler's Luftwaffe From 1939–194*. Barnes&Noble, p. 26.
- [7] D. Donald, *Warplanes of the Luftwaffe: A Complete Guide to the Combat Aircraft of Hitler's Luftwaffe From 1939–194*. Barnes&Noble, p. 28.
- [8] *Dalmatian Philosopher Historian And Inventor Poster*. Online: https://m.media-amazon.com/images/I/71sl7f0ernL._AC_SL1000_.jpg
- [9] *Nevington War Museum*. Online: www.nevingtonwarmuseum.com/uploads/9/1/7/5/9175276/nevington-he-219-ejection-seat4.jpg
- [10] *Nevington War Museum*. Online: www.nevingtonwarmuseum.com/uploads/9/1/7/5/9175276/nevington-he-219-ejection-seat5_orig.jpg
- [11] Парашют Глеба Евгеньевича Котельникова. Online: <http://авиару.рф>
- [12] *Plastic Fantastic*. Online: <https://plasticfantastique.com/wp-content/uploads/2018/12/Saab-J-21A-cover-768x402.jpg>
- [13] Illustration of Leonardo da Vinci's parachute. *Science Photo Library*, (é. n.). Online: www.sciencephoto.com/media/363121/view/illustration-of-leonardo-da-vinci-s-parachute
- [14] *Smithsonian Magazine*, Online: www.smithsonianmag.com/videos/footage-of-the-first-martin-baker-ejection-seat
- [15] S. J. Chant, D. E. Campbell, *Patent Log: Innovative Patents that Advanced the United States Navy*. Syneca Research Group, 2013. pp 655
- [16] *This Day In Aviation*. Online: www.thisdayinaviation.com/13-january-1942-2/screen-shot-2019-01-12-at-06-29-04/
- [17] *ww2facts.net*. Online: <https://img.ww2facts.net/img/war-2019/npp-zvezda-kolibel-otechestvennih-sistem-katapultirovaniya-4.jpg>
- [18] NPP Zvezda, Kolebka Domowych Systemów Wyrzutowych. *Ww2facts.net*, (é. n.) Online: <https://pl.ww2facts.net/38824-npp-zvezda-the-cradle-of-domestic-ejection-systems.html>
- [19] Wonderful Balloon Ascents, 1870 – Garnerin's Descent in a Parachute. *Wikimedia*, (é. n.). Online: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wonderful_Balloon_Ascents,_1870_-_Garnerin's_Descent_in_a_Parachute.jpg
- [20] *Múlt-kor*, Online: <https://mult-or.hu/ie3zD/gallery/7810/630x1260/35582.jpg?lavid=422426>
- [21] *Ejectionsite*. Online: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9CcrxEP8zRNiiA6AxNfyCqiEO3vyxz_DUBXXT407onsTJQgz3Y-zP
- [22] *Martin-Baker*. Online: <https://martin-baker.com/wp-content/uploads/2022/02/eject1-3.jpg>
- [23] *Martin-Baker*. Online: <https://martin-baker.com/wp-content/uploads/2022/03/history3a.jpg>

Escape from the Air

Man's ancient desire is to conquer the air. These efforts demanded sacrifices and still do today. As technology had advanced, more and more rescue solutions have been developed. This lecture will look at the evolution of these rescue systems from parachute to ejection.

Keywords: *airship, aviation, ejection seat, rescue system, parachute, Heinkel, Dornier, Martin-Baker, Zvezda, Goodrich*

Terpezcz Gábor (MSc) mérnök tanár Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar Elektronikai és Kommunikációs Rendszerek Intézet Műszertechnikai és Automatizálási Tanszék terpezcz.gabor@uni-obuda.hu orcid.org/0000-0001-7899-2837	Gábor Terpezcz (MSc) Engineering Teacher Óbuda University Kandó Kálmán Faculty of Electrical Engineering Institute of Electronic and Communication Systems Department of Instrumentation and Automation terpezcz.gabor@uni-obuda.hu orcid.org/0000-0001-7899-2837
---	--

