

Hadobács Katalin

## AZ IDŐJÁRÁS HATÁSA A HAJÓZÓ SZEMÉLYZET SZERVEZETÉRE A REPÜLŐGÉP KATAPULTÜLÉSSEL TÖRTÉNŐ VÉSZELHAGYÁSÁT KÖVETŐEN

*A modern katonai repülőgépek nélkülözhetetlen tartozékai közé tartozik a katapultülés. Enélkül a hajózó személyzetnek a nagy repülési sebességeken esélye sem lenne a biztonságos vészelhagyásra. Vészhelyzet esetén a hajózót a lehető leggyorsabban és legbiztonságosabban kirepíti a repülőgépből, megfelelő távolságba és magasságra juttatja az ejtőernyő használatához, amellyel épségben visszatérhet a földfelszínre. A vészelhagyás összetett, bonyolult folyamata azonban nem ér véget a földetéréssel. Számos esetben a hajózóknak hazájuktól távol, a megszokottól eltérő környezetben kell a mentőalakulatok megérkezését megvárni. Az adott régió időjárási viszonyai jelentősen befolyásolják a repülő személyzet túlélési esélyeit, ezért mind a repülőgépen tartózkodóknak, mind a feladat tervezéséért felelős személyeknek ismernie kell az egyes meteorológiai paraméterek szervezetre gyakorolt hatását, hogy egy-egy repülés végrehajtása során a megfelelő személyi védőeszközök legyenek biztosítva. A pilótáknak pedig mind fizikailag, mind pszichésen fel kell készülniük a szélsőséges körülményekhez való minél jobb alkalmazkodásra.*

**Kulcsszavak:** repülőgépek vészelhagyása, katapultálás, meteorológiai jellemzők hatása az emberi szervezetre

### BEVEZTÉS

Már a repülés kezdetekor egyértelmű volt, hogy az ember számára számos kockázatot hordoz az, hogy a levegőbe emelkedik. Ennek veszélyei akaratunktól függetlenül vannak jelen, és folyamatosan átalakulnak. A repülés fejlődésével egyidejűleg felmerült az igény a biztonsági szint növelésére is [1]. A katonai repülőeszközök, alaprendeltetésükből fakadóan gyakran kerülnek ellenséges tűzhatás alá, mely során komoly harci sérüléseket szenvedve irányíthatatlanná válhatnak. A hajózó személyzet biztonságát sok esetben a fedélzeten elhelyezett ún. egyéni vészmentő berendezések megléte, azok egyszerű, megbízható alkalmazhatósága szolgálja [2], mellyel a sérült repülőeszközt elhagyhatják ejtőernyővel, vagy segédenergia felhasználásával az üléssel együtt. Jelenleg a legegyszerűbb és legbiztonságosabb vészelhagyási metódus a katapultálás. Azonban ahhoz, hogy a pilótának valóban legyen esélye a biztonságos földet érésre, elengedhetetlen, hogy időben felismerje azt az időpontot, amikor már biztosan nincs lehetősége a gép megmentésére, és meg kell hoznia a vészelhagyásra vonatkozó döntést. Azért, hogy a megfelelő pillanatban a katapultálásra vonatkozó elhatározás megszülessen, a pilótának szükséges pontosan ismernie a katapultrendszer működését elméleti szinten, illetve szükséges rendelkeznie megfelelő tapasztalattal, melyet alkalmazásának begyakorlásával tud megszerezni [3].

Emellett legyen tisztában azzal is, hogy a katapultálást követően, a földet érésig, illetve azután mire számíthat, milyen nehézségekkel fogja szembetalálni magát.

A repülőeszközt nagy magasságban elhagyó pilótának számos veszéllyel (stressz tényezővel) kell számolnia. Mindenekelőtt az emelkedő ülés rakéta hajtóműve okozta extrém gyorsulása ( $a_y$ ), a fülkét elhagyva a nagy torló nyomás okozta lassulás ( $a_x$ ), mely hatására nagy túlterhelés (0,1 másodpercre akár  $n_y = 18$  is!) éri a testét [4]. Emellett a katapultálás kezdeti pillanatától kezdve egészen a

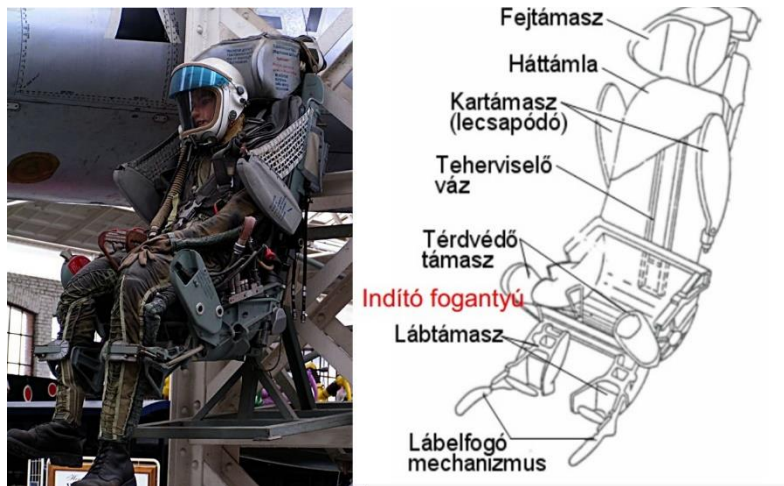
földet érést követően a mentőegységek megérkezéséig az időjárás hatásait sem szabad elfelejteni, mivel hosszabb távon jelentősen megviselhetik a hajózó személyzetet pszichésen és fizikailag is. Ezért, e cikkben a katapultálás folyamatának rövid ismertetését követően, be kívánom mutatni azon meteorológiai paramétereket illetve hatásukat, melyek jelentős mértékben csökkenthetik a túlélési esélyeket, amennyiben nem ismerik fel a szervezet által közvetített vészjeleket.

### A KATAPULTÁLÁS FOLYAMATA

A nagysebességű repülés megjelenésével az addig alkalmazott különböző típusú mentőejtőernyők önmagukban kevésnek bizonyultak, mivel a gépelhagyás lehetetlen volt a pilóták fizikai képességének korlátai miatt. Általában ki sem tudták nyitni a pilótafülke tetejét. Amennyiben mégis sikerül elhagyni a gépet, nagy valószínűséggel annak sebessége és bonyolult térbeli mozgása miatt valamely eleméhez csapódnának, így súlyos sérüléseket szenvedhettek [5]. Az ejtőernyő alkalmazhatóságának további korlátai közé sorolható annak kinyílásához szükséges idő és magasság [6]. Földközeli repülés esetén a mentőernyő alkalmazása ismételtelen nem lehetséges a belobbanáshoz szükséges minimális magasság hiánya miatt. Az említett okokból új technológia kifejlesztésére volt szükség, ami az ejtőernyő biztonságos alkalmazásának alapfeltételeit biztosítani tudja. Ez volt a katapultálás, mely lehetővé teszi a gyors eltávolodást a repülőgéptől, biztosítja a megfelelő magasságot az ernyő belobbanásához, így a biztonságos földet érést garantálja [7]. Általában katonai repülőgépekbe, kivételes esetben harcihelikopterbe építik be (Ka-50/52). Azonban napjainkban egyre inkább felmerül az igény egy civil használatra is alkalmas mentő rendszerek (pl. utasokkal együtt kivethető mentőkapszulák) kifejlesztésére.

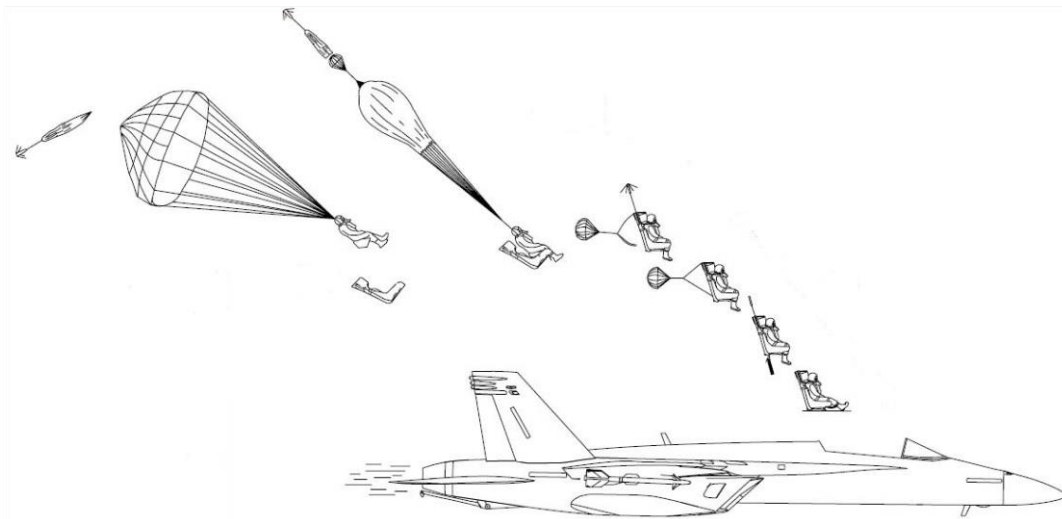
A katapultálás folyamata abban a pillanatban kezdődik, amikor a pilóta vészelhagyásra vonatkozó döntése meghozatalát követően, katapultáláshoz szükséges testhelyzetet felvéve, rendszert az ülés karfáján, vagy a lábai között elhelyezkedő működtető karral beindítja a folyamatot. Ettől kezdve a korszerű üléseken a vészelhagyás további fázisai teljesen automatikusan, a pilóta további beavatkozása nélkül történik, a következő sorrendben [8] (2. ábra):

1. Fülketető esetleg csak üvegezés eltávolítása piropatronok, vagy pneumatika segítségével.
2. Az ülés vezetősínben a piropatronok segítségével megindul felfelé.
3. Az ülés emelkedése közben a lecsapódó kartámaszok, a merevbeépítésű térdtámaszok megakadályozzák a végtagok tehetetlenségi elmozdulás következtében létrejövő ütközéses és/vagy csonkolásos sérülést a fülke, vagy a sárkány szerkezeti elemeitől. Ezzel egyidejűleg, a lábelfogó-mechanizmus is hasonló okból vonja be a lábtámaszra az alsó lábszárat a kormány-pedalokról (1. ábra).
4. A fülke elhagyásával azonos időben kinyílik az első számú stabilizáló ernyő, mely elősegíti az ülés vízszintes helyzetbe fordulását (csökkenti a torlónyomás következtében bekövetkező lassulás mértékét).
5. Megfelelő idő elteltével az 1. számú stabilizáló ernyő leválik az ülésről, majd kinyílik a második, az előzőnél nagyobb felületű fékező, (vagy 2.számú stabilizáló) ernyő, mely az ülés vízszintes repülési sebességét hivatott 0 m/s-ra csökkenteni.
6. Az ülés lefékeződése után kinyílnak a repülőgép vezetőt az üléssel összekötő zárok, hevederek, és leválik az ülés és a 2. számú stabilizáló ernyő is. Utóbbi a repülési magasságtól függően azonnal is nyit(hat)ja a főernyőt is.



1. ábra Katapultülés sematikus ábrája [8]

7. Kinyíló főernyő segítségével a pilóta földet ér (az indítástól a főernyő belobbanásáig eltelt idő 1,8–2,6 s). Eközben az ülés szabadeséssel érkezik a felszínre.



2. ábra: A katapultálás folyamata [9]

Természetesen napjainkban már az egyre korszerűbb katapult rendszerek lehetőséget biztosítanak a repülőtér guruló útjain, felszállópályáján haladó, vagy akár álló repülőeszközből történő katapultálásra is [8][10].

A repülőgépek vészelhagyása gyakran szélsőséges körülmények között történik, ezért szükségessé vált az ülésbe beépíthető különböző alrendszerek, felszerelések kifejlesztése, melyek növelik a pilóta sérülésmentes földet érésének lehetőségét, illetve az új környezethez való átmeneti alkalmazkodás képességét is. Ilyen például vészjeleket sugárzó rádióadó, a minimális létfeltételeket biztosító tárgyak, nagy magasságból ejtőernyővel, vagy szabadeséssel süllyedve az oxigén biztosítására szolgáló sűrített oxigént tartalmazó palack, vagy oxigént fejlesztő berendezés. Emellett a speciális protektoros anyagú hajózó ruházatát is ellátják a túlterhelés és a nagy repülési magasság kedvezőtlen hatásaitól védő eszközökön kívül (2.a. ábra), a földet érésig, illetve azt követően a túlélést segítő kiegészítő eszközökkel (pl. iránytű, lőfegyver, tör stb.) (2.b. ábra) [8][11].



3. ábra Katonai repülőgévezetők védőruházatai [8]

A fülke elhagyásától a földet érésig gyakorlatilag automatizált, viszonylag rövid ideig tartó a folyamatról van szó, mely során a végrehajtó személyzet folyamatos kölcsönhatásban van az őt körülvevő környezettel, melynek részét képezi az időjárás is [12]. Mivel a pilóták rendelkeznek speciális védőfelszerelésekkel, így a levegőben töltött idő alatt a szervezetükre kevés befolyást gyakorolnak az egyes meteorológiai paraméterek. Azonban a földet érést követően már elengedhetetlen az időjárás elemek lehetséges negatív hatásainak ismerete.

## AZ IDŐJÁRÁS HATÁSA A HAJÓZÓ SZEMÉLYZETRE A KATAPULTÁLÁST KÖVETŐ FÖLDETÉRÉS UTÁN

A repülőeszköz vézelhagyását követő sérülésmentes földet érés után a hajózó személyzetnek a mentőegységek megérkezéséig sokszor a megszokott környezettől szignifikánsan eltérő meteorológiai viszonyok között kell hosszabb-rövidebb ideig tartózkodni. Ennek hatására megindul az emberi szervezet alkalmazkodási folyamata. Abban az esetben, ha az életfolyamatok

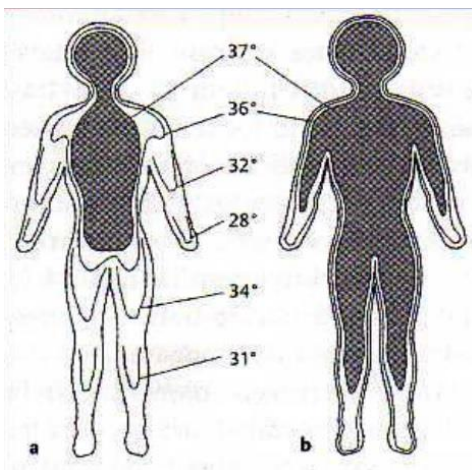
gyors átállása szükséges, – mint a legtöbb katonai műveletnél – az alkalmazkodást az idegrendszer végzi [13].

Amikor az időjárásról beszélünk számos meteorológiai paraméter összességét értjük alatta, mint például hőmérséklet, csapadék, szél, relatív páratartalom stb. Ezek közül a legtöbb elem az emberi szervezet számára általában nem jelent önmagában közvetlen veszélyt, legfeljebb kellemetlen, de elviselhető érzetet okoz a felszínre érkezést követően. Ide tartozik a csapadék, relatív páratartalom, szél. Természetesen jelen esetben nem számolunk az extrém eseményekkel, mint például nagy szemű jégeső, esetleg heves zivatar, erős, orkán erejű szél, melyek súlyos, akár halálos sérüléseket is okozhatnak a földfelszínre érkezett hajózó személyzetnek.

Az emberi szervezet számára közvetlenül is veszélyt jelentő hatások közé sorolható a környezeti hőmérséklet. Extrém esetekben (zord hideg, nagyon meleg) ez, az életfunkciók működését oly mértékben befolyásolhatja, hogy már az alkalmazkodás is lehetetlen, így a túlélés esélye minimálisra csökken [14]. A továbbiakban alapvetően a hőmérséklet szervezetre gyakorolt hatásait kívánom részletesebben bemutatni.

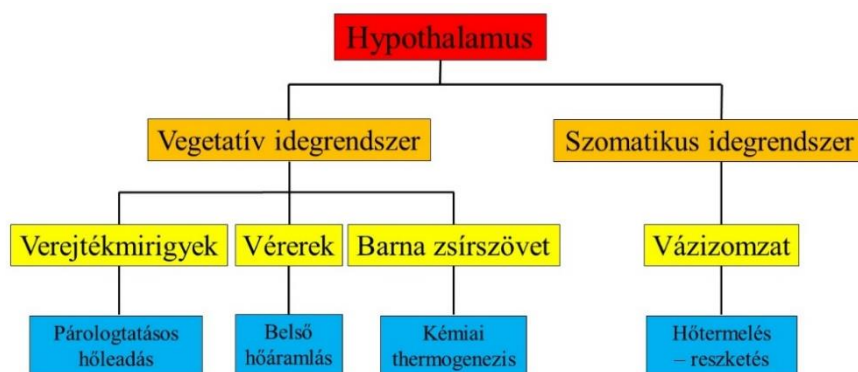
### A környezeti hőmérséklet hatása a hajózó állomány szervezetére

Az ember állandó testhőmérsékletű (homioterm) élőlény, szervezetének optimális működése csak bizonyos hőmérsékleti határok között lehetséges [15]. Különbséget kell tenni az ún. maghőmérséklet, illetve az ún. köpenyhőmérséklet között, előbbi a test belsejében lévő szervek, utóbbi a test felszínének a hőmérséklete. Elsősorban a belső szerveknek, agynak van szüksége állandó hőmérsékletre, ami átlagosan  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ez egy ún. kell-érték. Amennyiben ez nem áll fenn, akár életveszélyről is bekövetkezhet. A köpenyhőmérséklet már nagyobb ingadozást mutat, mivel ezt szignifikánsan befolyásolhatja a környezet illetve a ruházat is. Az átlagos bőrhőmérséklet körülbelül  $33\text{ }^{\circ}\text{C}$ , de még a  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  is kellemesnek tekinthető (4. ábra) [13][16].



4. ábra Az emberi test izotermái (a):  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os hőmérséklet esetén, (b):  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os hőmérséklet esetén (szürke régió:  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os maghőmérsékletű terület) [16]

A szervezet hőt termel a benne lejátszódó oxidációs folyamatok révén, ezért a testhőmérséklet csak akkor maradhat állandó, ha a hőtermelés és a hőleadás egyensúlyban van. A hőszabályozás feladata, tehát a maghőmérséklet „kell-értéken” tartása. Központja a hipotalamusz, melyben termoreceptorok (hőmérsékletérzékelők) találhatóak, amik folyamatosan figyelik a maghőmérséklet változását (5. ábra) [17].



5. ábra: A hőháztartás idegi szabályozása [17]

Azt a külső hőmérsékleti intervallumot, ahol az állandó testhőmérséklet fenntartása minimális energiát igényel termoneutrális (komfort) zónának nevezik. Abban az esetben, ha a környezet hőmérséklete e zónán kívül alakul, akkor az emberi szervezetet reakcióra kényszeríti, és bekövetkezik az ún. termikus stressz.

### Magas hőmérséklet hatása az emberi szervezetre

Ha a környezet hőmérséklete a neutrális zóna fölé emelkedik, fokozódik a szervezet hőtermelése, így a konstans maghőmérséklet fenntartása a szervezet számára akár extrém módon is megterhelő lehet. A bőrben található hőérzékelő receptorok már minimális hőmérsékletváltozásra is előidézik az erek tágulását. A verejtékmirigyek aktivizálódnak, és megindul az ún. izzadás. Önmagában a bőrfelszínre kiválasztott verejték nem hűtő hatású, csak abban az esetben, ha elpárolog, ugyanis a párolgáshoz energia szükséges, melyet a testünk hője biztosít. A magas hőmérséklet miatt kialakult erősebb folyadékvesztés hatására a szervezet növelni kezdi a keringés sebességét, amivel egyidejűleg egyenes arányban nő a szervezet hőtermelése is, így fokozódik az izzadás [18]. Tartósan magas hőmérséklet esetén a verejtékmirigyek kimerülhetnek, és megkezdődik a vízfelvonás folyamata, az erekből, majd a vérplazmából. Ezért először megkezdődik a szövetek kiszáradása, majd a vér besűrűsödése. Tehát a verejtékezés hatására a keringésünk egyensúlya könnyen felborulhat, melynek első jelei a pilóták rossz közérzete, majd szédülés, fejfájás és fülzúgás. Ezt követően homályossá válik a látás és hányinger is fellép, majd a kiszáradás és keringési zavarok súlyosságától függően eszméletvesztés, akár a halál állapota is beállhat [14].

### Alacsony hőmérséklet hatása az emberi szervezetre

A hideg időjárás az emberi szervezetet legerősebben igénybevevő meteorológiai események egyike. Annak ellenére a testünk a hőmérséklet csökkenésével szemben toleránsabb, ugyanis a hypotermiás állapothoz a testhőmérséklet 8 °C-os csökkenése szükséges, míg a hypertermia már a maghőmérséklet 4 °C-os emelkedésével bekövetkezik.

A hideg a hajózó személyzetre két módon is veszélyt jelenthet, lokális (fagyás) illetve szisztémás (fokozatos kihűlés) hypotermia formájában [13].

A kihűlés a pilótákat elsősorban a földet érés után fenyegeti, ha hosszú ideig, alacsony hőmérsékletű környezetben kell tartózkodniuk. Míg fagyással a felszerelésüktől függően, akár már a katapultálást követően a levegőben is számolni lehet. A lokális hypotermia általában a végtagokat és a kiálló testrészeket (pl. orr, fül) érinti. Legtöbbször a fagyás szövet-károsodással jár.

A sejtek között a száraz hidegben jégkristályok képződnek, melyek roncsolják, akár teljesen szét is zúzzák azokat. Mindemellett keringési zavarok is felléphetnek, mivel a vörösvértestek csomókba tömörülnek [19]. A szövetkárosodás mértéke alapján, ahogy az égés esetében a fagyásnál is több fokozatot lehet megkülönböztetni [20]:

- *elsőfokú fagyás*: égő, szúró érzés a fagyott testrészen, mely idővel csökken. Felismerése: szederjes, később akár ödémás bőr;
- *másodfokú fagyás*: bővérűség, vizenyős területek, majd 12 óra múlva megindul a hólyagképződés;
- *harmadfokú fagyás*: a bőr teljes vastagságában sérül, megindul a szövetelhalás. A fagyott területek szélén hólyagok keletkeznek. Lüktető, nyilalló fájdalom;
- *negyedfokú fagyás*: Az összes szövetréteget érinti. Az izomszövet és a csont is elhal. Megindul az üszkösödés, és a végtagot, testrészt amputálni kell.

A fagyást követően a végtagok fokozottan érzékennyé válnak az újabb hideghatásra. Ha a fagyási fokozatok bekövetkezésének időtartamát nézzük, egyértelmű, hogy a levegőben, az ernyőjével süllyedő hajózó esetében, legfeljebb az elsőfokú fagyás bekövetkezésével lehet számolni, mivel a katapultáló pilóta viszonylag gyorsan földet ér.

Abban az esetben viszont, ha a felszínen is hideg időjárási körülmények között kell megvárni a mentőegységeket, fennáll a fagyással érintette testfelület növekedésének veszélye, valamint kihűlés is fenyegeti a szervezetet.

Hideg környezetben az erek összehúzódnak, így bőr ereiben lecsökken a véráramlás, mérséklődik a vérellátás, így a köpenyhőmérséklet is csökken. tehát a hőleadás is kisebb lesz. A vázizom rostjai megfeszülnek, a szőrzet is megemelkedik, így növelve a testet körülvevő szigetelő felület vastagságát. Ez a védekezési mechanizmus első foka. A hőmérséklet további csökkenésével a szervezet fokozza a hőtermelést, mely akarunktól függetlenül játszódik le borzongás, remegés formájában. Fontos tudni, hogy elsőként a rágóizmokban kezdődik a remegés, majd fokozatosan a hőtermelés fokozásának szükségessége érdekében terjed át a felső végtagokra, törzsre és az alsó végtagokra [17]. A didergés maximális mértéke 34-35 °C-os testhőnél következik be. A testtartás fokozatosan egyre görnyedtebb lesz, a hőleadási felület csökkentése érdekében, valamint a pulzus és a légzésszám megemelkedik. Kialakul egy új egyensúlyi állapot. Amennyiben e reakciók során termelt hő nem elegendő a maghőmérséklet megtartásához vagy a hatás tartós, és a hőszabályozás kimerül, akkor a testhőmérséklet rohamosan lecsökken (30 °C), a didergés megszűnik, bágyadság, álmoság jelentkezik. A vérellátás tovább romlik, csökken a mozgáskoordináció, mentális zavar, hallucináció léphet fel. Ekkor a pulzus és légzésszám már ritkul, a vérnyomás is csökkenni kezd. Ezért a tartósan hidegben tartózkodó személy fokozatosan eljut az eszméletlenség állapotába. Ha a testhőmérséklet eléri a 27-20 °C-ot elkezdődik a vércukorszint csökkenése, a pupillák kitágulnak, és végül megbénul a keringési rendszer vagy kamrafibrilláció lép föl, és beáll a halál [21].

Egy-egy feladat végrehajtása során előfordulhat, hogy a repülőeszközt vízfelszín fölött kell elhagyni a személyzetnek. Abban az esetben, ha a földet érés hideg vízbe történik, akkor a szisztémás hypotermia illetve a fagyás folyamata gyorsabban játszódik le, mivel a hővesztés a vízben minimum 25-ször nagyobb, mint a levegőben, ami az áramlással tovább növelhető [19]. Ezért nagyon

hideg vízben a közhiedelemmel ellentétben kerülendő a mozgás, mivel ha a pilóta úszni kezd, gyorsan kimerül, ezért már a hőtermelésre sem marad energiája, valamint az áramlás révén fokozódik a hűtőhatás. Mivel a pilóta védőfelszerelésének részét képező mentőmellény fenntartja a víz felszínén, ezért a kihülés lassítása érdekében érdemes felvenni az 6. ábrán látható pozíciót [22].



6. ábra Hőleadás csökkentő testhelyzet (HELP Position: Heat Escape Lessening Position) [22]

Számtalanszor előfordul, hogy az ember sokkal hűvösebbnek érzi a levegőt, mint amilyen valójában. Ezt sok tényező összessége eredményezi, mint például a levegő relatív páratartalma, a szél sebessége. Ezért a meteorológus szakemberek ún. bioklimatológiai indexeket alkottak az időjárás jellemzésére. A katonai felhasználók számára általában a wind-chill index (WCI), illetve az abból származtatott wind-chill hőmérséklet a leghasznosabb, mely a szél hűtő hatásának jellemzésére szolgál [23]. Hideg időben a test körül egy a környezetnél melegebb levegőréteg alakul ki, mely megvéd minket a hidegtől. Azonban a szél ezt a védőréteget megbontja, majd megszünteti. Így a testhőmérsékletünk lecsökken. A wind chill hőmérsékleti intervallumok országoként, és felhasználói körtől is függően különbözhetnek. A 1. táblázat egy példa a wind chill hőmérsékletekre, és azok kategorizálására.

		Air Temperature (Celsius)																
		0	-1	-2	-3	-4	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50	-55	-60
Wind Speed (km/hr)	6	-2	-3	-4	-5	-7	-8	-14	-19	-25	-31	-37	-42	-48	-54	-60	-65	-71
	8	-3	-4	-5	-6	-7	-9	-14	-20	-26	-32	-38	-44	-50	-56	-61	-67	-73
	10	-3	-5	-6	-7	-8	-9	-15	-21	-27	-33	-39	-45	-51	-57	-63	-69	-75
	15	-4	-6	-7	-8	-9	-11	-17	-23	-29	-35	-41	-48	-54	-60	-66	-72	-78
	20	-5	-7	-8	-9	-10	-12	-18	-24	-30	-37	-43	-49	-56	-62	-68	-75	-81
	25	-6	-7	-8	-10	-11	-12	-19	-25	-32	-38	-44	-51	-57	-64	-70	-77	-83
	30	-6	-8	-9	-10	-12	-13	-20	-26	-33	-39	-46	-52	-59	-65	-72	-78	-85
	35	-7	-8	-10	-11	-12	-14	-20	-27	-33	-40	-47	-53	-60	-66	-73	-80	-86
	40	-7	-9	-10	-11	-13	-14	-21	-27	-34	-41	-48	-54	-61	-68	-74	-81	-88
	45	-8	-9	-10	-12	-13	-15	-21	-28	-35	-42	-48	-55	-62	-69	-75	-82	-89
	50	-8	-10	-11	-12	-14	-15	-22	-29	-35	-42	-49	-56	-63	-69	-76	-83	-90
	55	-8	-10	-11	-13	-14	-15	-22	-29	-36	-43	-50	-57	-63	-70	-77	-84	-91
	60	-9	-10	-12	-13	-14	-16	-23	-30	-36	-43	-50	-57	-64	-71	-78	-85	-92
	65	-9	-10	-12	-13	-15	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-79	-86	-93
	70	-9	-11	-12	-14	-15	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-80	-87	-94
	75	-10	-11	-12	-14	-15	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-59	-66	-73	-80	-87	-94
80	-10	-11	-13	-14	-15	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-60	-67	-74	-81	-88	-95	
85	-10	-11	-13	-14	-16	-17	-24	-31	-39	-46	-53	-60	-67	-74	-81	-89	-96	
90	-10	-12	-13	-15	-16	-17	-25	-32	-39	-46	-53	-61	-68	-75	-82	-89	-96	
95	-10	-12	-13	-15	-16	-18	-25	-32	-39	-47	-54	-61	-68	-75	-83	-90	-97	
100	-11	-12	-14	-15	-16	-18	-25	-32	-40	-47	-54	-61	-69	-76	-83	-90	-98	
105	-11	-12	-14	-15	-17	-18	-25	-33	-40	-47	-55	-62	-69	-76	-84	-91	-98	
110	-11	-12	-14	-15	-17	-18	-26	-33	-40	-48	-55	-62	-70	-77	-84	-91	-99	
		0 to -10 Low			-10 to -25 Moderate			-25 to -45 Cold			-45 to -59 Extreme			-60 Plus Very Extreme				

1. táblázat Hőérzet kalkulátor (WIND CHILL HŐMÉRSÉKLET)

[Air temperature (Celsius); Környezeti hőmérséklet (°C); Wind Speed (km/hr): szélesebbség (km/h); Low: alacsony; Moderate: nagyon hideg; Cold: metsző hideg; Extreme: extrém hideg; Very extreme: dermesztő hideg) [24]

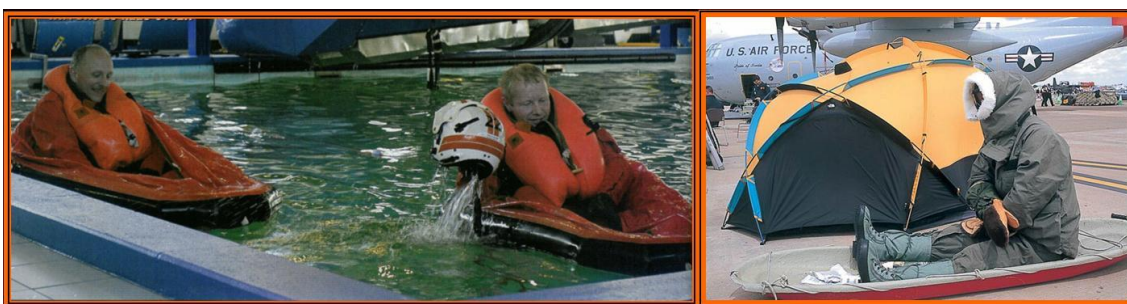
Látható, hogy az időjárás minden esetben hatást gyakorol a katapultálás során, illetve azt követően a hajózó személyzetre. Előfordulhat, hogy a pilóták olyan körülmények közé kerülnek,



melyek a szervezetük tűrőképességének a határait feszegetik, egyes esetekben akár életveszélyes állapotokat idézhetnek elő.

Ennek elkerülésére a repülési feladatok tervezése során figyelembe kell venni a végrehajtás helyszínének illetve a repülés során érintett területek éghajlatát, időjárásának pillanatnyi alakulását. Ezen információk tükrében a parancsnok meg tudja határozni a szükséges felszerelést, illetve a megfelelő öltözetet, mely védelmet nyújt, illetve valamilyen szinten növelheti a túlélési esélyeket egy esetleges katapultálást követően. (3. és 7. ábra)

Rendszerint a katonai repülőgépek vészelhagyó rendszere tartalmazza (a 6. ábrán látható mentőmellényt lényegesen meghaladóan, az ernyő mellé és/vagy a ruházatba beépítve) a klimatikus és földrajzi viszonyoknak megfelelő járulékos védőfelszereléseket is (7.a. ábra) (pl. vízcérzékkelő hatására automatikusan felfúvódó gumicsónakot, hozzá összeszerelhető horgászbotot mű csalival, tengervíz sótalanítót, cápariasztót, jelző rakétát, automatikus vészjeladót stb.) Természetesen sarkvidéki körülmények között tevékenykedő hajózó-személyzet számára – praktikus megfontolásból – a földet érés utáni túlélést biztosító védő-felszerelés is lényegesen különbözik (7.b. ábra)



a.

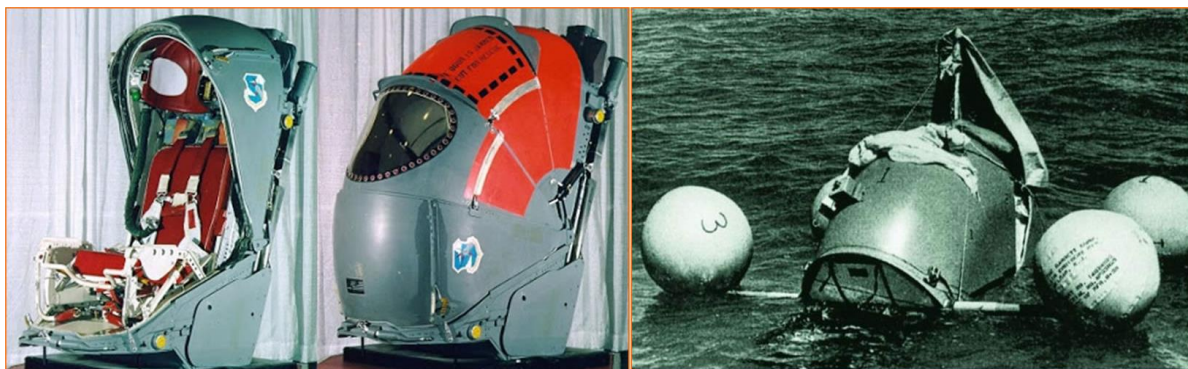
b.

7. ábra Mentő gumicsónak és sarkvidéki védőfelszerelés [8]

### **A katapultált hajózó személyzet hosszantartó védelmét biztosító speciális eszközök extrém környezeti, időjárási viszonyok között**

Földünk tetszőleges pontján, bármikor bevethető, légiutántöltéssel akár 6–40 órát is levegőben tartózkodó – rendszerint stratégiai bombázó – repülőgépeket (vész)elhagyó, személyzet megtalálása és kimentése akár napokat is igénybe vehet. Számukra szélsőséges időjárási viszonyok között (különösen hideg tengerekben) az előzőekben bemutatott, – a klimatikus hatások elleni – védelemre szolgáló felszerelések rendszerint nem elégségesek az élet és egészség megóvására. Ezért erre is speciális rendszereket fejlesztettek ki.

Kifejezetten a B-58-as bombázó repülőgép számára létrehozott védőtokok (8. ábra) üléseiben helyet foglaló hajózók, annak nyitott helyzetében zavartalanul végezhetik munkájukat repülés közben (8.a ábra). Veszélyhelyzetben a tokot hermetikusan, vagy anélkül lezárva is irányíthaták a légijárművet (8.b ábra) (Igény esetén akár többszöri újranyitásra is lehetőség volt.) A kivetést követően a kapszula zárt, úszóképes, belül száraz, számos ilyenkor szükséges eszközzel látták el (8.c. ábra), lényegesen hosszabb ideig, kedvezőbb mikroklímát, és így túlélési esélyt biztosított a benntartózkodónak, mint az előzőekben bemutatott bármelyik más eszköz.



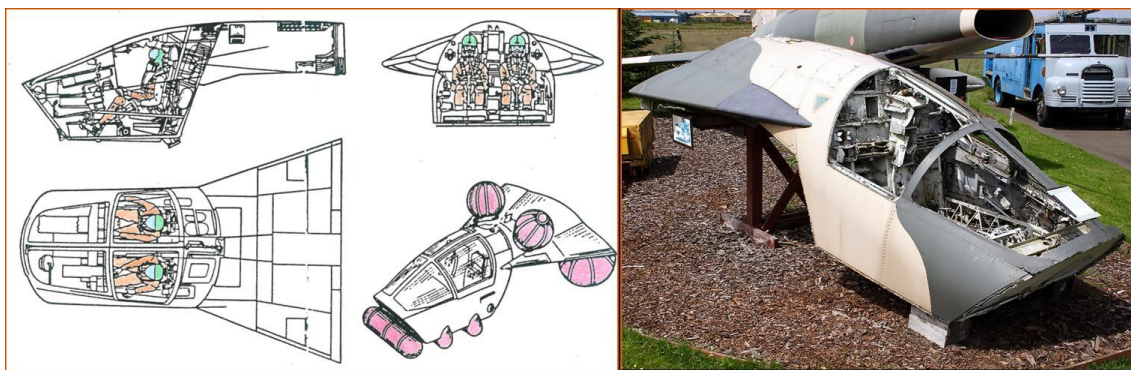
a.

b.

c.

8. ábra Katapultálható, úszóképes védőtök [8]

Hasonló tulajdonságokkal bír a jelenleg is használatos katapultálható fülke (B-1, F-111), melyben vészelhagyáskor mindkét hajózó együttesen foglal helyet (9. ábra). A leváló fülke-egységet  $F_p \approx 180$  kN tolóerejű, szilárd hajtóanyagú rakéta emeli - a repülési magasságtól és sebességtől függően - az indítási ponthoz képest  $H = 60-110$  m magasságra. A stabilizáló ernyő működésbe lépése után 0,6 s-mal leáll a rakétahajtómű és megkezdődik a 21,4 m átmérőjű főernyő nyitása. A kupola 2,5 s alatt lobban be és 9–9,5 m/s sebességű süllyedést tesz lehetővé. A főernyő nyitása után 3 s-mal megkezdődik a fülkére erősített gumipárnák felfúvódása. Ezek a földfelszínre érkezéskor az ütközési energia elnyelését, vízre szálláskor, az úszóképeség és stabilitást biztosítják.



9. ábra Katapultálható fülke [8]

A fülke törzsről történő leválasztási programja víz alatt is megindítható, illetve 4,5 m-es vízmélységet elérve automatikusa beindul. (Ekkor az ernyőnyitás blokkolódik.)

## ÖSSZEZÉS

A nagysebességű repülőeszközök katapultüléssel történő sikeres vészelhagyása csak az első fázisa annak az összetett és veszélyekkel teli folyamatnak, mely a mentőernyővel való földet érésen át, a hajózó személyzet kimentéséig, a bázisra, vagy adott esetben kórházba való szállításáig tart. Megállapítható, hogy az egyik legnehezebb mozzanat a katapultálásra vonatkozó döntés megfelelő időben történő meghozatala. Repülés közbeni vészelhagyás egyetlen pilóta által sem kívánt esemény, így a döntést is a végső pillanatig húzzák, amikor már teljesen bizonyosak, hogy a repülőeszközzel nem lehetséges a biztonságos földet érés. A katapultálás folyamatának megindítása után már automatikusan játszódik le a folyamat a pilóta további beavatkozása nem szükséges.

Többnyire hajózók számára nem ismeretlen hatásokat, körülményeket kell elviselni, mivel nyugodt környezetben, mozzanatonként van lehetőségük azokat megismerni, begyakorolni. Azonban a vészelhagyás folyamata nem fejeződik be a földet érés pillanatában.

Egy-egy repülési feladat során előfordulhat, hogy akár a mérsékeltövi klímától eltérő éghajlatú terület fölött kell végrehajtani, a katapultálást, így a hajózó személyzetre nemcsak a földet vagy vizet érésig, de utána is a megszokottól eltérő, akár extrém terhelés is hárulhat. Ezért elengedhetetlen, hogy a repülő személyzet speciális felkészítést kapjon mind fizikai, mind pszichikai értelemben, az extrém viszonyok között való túlélés érdekében. Ennek során el kell sajátítani olyan praktikákat, melyek hozzájárulhatnak a szervezet optimális (rosszabb esetben a még ki-elégítő) működésének fenntartásához a szélsőséges időjárási viszonyok között is.

### FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Szaniszló Zsolt: Az orosz katapultülések kifejlesztési folyamatának biztonságtechnikai szempontok szerinti vizsgálata I. Hadmérnök, VIII, 3, 2013, pp. 5-21.
- [2] Hennel Sándor, Ozsváth Sándor: Légijárművek mentőberendezései és azok jövőbeni fejlesztési irányai. Katonai logisztika, 2013/1, pp. 216-234.
- [3] Szaniszló Zsolt: Mi történhetett 1968. március 27-én Moszkva mellett? Miért nem katapultált a MÍG-15 UTI személyzete? A világ első űrhajósa most lenne 80 éves... . Repüléstudományi Közlemények, Szolnok, 24, 2, 2014, pp. 331-350.
- [4] Hennel Sándor, Megyeri Miklós: Repülőgép sárkányszerkezete és rendszerismeret III. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1987
- [5] V. Zsukov: Katapultálás hangsebesség feletti repülés közben. Újdonságok a haditechnikában. Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest, 1960.
- [6] JETfly: Ejtőernyő típusok, (e-doc), url: <http://www.jetfly.hu/regi-jetfly/34-ejtoernyo-tipusok> (2015.11.05.)
- [7] Óvári Gyula: Autorotálni, katapultálni vagy lezuhanni? Haditechnika 1992/4, pp. 3-24.
- [8] Óvári Gyula: Merev és forgószárnyas repülőgépek szerkezetana III. A sárkány rendszerei. 1989 KGYRMF Szolnok (lényegesen átdolgozott elektronikus változat ZMNE/BMGE 2010)
- [9] Varga Ferenc: Repülésbiztonság. Előadás anyaga, NKE, Budapest, 2015.
- [10] The Ejection Site (e-doc), url: <http://www.ejection-site.com/> (2015.11.20.)
- [11] Wikipedia The Free Encyclopedia: Survival kit (e-doc), url: [https://en.wikipedia.org/wiki/Survival\\_kit](https://en.wikipedia.org/wiki/Survival_kit) (2015.12.04.)
- [12] Szakutasítás az ejtőernyős kiképzés végrehajtására. Magyar Honvédség Kiadványa, 2003.
- [13] Bálint Péter: Orvosi élettan I. kötet. Medicina Könyvkiadó, Budapest, 1972.
- [14] Detre Zoltán: A megszokottól eltérő környezet hatása az emberi szervezetre, különös tekintettel a hőmérséklet változásaira. Biztonságtechnika, 2014/1, pp. 209-227.
- [15] Gulyás Ágnes: Humán bioklimatológiai értékelések különböző léptékű megközelítésben. PhD értekezés, SZTE-TTIK, Szeged, 2009.
- [16] Schuh A.: Bioklima, Corvin Kiadó, 2007.
- [17] Hauser B.: A hőszabályozás és zavarai, SE AITK
- [18] Szeghő Péter: A páratartalom hatásai szervezetünkre, 2015 url: [http://www.webbeteg.hu/cikkek/leg-zoszervi\\_betegseg/1579/a-paratartalom-hatasai-szervezetunkre](http://www.webbeteg.hu/cikkek/leg-zoszervi_betegseg/1579/a-paratartalom-hatasai-szervezetunkre) (2015.12.03.)
- [19] Mazányi Ferenc: A fokozatos kihűlés – A fagyás. 2012. url: <http://www.vital.hu/themes/sick/frozen1.htm> (2015.12.11.)
- [20] Marsi Zoltán: Fagyás, OMSZ, Bp., 2016 url: <http://elsosegely.hu/cikk.273.fagyas>
- [21] Guzsvány Anna: Összefüggés az időjárás, a halálozás és az élve születés között Komárom megyében. Szakdolgozat, ELTE-TTK, Budapest, 2011.
- [22] BoatSafe.com: Boat Safe this Spring or Fall – Avoid Hyperthermia (e-doc), url: <http://www.boat-safe.com/nauticalknowhow/hypothermia.htm#>
- [23] National Weather Service: NWS Windchill Chart, (e-doc), url: <http://www.nws.noaa.gov/om/winter/windchill.shtml>

[24] Magas-Tatra.info: Mikor van szezonja a magashegyi túráknak? (e-doc), url: <http://www.magas-tatra.info/2013/02/mikor-van-szezonja-magashegyi-turaknak.html>

---

### *PHYSICAL EFFECTS OF WEATHER ON A FLIGHT CREW, FOLLOWING EMERGENCY EVACUATION OF THE AIRCRAFT VIA THE EJECTION SEAT*

Ejection seats are an essential component of modern military aircraft. Without them, the flight crew would not have any chance of safely evacuating the aircraft in case of an emergency occurring at high speed. Ejection seats are designed to propel the personnel from the aircraft as rapidly and safely as possible in an emergency, taking them to a distance and altitude where they are able to use their parachutes for a safe landing. The complex process of evacuation does not end with the landing, however. In many cases, the flight crew must await the arrival of rescue teams far from home, in an unfamiliar environment. The local weather conditions have a significant effect on the flight crew's chance of survival. Therefore, both the personnel operating the aircraft and those responsible for planning the mission must be familiar with the physical effects of various meteorological parameters, to ensure that appropriate personal protective equipment is provided on every flight. In addition, the pilots must be physically and psychologically prepared to adapt to extreme environments, to the maximum extent possible.

**Keywords:** *emergency evacuation of aircraft, ejection, physical effects of meteorological parameters*

---

---

HADOBÁCS Katalin sz. hadnagy  
meteorológus főtiszt  
MH GEOSZ IESZO Központi Meteorológiai Szolgálat  
katalin.hadobacs@gmail.com  
orcid.org/0000-0003-1200-5098

---

HADOBÁCS Katalin 2nd Lieutenant  
meteorologist officer  
HDF GEOS  
katalin.hadobacs@gmail.com  
orcid.org/0000-0003-1200-5098

---



[http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2016\\_2/2016-2-08-0292\\_Hadobacs\\_Katalin.pdf](http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2016_2/2016-2-08-0292_Hadobacs_Katalin.pdf)