



ANALYSIS OF SELECTED VITAL FUNCTIONS OF A PILOT DURING FLIGHT

Timotej Rimarčík
Air Transport Department
University of Žilina
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina

Frederik Chodelka
Air Transport Department
University of Žilina
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina

Abstract

Pilots work in distinct environment and there are many requirements they must fulfill to ensure the safe operation of an aircraft. However, there are also some psychological elements, that might be difficult to deal with, such as stress and high workload, while performing difficult flight tasks. This article explains what causes stress and high workload, and how does it affect pilots. Some of the vital functions of human body can be used to measure stress and high workload. The final part will deal with some research, using modern methods to measure stress and high workload during different flight phases, to upgrade cockpit ergonomics and procedures in aviation.

Keywords

pilot, stress, workload, flight

1. STRES

Prvou skúmanou oblasťou tohto článku je stres. Podľa Atlantic Flight Training je stres pojem, ktorý vyjadruje nadmerný a nežiadúci vplyv prostredia, ktorý v človeku vyvoláva určité fyziologické reakcie. Stres ovplyvňuje našu motiváciu a výkonnosť. Človek zažíva stres v každej chvíli svojho života, či už sa jedná o stres, ktorý mu pomáha alebo o nežiadúci stres. Pilot musí poznať problematiku stresu a možnosti ako sa s ním vysporiadať, aby mohol pochopiť negatívne vplyvy nadmerného stresu na jeho výkonnosť. [1]

1.1. Základné delenie stresu

Stres má viacero podôb, je rozdelený do štyroch základných kategórií. Prvou kategóriou je pozitívny stres, pri ktorom človek nemá problém s jeho zvládnutím, nijako ho tento stres neobmedzuje, ale naopak zlepšuje výkonnosť a kreativitu človeka.

Druhou kategóriou je negatívny stres, ktorý vzniká pri situáciách, ktoré vyvolávajú strach a obavy, a sprevádzajú ich pocity nepohodlia, úzkosti a paniky. Negatívny stres narušuje výkonnosť človeka, čo môže mať negatívny vplyv na bezpečnosť letu.

Úzkosť je stres, ktorý vzniká v nepredvídateľnej situácii, alebo ak osoba v tejto situácii predstavuje hrozbu. Človek pri prežívaní úzkosti očakáva niečo nebezpečné a neverí tomu že by mohol danú situáciu zvládnuť.

Stres z minulosti môže nastať ak sa osoba ocitne v situácii, ktorú už v minulosti zažila a spája si ju so stresom alebo zlyhaním. V tomto prípade nemusí byť podmet spôsobujúci stres prítomný, ale stačí že sa vynoria nepríjemné skúsenosti z minulosti. [2]

1.2. Delenie stresu podľa časového obdobia

Krátkodobý stres, ktorý človek zažíva keď počas dňa čelí rôznym problémom sa nazýva akútny stres. Po vystavení človeka s

akútnym stresom sa s ním telo začína okamžite vyrovnávať reakciou „boj alebo útek“, čo mu umožňuje v danej situácii rýchlo zareagovať. [1]

Ak je ľudské telo vystavené stresu dlhodobo, jedná sa o chronický stres. Tento typ stresu spôsobuje, že človek môže mať ťažkosti so zvládnutím situácie, ktorej by bežne čelil bez problémov a ak sa dostane do náročnej situácie tak prichádza o dôležitú výkonnosť. V prípade pilota sa jedná o nepresné riadenie lietadla, ťažkosti s komunikáciou alebo problémy s velením posádky. Okrem toho chronický stres zhoršuje vplyv akútneho stresu a v dlhodobom horizonte ohrozuje zdravie človeka. [1]

1.3. Stresory

Každú okolnosť alebo situáciu, ktorá spôsobuje stres nazývame stresor. Ľudské telo stresory vníma a odpovedá na nich fyzickou, psychickou alebo emočnou odozvou. Môžeme ich rozdeliť na fyzické, psychologické, reakčné a organizačné.

Pri bežnej prevádzke sa môže na palube lietadla objaviť jeden alebo viacero faktorov, ktoré pochádzajú z prostredia, v ktorom sa človek nachádza. Sú spôsobené hlukom, vibráciami, nadmerným teplom, nedostatkom kyslíka, prítomnosťou oxidu uhoľnatého, únavou a podobne. Ďalšie faktory súvisia s činnosťami spojenými s pilotovaním a úroveň vytváraného stresu sa môže meniť pri jednotlivých letoch a fázach letu. Ideálna teplota pre väčšinu ľudí v bežnom oblečení je približne 20 °C. Teplota vyššia ako 30 °C zvyšuje pulzovú frekvenciu, krvný tlak a spôsobuje nadmerné potenie sa. Teplota nižšia ako 15 °C prináša nepohodlie, znižuje citlivosť v rukách a svaloch. [3]

Ďalším faktorom sú vibrácie, ktoré môžu nepríjemne pôsobiť na celé telo, zhoršujú vizuálnu ostrosť a spôsobujú únavu. Rôzne frekvencie vibrácií majú rozdielne symptómy. Pri nižších frekvenciách (1 – 10 Hz) je problémom narušené dýchanie, či bolesti brucha a hrudníka, frekvencie (10 – 20 Hz) vyvolávajú bolesti hlavy, krku, nepríjemné pocity v očiach a svaloch. [4]

Hluk nad 80 dB môže znížiť výkonnosť pri vykonávaní úlohy, pričom viac ako 90 dB prináša merateľné zhoršenie výkonnosti. Hluk však môže pomôcť zvýšiť úroveň vzrušenia v situáciách, pri ktorých hrozí strata pozornosti. Relatívna vlhkosť vzduchu má bežne hodnotu 40 – 60%. Vlhosť pod 20% sa prejavuje suchou pokožkou, očami, nosom a hrdlom, čo môže mierne zhoršiť komfort. Vlhosť vyššia ako 70% taktiež spôsobuje nepohodlie. [3]

Dôležitým faktom je že stresory majú kumulatívny charakter. Ak na pilota pôsobí nejaký menší stresor a následne sa objaví ďalší stresor, tak bude prežívať vyššiu úroveň stresu, oproti prípadu ak by na neho pôsobil iba druhý stresor. Ak by teda pilota trápila nejaká nepríjemnosť na zemi nesúvisiaca s lietaním a potom by sa počas letu vyskytol malý problém, tak jeho úroveň stresu bude vyššia, než v prípade v ktorom by ho táto nepríjemnosť na zemi netrápila. [5] Život človeka je v dnešnej dobe vystavený mnohým životným stresorom a môže byť náročné prestať na nich myslieť. Preto na ľudí v práci majú často vplyv stresory z domácnosti a opačne. [6]

Letecké spoločnosti sú často prevádzkované v náročných finančných podmienkach, čo sa môže preniesť aj na pilotov vo forme predĺžených pracovných časov, či urýchlených predletových prehliadok, aby sa stihol čas odletového slotu. Boli zaznamenané aj prípady, v ktorých letecká spoločnosť od pilotov vyžadovala letieť pod povolené minimá pri zlom počasi, či znížiť minimálnu rezervu paliva, aby sa znížili prevádzkové náklady. Takéto postupy majú za následok, že piloti pracujú pod veľkým tlakom. Keďže moderné lietadlá sú najefektívnejšie pri automatickom ovládaní, piloti strávia pomerne málo času manuálnym riadením stroja a to v nich môže vzbudzovať obavy, že pri zlyhaní niektorého systému budú musieť prevziať riadenie. Ďalšími organizačnými stresormi sú kariérny rast, plánovanie letov, výcvik, preskúšania alebo únava. [6]

1.4. Následky stresu

Každý jednotlivec má svoj osobný stresový limit, po prekročení ktorého dochádza k preťaženiu, po ktorom môže mať ťažkosti zvládať aj menšiu pracovnú záťaž. Stresový limit je u každého človeka rozdielny a závisí od jeho fyziologických a psychologických charakteristík. Príkladom je, že niektorí ľudia sa dokážu bez problémov odreagovať a zrelaxovať, čo im umožňuje znížiť následky stresu, iní však majú ťažkosti s odreagovaním sa, výsledkom čoho môže byť vysoká úroveň stresu. [3]

Stres často spôsobuje poruchy spánku a nespavosť. Vnímanie stresovej situácie, rozrušenie alebo premýšľanie o stresovej situácii prispieva k dlhšiemu zaspávaniu, častejšiemu prebúdzaniu sa a zhoršuje kvalitu spánku. [7] Ďalším nepriajným dopadom stresu sú poruchy tráviaceho traktu. [8] Pri ľuďoch pracujúcich v pozíciách zabezpečujúcich bezpečnosť (letová posádka, riadiaci letovej prevádzky, leteckí mechanici) môže mať nadmerný stres negatívny dopad na letovú bezpečnosť.

Fyzickým následkom stresu je zrýchlené dýchanie, vyššia pulzová frekvencia, potenie a chvenie. Prírodnou odpoveďou ľudského tela na stres je syndróm „bojuj alebo uteč“, vyvolávajúci rýchlu fyzickú reakciu, ktorá zdroj stresu porazí, alebo mu utečie. Výlučne fyzická reakcia je však vo väčšine prípadov nevhodná a vhodnejšia reakcia zahŕňa mentálne úsilie na vyriešenie problému. Syndróm „bojuj alebo uteč“ vyvoláva

uvoľnenie určitých hormónov, najmä adrenalínu, do krvného obehu. Pokyn k uvoľneniu hormónov pochádza zo sympatickej vetvy autonómnej nervovej sústavy. Parasympatická vetva následne po zániku nebezpečenstva telo ukľudní. [1]

2. PRACOVNÁ ZÁŤAŽ

Pracovná záťaž úzko súvisí so stresom, nedá sa však so stresom zamieňať. Hart definoval pracovnú záťaž ako „cena za plnenie úlohy pre ľudského operátora, ktorou môže byť únava, stres, alebo chyby“. [9] Sheridan a Simpson píšu o rozdielne fyzickej pracovnej záťaže a mentálnej pracovnej záťaže, pričom fyzická súvisí so zmenami dýchania a pulzovej frekvencie, ktoré môžeme merať, zatiaľ čo mentálna pracovná záťaž sa vzťahuje na spracovanie informácií, vykonávanie rozhodnutí, pozornosť, stres, emócie a únavu. [10] Kantowitz prirovnáva mentálnu pracovnú záťaž k „vplyvnej premennej, podobnej pozornosti, ktorá prispôsobuje voľbu medzi požiadavkami prostredia a kapacitou organizmu“ [11]

2.1. Príčiny vysokej pracovnej záťaže

Prvou príčinou vysokej pracovnej záťaže je obťažnosť úlohy. Ťažšie úlohy si vyžadujú náročnejšie spracovanie informácií, ukladanie dostupných dát do krátkodobej pamäte, vyvolávanie dát a skúmanie dlhodobej pamäte, alebo naučených pravidiel.

Druhou príčinou vysokej pracovnej záťaže je vykonávanie viacerých úloh naraz (multi-tasking). Informácie, ktoré má osoba spracovať, pochádzajú z dvoch krátkodobých pamäťových zdrojov (vstupov). Jedným je fonologický okruh, ktorý ukladá zvukové informácie, druhým je vizuálny okruh ukladajúci obrazové informácie. Spracované informácie sú potom využité pri výstupe buď vo forme fyzického pohybu, alebo hlasového výstupu. Na to aby bolo možné vykonávať dve úlohy súčasne, obe musia využívať rozdielny vstup informácií a rozdielny výstup informácií. Zároveň aspoň jedna z úloh musí byť dobre naučená, pretože človek dokáže súčasne spracovávať len jednu skupinu informácií. [3] Príkladom typického multi-taskingu je manuálne ovládanie lietadla, počas ktorého pilot konštantne využíva vizuálny okruh na sledovanie svojho okolia a prístrojov, a odpovedá naň pohybom rúk tak aby udržiaval lietadlo v požadovanej polohe. Súčasne však využíva ako vstup aj fonologický okruh s hlasovým výstupom na komunikáciu s riadením letovej prevádzky. Pilot by teda mal súčasne zvládať lietanie, aj komunikáciu. V priebehu letu sa však môžu objaviť aj ďalšie úlohy (navigácia, výpočty, porucha), na ktoré už nebude dostatok vstupov, výstupov alebo priestoru na spracovanie a preto začnú jednotlivé úlohy medzi sebou súperiť o zdroje, pričom dochádza k vysokej pracovnej záťaži.

Riešením by mohlo byť striedanie jednotlivých úloh tak aby sme súčasne nevyužívali jeden zdroj na dve úlohy. Problémom je, že striedanie úloh si vyžaduje veľké množstvo pozornosti a samotná zmena úlohy môže zvýšiť pracovnú záťaž, preto je odporúčané vyhýbať sa striedaniu úloh. Ďalšou možnosťou je pokúsiť sa splniť úlohu rýchlejšie, to však pridáva úlohe obťažnosť a dáva priestor chybám. Človek sa môže navyše tak sústrediť na skrátenie trvania úlohy, že tomu môže venovať až príliš veľa pozornosti a v konečnom dôsledku trvanie úlohy predĺžiť. [3]

Veľký vplyv na zníženie pracovnej záťaže počas letu má automatizácia, ktorá znižuje množstvo opakovaných

manuálnych zásahov pilota do riadenia lietadla. Zavedenie automatizácie viedlo k zmenšeniu objemu informácií, s ktorými musel pilot počas letu narábať a ktoré spôsobovali zahltenie pilota. Pri zlyhaní automatizácie však dochádza k náhlemu preťaženiu pilota, ktorý neočakával prechod na manuálne riadenie, čo vedie k strate situačného povedomia a chybám. [12]

2.2. *Následky vysokej pracovnej záťaže*

Nárast pracovnej záťaže v rámci zvláduteľného rozsahu nemá výrazný dopad na výkonnosť. Po ďalšom náraste pracovnej záťaže však dochádza k bodu, v ktorom už je na daného človeka pracovná záťaž príliš vysoká, čo sa prejaví poklesom jeho výkonnosti. Zvláduteľná pracovná záťaž bez poklesu výkonnosti je kapacitou pracovnej záťaže, ktorá je u každého pilota individuálna. [13] Preťažený človek nie je schopný ďalej efektívne spracovávať informácie, riadiť lietadlo alebo učiť sa. Do situácie s vysokou pracovnou záťažou sa častejšie dostávajú menej skúsení piloti, ktorí potrebujú pri riadení lietadla viac premýšľať, môžu sa do nej však dostať aj tie najskúsenejšie posádky, najmä pri chorobe, strese alebo inom vonkajšom faktore. Pri komunikácii sa vysoká pracovná záťaž prejavuje skrátenými prejavmi, a menším počtom interakcií, ktorý vedie k vyššiemu počtu chýb. [6]

Význačným prejavom vysokej pracovnej záťaže je zameriavanie pozornosti iba na vybraný okruh signálov, čo na jednej strane umožňuje maximálnu koncentráciu na problém alebo hrozbu a minimalizuje vyrušovanie, na druhej strane však hrozí prehliadnutie kriticky dôležitého signálu bez ohľadu na to ako veľmi výrazný tento signál je. Pri vysokej pracovnej záťaži pilot nemusí mať potrebnú kapacitu na to, aby si mohol vytvoriť spoľahlivý prehľad o situácii a prejsť si všetky možné alternatívy. Ak sa v náročnej situácii objaví vhodnejší postup, pilot by musel pri zmene plánovaného postupu obetovať svoju pozornosť a preto sa mnohokrát prikloní k pôvodnému postupu. [3]

V rámci pochopenia problematiky stresu a pracovnej záťaže je dôležité poznať ich vzájomný vzťah. Vysoká pracovná záťaž, alebo práca, ktorá presahuje kapacitu jedinca vytvára stres. [14] Vo všeobecnosti platí, že vysoká pracovná záťaž prispieva k robeniu chýb, a tie sú potom ťažšie spozorovateľné. Problémom nie je iba vysoká pracovná záťaž, ale aj príliš nízka pracovná záťaž, ktorá spôsobuje nedostatočnú aktiváciu organizmu a nízku výkonnosť. [12]

3. SKÚMANIE STRESU A PRACOVNEJ ZÁŤAŽE V PRIEBEHU LETU

Pre vylepšovanie ergonómie kokpitu a návrh lepších postupov je dôležité zaoberať sa skúmaním stresu a pracovnej záťaže pôsobiacej na pilotov počas letu. V minulosti sa uskutočnilo viacero výskumov zaoberajúcich sa problematikou stresu a pracovnej záťaže.

3.1. *Sledovanie pohybu očí*

Jedným zo spôsobov skúmania správania pilotov a rozloženia ich pozornosti počas letu je na základe sledovania pohybu ich očí počas jednotlivých fáz letu. Počas výskumu vykonanom v roku 2022 na desiatich pilotoch Holandského kráľovského letectva bolo ich zorné pole rozdelené na deväť prvkov kokpitu, zahrňujúcich jednotlivé prístroje, ovládanie ťahu a výhľad z lietadla. Výskum prebiehal na simulátore, na ktorom každý pilot

vykonával manuálne 3 okruhy. Sledovacie zariadenie zaznamenalo čas sledovania jednotlivých prvkov a postupnosť v akej si ich piloti prezerali. Výsledné údaje umožňujú zistiť, na akú činnosť sa piloti v jednotlivých fázach sústredili najviac a medzi ktorými prístrojmi bola rozdelená ich pozornosť. [15]

Sledovanie pohybu očí umožňuje priblížiť, akej činnosti pilot venuje zvýšenú pozornosť v jednotlivých fázach letu. Pri sledovaní pohybu očí pri meniacich sa podmienkach je možné zistiť, ako dané podmienky zmenili rozloženie pozornosti. Podľa samotného sledovania pohybu očí sa však nedá určiť, akému stresu je pilot vystavený a ako narastá jeho pracovné zaťaženie. Ak by bol navrhnutý výskum počas ktorého by bol sledovaný stres alebo pracovná záťaž a pohyb očí, bolo by možné zistiť, ako sa mení pozornosť v konkrétnej situácii pri meniacom sa strese, alebo záťaži.

3.2. *Technika subjektívneho hodnotenia záťaže*

Výskum uskutočnený pomocou 260 civilných pilotov z Indonézie, ktorého cieľom bolo zistiť akej pracovnej záťaži sú piloti vystavení počas vplyvu rôznych faktorov, prebiehal formou dotazníka SWAT (Subjective Workload Assessment Technique). Metóda SWAT pozostáva z dvoch častí. Počas prvej časti respondenti 3-krát zoradili 27 kariet s jednotlivými faktormi podľa časovej záťaže, úsilia a stresu. V druhej časti respondenti priradili ku každej karte ich hodnotenie časovej záťaže, úsilia a stresu od 1 (nízke) do 3 (vysoké), vďaka čomu získali zoradené karty z prvej časti určitú referenčnú hodnotu. Výsledkom výskumu bolo priradenie vypočítanej hodnoty pracovnej záťaže jednotlivým vplyvujúcim faktorom, ktoré sa nachádzali na kartách. Tieto faktory boli rozdelené do štyroch kategórií – fázy letu, meteorologické prvky, čas letu a terén. Ak bola výsledná hodnota <40, jedná sa o malú záťaž, pri hodnotách 41 – 60 sa jedná o miernu záťaž a pri hodnotách >61 sa jedná o vysokú záťaž, pri ktorej môže dôjsť k preťaženiu. [16]

3.3. *Meranie pracovnej záťaže pomocou variácie pulzovej frekvencie a dotazníka NASA-TLX*

Výskum univerzity Enna zahrňoval subjektívne hodnotenie pracovnej záťaže pilotov, ale aj objektívne meranie záťaže pomocou fyziologických signálov. Napriek rozdielu týchto dvoch metód je pri analyzovaní pracovnej záťaže potrebné využiť všetky metódy. Subjektívne hodnotenie prebiehalo formou dotazníka NASA-TLX (NASA Task Load Index), to je však ovplyvňované vlastnou interpretáciou jednotlivých situácií. Objektívne meranie nie je priamo ovplyvnené zmýšľaním pilota a má potenciál poskytnúť detailnejšiu analýzu stresorov. Meranie tiež nemusí byť bezchybné a môže byť citlivé na aktivitu vykonávanú v danej chvíli. Objektívna časť výskumu prebiehala meraním variácie pulzovej frekvencie (HRV) počas simulovaného letu. [17]

Merania sa zúčastnilo 23 pilotov a ich úlohou bolo zaletieť simulovaný let na simulátore lietadla CESSNA Citation C560 XLS. Po vzlete vystúpili do výšky 10 000 stôp, v nej vykonali zatáčku vľavo a vpravo, pádový manéver, dostali lietadlo z nezvyklej polohy a vyčkávali. Cieľom vykonávaných manévrov bolo vytvorenie dodatočnej pracovnej záťaže každého pilota pred tým, ako začne s ILS priblížením a pristátím. Výstupom meraní bol elektrokardiogram (EKG), vytvorený hrudným pásom, ktorý mali piloti nasadený počas simulovaného letu, následne boli z EKG pomocou softvéru vytiahnuté 3 HRV parametre:

1. LF/HF – pomer hustoty EKG signálu v pásme s nízkou frekvenciou (0,04 – 0,15 Hz) a v pásme s vysokou frekvenciou (0,15 – 0,4 Hz). Tento parameter sa viaže na nervovú sústavu a pri náročnejších úlohách bol pozorovaný nárast pomeru LF/HF.
2. SD1 – parameter získaný zložitejšou geometrickou metódou. Nízka hodnota SD1 indikuje vysokú úroveň stresu.
3. SDNN – smerodajná odchýlka od pravidelného intervalu medzi dvoma údermi srdca, ktorý je považovaný za najužitočnejší parameter pri analyzovaní pracovnej záťaže. Zníženie SDNN indikuje zvýšenú mentálnu pracovnú záťaž. [17]

Dotazník NASA-TLX, využitý pri subjektívnom hodnotení je rozšíreným nástrojom k hodnoteniu pracovnej záťaže, vďaka jeho presnosti a spoľahlivosti. Podobne ako pri dotazníku SWAT, aj pri dotazníku NASA-TLX hodnotia piloti jednotlivé situácie podľa stupnice a aj porovnávaním medzi sebou. [17] Vyhodnotenie dotazníka je založené na výpočte vážených priemerov šiestich ukazovateľov: mentálna záťaž, fyzická záťaž, časová záťaž, výkonnosť, úsilie, úroveň frustrácie. [18]

Dotazník NASA-TLX je zadarmo dostupný v softvérovej verzii pre počítače, čo zjednodušuje zber, spracovanie a úschovu dát. Program je možné prispôbiť priamo pre potreby experimentu pomocou textového súboru. [18] Počas výskumu bolo cieľom dotazníka určiť celkovú záťaž pilotov počas vzletovej a pristávacej fázy.

Všetky spomenuté výskumy poskytujú vlastný pohľad na vyriešenie problematiky skúmania pracovnej záťaže a stresu počas letu. Pre potreby skúmania konkrétnej problematiky je vhodné navrhnúť výskum takým spôsobom, aby bol zameraný práve na túto problematiku. Vhodnými piliermi k vytvoreniu vlastného výskumu sú výskumy z oblasti skúmanej problematiky, vykonané v minulosti.

PodĎakovanie

Článok je publikovaný ako jeden z výstupov projektu Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky **KEGA 024ŽU-4/2023** s názvom "*Integrácia najnovších vedných poznatkov v rámci zvyšovania kvality praktickej a laboratórnej výučby študijného programu Letecká doprava*".

Referencie

- [1] ATPL Human Performance and Limitations. Atlantic Flight Training, 2003. 244 s.
- [2] VAGNER, J. a kol. 2018. Fatigue and Stress Factors among Aviation Personnel. In: Acta Avionica. 2018, roč. 20, č. 2, s. 23-28. ISSN 1339-9853.
- [3] JARVIS, S. a kol. 2014. Flight-crew human factors handbook. Gatwick Airport South: Civil Aviation Authority, 2014. 242 s.
- [4] DZVONÍK, O. 2005. Ľudské faktory v letectve: Ľudská výkonnosť a jej obmedzenia. Košice: Žilinská univerzita v Žiline, 2005. 291 s.

- [5] KENNY, J. a kol. 2014. Ground Training Series: Human Performance. Oxford: CAE Oxford Aviation Academy, 2014. 208 s.
- [6] ATPL Ground Training Series: Human Performance and Limitations. CAE Oxford Aviation Academy, 2014. 456 s.
- [7] DRAKE, C. L. - PILLAI, V. - ROTH, T. 2014. Stress and Sleep Reactivity: A Prospective Investigation of the Stress-Diathesis Model of Insomnia. In: Sleep. 2014, roč. 37, č. 8, s. 1295-1304. ISSN 1550-9109
- [8] KNOWLES, S. R. - NELSON, E. A. - PALOMBO, E. A. 2008. Investigating the role of perceived stress on bacterial flora activity and salivary cortisol secretion: A possible mechanism underlying susceptibility to illness. In: Biological Psychology. 2008, roč. 77, č. 2, s. 132-137. ISSN 0301-0511.
- [9] WEBB, C. M. a kol. 2010. Toward an Operational Definition of Workload: A Workload Assessment of Aviation Maneuvers. Army Aeromedical Research Lab Fort Rucker AL, 2010. 47 s.
- [10] SHERIDAN, T. B. - SIMPSON, R. W. 1979. Flight Transportation Laboratory Report R 79-4: Toward the Definition and Measurement of the Mental Workload of Transport Pilots. Massachusetts: Cambridge, 1979. 72 s.
- [11] KANTOWITZ, B. H. 2000. Attention and mental workload. In: Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society - 3rd Annual Meeting. Santa Monica: 2000. s. 456-459.
- [12] ŠKVAREKOVÁ, I. - PECHO, P. - KANDERA, B. 2019. Vplyv automatizácie na letové zručnosti pilota. In: AEROjournal. 2019, roč. 13, č. 1, s. 17-22. ISSN 1338-8215.
- [13] MANSIKKA, H. a kol. 2016. Fighter pilots' heart rate, heart rate variation and performance during an instrument flight rules proficiency test. In: Applied Ergonomics. 2016, roč. 56, s. 213-219. ISSN 0003-6870.
- [14] QURESHI, M. I. 2013. Relationship Between Job Stress, Workload, Environment and Employees Turnover Intentions: What We Know, What Should We Know. 2013, roč. 23, č. 6, s. 764-770. ISSN 1818-4952.
- [15] PEYSAKHOVICH, V. a kol. 2022. Classification of Flight Phases Based on Pilots' Visual Scanning Strategies. In: 2022 Symposium on Eye Tracking Research and Applications. New York: Association for Computing Machinery, 2022. 7 s. ISBN 9781450392525.
- [16] SAPUTRA, A. D. - PRIYANTO, S. - MUTHOHAR, I. 2017. The pilot mental workload in flight operation. In: Aceh International Journal of Science and Technology. 2017, roč. 6, č. 1, s. 37-43. ISSN 2088-9860.
- [17] ALAIMO, A. a kol. 2020. Aircraft Pilots Workload Analysis: Heart Rate Variability Objective Measures and NASA-Task Load Index Subjective Evaluation. In: Aerospace. 2020, roč. 7. ISSN 2226-4310.
- [18] CAO, A. a kol. 2009. NASA TLX: Software for assessing subjective mental workload. In: Behavior Research Methods. 2009, roč. 41, s. 113-117. ISSN 1554-3528.