



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

LETECKÝ ÚSTAV

INSTITUTE OF AEROSPACE ENGINEERING

VLIV STRESU NA VÝKONNOST PILOTA

EFFECT OF STRESS ON PILOT PERFORMANCE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Miroslav Dedinský

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Miroslav Šplíchal, Ph.D.

BRNO 2020

Zadání diplomové práce

Ústav:	Letecký ústav
Student:	Bc. Miroslav Dedinský
Studijní program:	Strojní inženýrství
Studijní obor:	Letecký provoz
Vedoucí práce:	Ing. Miroslav Šplíchal, Ph.D.
Akademický rok:	2019/20

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Vliv stresu na výkonnost pilota

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Stres je významný faktor ovlivňující výkon pilota. Úkolem této práce je provedení rešerše klíčových výzkumů v této oblasti a identifikovat možné vhodné indikátory pro kvantifikaci stresu. V rámci práce je předpokládáno také experimentální ověření navržených indikátorů.

Cíle diplomové práce:

- 1) Rešerše významných prací v dané oblasti.
- 2) Návrh kvantitativních indikátorů stresu.
- 3) Návrh a realizace experimentu k ověření navržených indikátorů.

Seznam doporučené literatury:

MARTINUSSEN, Monica. Aviation psychology and human factors. Second edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2018. ISBN 978-1-4987-5752-2.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Jaroslav Juračka, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Hlavným cieľom tejto diplomovej práce je zistiť, či je možné počas pilotáže merať stres. V prípade ak áno, bolo by možné vyvíjať systémy, ktoré by mohli v stresových situáciách pilotom pomáhať a tým daný stres zmiernovať, čo by malo vplyv na zlepšenú pracovnú výkonnosť. V práci sa vyskytujú podobné štúdie z danej oblasti, samotné stresové faktory ktoré na pilotov pôsobia a to aké fyziologické zmeny sú pri takýchto situáciách pozorovateľné. Na záver je vykonané experimentálne meranie počas troch letov, ktoré malo za cieľ preukázať zistené informácie a teda možnosť a spôsob merania stresu.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

stres, stresové faktory, pilot, letectvo, meranie, pulzová frekvencia

ABSTRACT

The main goal of this diploma thesis is to find out whether it is possible to measure stress during piloting. If so, it would be possible to develop systems that could help pilots in stressful situations and thus alleviate the stress, this would have great impact and positively improve work performance. There are few similar studies in the field, the stress factors that affect the pilots and what physiological changes are observable in such situations. Finally, an experimental measurement is performed during three flights, which is aimed to demonstrate the information obtained and thus the possibility of measuring stress and the method to do so.

KEY WORDS

stress, stress factors, pilot, aviation, measurement, heart rate

BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA

DEDINSKÝ, Miroslav. *Vliv stresu na výkonnosť pilota* [online]. Brno, 2020 [cit. 2020-06-24]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/125355>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Letecký ústav. Vedoucí práce Miroslav Šplíchal.

POĎAKOVANIE

Chcel by som poďakovať môjmu školiteľovi Ing. Miroslavovi Šplíchalovi, PhD. za odborný dozor nad mojou prácou, konzultácie a všetky jeho odporúčania. Ďalej by som chcel poďakovať leteckým inštruktorom Radoslavovi Mikulášovi a Mariánovi Szabovi za ich trpezlivý prístup pri poskytovaní ich skúseností a informácií počas tvorby mojej práce.

OBSAH

ÚVOD	9
1 Nervový systém.....	11
1.1 Kognitívne procesy	12
1.2 Stres	13
1.3 Stres z biologického hľadiska.....	14
1.4 Stres z psychologického hľadiska.....	15
1.5 Stratégie zvládania stresových situácií	16
2 Stres v pilotnom prostredí	18
2.1 Pracovná výkonnosť pilota	19
2.2 Stresové faktory	20
2.2.1 Fyzické stresové faktory počas pilotáže.....	21
2.2.2 Psychické stresové faktory počas pilotáže	21
2.3 Prehľad vybraných štúdií zameraných na stres v letectve	23
2.4 Únava a jej vplyv na vznik stresu	25
2.5 Rozhodovacie procesy počas pracovnej záťaže	27
2.5.1 Rozhodovacie procesy v skupine.....	29
2.6 Vplyv stresu na pozornosť pilota.....	30
2.6.1 „Cognitive tunneling“	30
2.6.2 Problém určovania priorít	32
2.7 Vplyv stresu a prekvapivej udalosti.....	33
2.7.1 Vplyv stresu na reakcie	34
2.7.2 Vplyv stresu na komunikáciu.....	37
3 Návrh kvantitatívnych indikátorov stresu	40
3.1 Rýchlosť dýchania	40
3.2 Elektrodermálna aktivita.....	41
3.3 Teplota kože	41
3.4 Pohyb očí	42
3.5 Elektroencefalografia – činnosť mozgu.....	42
3.6 Elektromyograf – činnosť svalov	43
3.7 Elektrokardiograf	43
3.8 Výber vhodného merateľného indikátoru pre experiment.....	44
3.9 Srdcová (pulzová) frekvencia	46
3.9.1 Zmena pulzovej frekvencie vplyvom stresu	47
4 Návrh a realizácia experimentu k overeniu navrhnutých indikátorov	50
4.1 Dotazník.....	50
4.1.1 Výsledky dotazníka.....	51
4.2 Základné informácie o prevedení merania	55
4.3 Priebeh merania	59

4.3.1	Meranie pulzovej frekvencie v kl'udnom stave.....	59
4.3.2	Let v priestore ATZ LZPT s pasažierom	59
4.3.3	Let po okruhu počas bočného vetru	63
4.3.4	Let v riadenom vzdušnom priestore.....	67
	ZÁVĚR.....	71
	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	72
	ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK	74
	ZOZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKOV	75
	ZOZNAM POUŽITÝCH TABULIEK	76

ÚVOD

Stres na nás vpláva počas rôznych situácií v priebehu celého života. Pri rovnakej situácií ho každý človek môže pociťovať v odlišnej miere a zároveň sa s ním aj každý odlišne vyrovnáva. Rovnako sa objavuje stres v pomerne veľkej miere aj v letectve. Aj napriek neustálemu pokroku a modernizácií letovej techniky vďaka čomu sa lietanie stáva neustále viac bezpečné, sa vyskytujú počas letu rôzne situácie ktoré dokážu stresovo vplývať na každého pilota. Množstvo stresových faktorov vyskytujúcich sa počas letu môžu ovplyvniť rozhodovacie procesy pilota a negatívne tak vplývať na bezpečnosť letu. Je preto na mieste sa danou problematikou zaoberať a snažiť sa navrhnúť spôsob akým by bolo možné zmierňovať vplyv stresovej situácie. O dôležitosti vplyvu stresu svedčí aj množstvo prác či štúdií ktoré sa touto problematikou zaoberali v rôznych oblastiach ktoré sú súčasťou aj tejto diplomovej práce.

Na to aby sme ale mohli preukázať merateľnosť stresu a spôsob jeho merania je potrebné vedieť ako sa ľudský organizmus s takýmito podnetmi vyrovnáva. Danej téme sa venuje prvá kapitola tejto práce.

Ľudský organizmus je zložitý systém ktorý dokáže reagovať aj na najmenšie stresové podnety rôznymi zmenami v tele. Tým čo je stres a ako ho telo spracováva sa zaoberám v prvej kapitole. Pre človeka nie je pohyb v atmosfére prirodzený a preto sa v letectve dokáže vplyv stresového faktoru prejavovať v rôznych formách. Vplyvom stresu v pilotáži sa zaoberá druhá kapitola. Na to aby sme sa pokúsili tento stres odmerať potrebujeme vedieť aké fyziologické zmeny v tele by sme mali pozorovať čomu sa venuje tretia kapitola diplomovej práce. V štvrtej kapitole sa všetky tieto informácie zúžitkujú do experimentálneho merania v ktorom sa budem pokúšať namerať veľkosť vplývajúceho stresu na pilota počas rôznych fáz letu. K tomu aby boli tieto fázy letu vhodne vybrané bol využitý krátky dotazník pre pilotov.

Na záver dôjde k zhodnoteniu nameraných údajov a subjektívneho názoru pilota z čoho sa vyvodí či možnosť merania stresu existuje, alebo nie.

1 Nervový systém

Všetkým systémom v ľudskom tele je nadradený ich koordinátor, nervový systém. Systém tvoria najmä bunky nazývané neuróny, ktoré v organizme obrovskou rýchlosťou prenášajú rozmanité impulzy pomocou elektrických vzruchov a chemických látok zvaných neurotransmitery. Riadiacim centrom nervového systému je mozog, ktorý zabezpečuje predovšetkým vyhodnotenie získaných impulzov a spúšťanie zodpovedajúcich reakcií. Nervový systém je pomyselným štartom pri tvorbe stresu. Ten sa u človeka preukáže pokiaľ sa nachádza jeho systém v nerovnováhe. Podľa funkcie ho delíme na somatický a autonómny nervový systém (ANS). (1)

Somatický systém býva označovaný ako voľný, pretože jeho činnosť riadime vlastnou vôľou (je pod našou kontrolou). Naproti tomu autonómny nervový systém, ktorý riadi činnosť vnútorných orgánov, funguje s určitými výnimkami nezávisle od našej vôle. *Autonómny nervový systém* kontroluje prevažnú väčšinu toho, čo sa v našom tele v danom okamihu deje, teda udržiava homeostázu organizmu prostredníctvom riadenia činnosti vnútorných orgánov. Senzorické vlákna neustále monitorujú celý rad ukazovateľov z vnútorného prostredia ako napríklad hladiny kyslíka, oxidu uhličitého, cukru v krvi či telesnú teplotu. Centrálna nervová sústava na základe dodaných informácií samovoľne reguluje aktivitu motorických vlákien.

Podľa toho či majú tieto vlákna funkciu aktivačnú alebo tlmiacu sa ANS delí na *sympatický* a *parasympatický* nervový systém. Tieto systémy fungujú na úkor toho druhého. Pokiaľ je aktivovaný sympatikus, je činnosť parasympatika utlmená. Ako ilustratívny príklad môžeme sympatikus prirovnať k plynovému pedálu (akcelerátoru) ktorý pripravuje telo na pohotovostné stavy vyžadujúce rýchlu reakciu. Podporuje tvorbu energie a zároveň utlmuje trávenie. U človeka vyvolá napríklad zvýšenie krvného tlaku, rozťahnutie zreníc a uvoľnenie šošoviek, čím do oka vniká viac svetla a aj zvýšenie srdcovej (pulzovej) frekvencie a výkonu srdcového svalu. Opak tohto systému parasympatikus, si môžeme predstaviť ako brzdu, ktorá keď nebezpečenstvo pominie, vráti telesné funkcie do normálu a ďalej riadi pokojové a vegetatívne činnosti. (1)

Po aktivovaní sympatického nervového systému pri stresovej reakcii, sa v tele začnú vyplavovať hormóny ktoré pomáhajú akcelerovať organizmus. Syntetizujú sa predovšetkým v nadobličkách ktoré sú hlavnými žľazami stresovej reakcie. V najväčšej miere v tele pôsobí adrenalín a kortizol.

Ľudom najviac známy hormón *adrenalín* začne masívne zásobovať mozog a kostrové svaly kyslíkom a glukózou a tým spôsobí akceleráciu organizmu. Okrem toho sa podieľa aj na samotnej syntéze energie a utlmení vegetatívnych činností v tele. Pôsobenie tohto hormónu sa prejaví okamžite a účinnosť je niekoľko minút, za to účinky druhého hormónu *kortizolu* sa prejavia o niečo neskôr a môžu trvať niekoľko hodín. Jeho úlohou je odbúranie poplachovej reakcie a obnovu rovnováhy organizmu. Dlhodobo zvýšená hladina kortizolu v krvi môže mať čiastočne za následok chronický stres a zdravotné komplikácie ktoré sa so stresom spájajú.

1.1 Kognitívne procesy

Kognitívne alebo zmyslove poznávanie (latinsky *percepcia*) prebieha ako pociťovanie a vnímanie. Vnímanie je založené na analyticko-syntetickej činnosti analyzátorov. Na jeho začiatku je zmyslová (recepčná) analýza, ktorej podstata spočíva v tom, že každý receptor z komplexu vonkajších vlastností, ktoré má vnímaný predmet alebo jav, vyberie a odrazí len tie, na ktoré je odraz uspôsobený. Základným znakom vnímania je aktivita vnímajúceho subjektu. Plánovité a cieľavedomé vnímanie sa nazýva pozorovanie. Špecifickým prípadom nesprávneho vnímania sú napríklad zmyslové ilúzie počas letu. Tie sú spôsobené interakciou fyzikálnych vplyvov prostredia a fyziologických charakteristík zmyslových orgánov a ich výskyt a prejavy sa riadia stálymi zákonitosťami. (1)

Mozog má pri vnímaní okolitého sveta impozantný problém a to z dôvodu, že každému zmyslovému orgánu zodpovedá určitý druh podnetu (napr. svetelná energia zraku, chemická energia čuchu a chuti, mechanická energia sluchu a hmatu) Mozog však nie je schopný vnímať priamo žiadnu z nich, rozumie len jazyku elektrických signálov ktoré vznikajú pri výbojoch a neurónoch. Proces prevodu signálov (z fyzikálnej na elektrickú energiu) sa nazýva transdukcia a je spojená so špecializovanými bunkami v zmyslových orgánoch, ktoré sa nazývajú receptory. Ide o špecializovaný druh nervovej bunky, čiže neurónu, ktorý pri aktivácií prenáša elektrický signál na ďalšie neuróny, ktoré sú s ním spojené. Signál postupuje chrbtovou miechou až do prijímacej oblasti mozgovej kôry, pričom každému zmyslu zodpovedná iná

kôrová oblasť. Základné informácie o vonkajšom svete, ako aj o vlastnom organizme získavame pomocou analyzátorov. (1)

Ďalšie z pojmov súvisiace s kognitívnymi procesmi sú pozornosť, predstavy pamäť a myslenie. *Pozornosť* môžeme definovať ako zameranie a sústredenie psychickej činnosti na objekt, ktorý ma určitý význam, pri čom rozlišujeme neúmyselnú (pasívnu) a úmyselnú (aktívnu) pozornosť. *Predstava* je zas subjektívny názorný obraz predmetov a javov, ktoré v danom okamihu nevnímame. V porovnaní s vnemami nemajú takú miernu názornosť a teda, sú menej jasné, majú krátke trvanie a vyznačujú sa fragmentárnosťou. *Pamäť* je psychický proces minulej skúsenosti v našom vedomí a jej proces zahŕňa fázu zapamätávania, podržania. (1)

1.2 Stres

Život kladie nároky na schopnosť človeka adaptovať sa na meniace sa podmienky a okolnosti. Ak nároky života preyšujú adaptačné možnosti človeka, jeho organizmus sa aktivizuje a vzniká stres, môžeme hovoriť aj o záťaži, napätí alebo tlaku. Určitá miera stresu je pre život potrebná, zlepšuje sústredenie, pamäť, mobilizuje energiu a zlepšuje výkon. Jeho nadmerné množstvo však pôsobí nepriaznivo a výkon oslabuje. Je možné povedať že stres je fyziologická odpoveď organizmu na nadmernú záťaž ktorá vedie ku stresovej reakcii. Samotné správanie počas takejto reakcie je u každého jedinca individuálna záležitosť a preto sa budem v rámci tejto kapitoly venovať vymedzeniu pojmu stres a opísaniu jeho najčastejších prejavov.

Anglický význam slova „stress“ vychádza z francúzskeho slova „estrecier“ čo v preklade znamená prinútiť sa, použiť násilie. Francúzi ho zasa odvodili z latinského slova „strictus“ čo znamená ťahať, stláčať. Všeobecne o strese hovoríme ako o súbore reakcií organizmu na vonkajší alebo vnútorný podnet, ktorý narušuje jeho normálny chod a vďaka jeho reakciám sa organizmus mobilizuje na zvládnutie neobvyklej situácie. (2) Nakoľko je možné chápať pojem stres rôzne, je definovaný niekoľkými spôsobmi ktoré sú vo veľa prípadoch od seba odlišné.

Hans Selye opisuje stres ako obrannú reakciu organizmu ktorý sa bráni narušeniu homeostázy ako základného predpokladu adaptácie na vonkajšie prostredie. Ide teda o stav organizmu vyvedeného z rovnováhy, čím je nútený nachádzať kompenzačné techniky ktorými sa adaptuje a vráti späť do rovnovážneho stavu. (3)

Predstaviteľ transakčného prístupu, ktorý zdôrazňuje proces interakcie osoby a prostredia, R. S. Lazarus charakterizuje stres ako prenos medzi situáciou a jedincom a to tým, že samotný stresový podnet nemusí byť jediná vec ktorá pôsobí na človeka. Môže to byť aj očakávanie vo forme ohrozenia. To znamená, že sa nemusíme nachádzať len v živote a zdravie ohrozujúcich situáciách, ale aj v momentoch kedy môžu byť ohrozené naše hodnoty vzťahy a motívy. Lazarus sleduje počas stresovej reakcie štyri hlavné indikátory a to fyziologické reakcie, chovanie motoriky, emocionálnu reakciu a reakciu kognitívnych funkcií. Platí, že druh podnetu sa prejavuje kvalitatívne a intenzita kvantitatívne. (4)

Pri definovaní stresu je dôležitý pomer medzi intenzitou stresovej situácie a schopnosťou jedinca situáciu zvládnuť. Stres vnímaný ako vyčerpávajúca nadmerná záťaž ktorá môže viesť k závažným ochoreniam je negatívny stres. Tento typ stresu sa nazýva *distres*. Existuje ale aj opak a to je *eustres*. Je označovaný aj ako pozitívny stres ktorého primerané množstvo môže aktivovať organizmus a motivovať človeka k vyššiemu výkonu a je spájaný s pozitívnymi emóciami.

1.3 Stres z biologického hľadiska

Ako bolo už spomenuté, stresová reakcia ovplyvňuje homeostázu organizmu, ktorý sa musí vzniknutej situácii prispôbiť. Toto prispôbenie nazval a popísal Seley ako adaptačný syndróm *GAS (General Adaptation Syndrom)*. Ide o trojstupňový proces, ktorý opisuje fyziologické zmeny organizmu v strese. Prvý z troch procesov je reakcia alarmu kedy organizmus zareaguje na vzniknutú situáciu. Počas nej dochádza k mobilizácii všetkých síl v organizme. Zvýši sa činnosť sympatického nervového systému čím následne dôjde k vypúšťaniu adrenalínu, k zvýšeniu krvného tlaku, srdiečného tepu, dychu, potenia a glukózy ktorá slúži ako okamžitý zdroj energie. Telo sa počas tohto stupňa pripravuje na reakciu nazývanú „boj alebo uteč“. Ako druhý stupeň príde stupeň odolnosti (rezistencie) ktorý je následkom aktivácie parasympatického nervového systému počas ktorého sa začnú zvýšené hodnoty vracat' do normálu. Krv sa začne riediť, vyplavovanie adrenalínu sa oproti prvému stupňu znižuje. Organizmus počas rezistencie čelí pôsobiacemu stresu a objem zníženia príznakov stresu závisí na type aktuálneho stresoru a obranyschopnosti jedinca. Pokiaľ stresory

naďalej pôsobia a mechanizmy odolnosti organizmu neuspjú nastáva posledný stupeň, stupeň vyčerpania. Sympatikus už nie je schopný ďalej produkovať adrenalín, telo nemá energiu na ďalšiu adaptáciu a dochádza k jeho vyčerpaniu. (3)

Z biologického hľadiska je možné stres rozpoznať pri pozorovaní prítomných fyziologických príznakov, ktoré sa môžu prejavovať v rôznej intenzite. Medzi tieto príznaky patrí. (5)

- potenie
- zrýchlenie dychu
- buchot srdca
- zrýchlenie srdečnej frekvencie
- kŕčovité bolesti brucha
- bolesť v hrudníku
- zovretie krku
- sťažené videnie a problém sústredenia sa na jeden bod

1.4 Stres z psychologického hľadiska

Z psychologického hľadiska sa pod stresom rozumie neúniková nadmerná záťaž s následkom trvalej stresovej reakcie. Intenzita stresu závisí na význame danej situácie a veľkosti prípadného nebezpečia. Veľkú úlohu zohráva zraniteľnosť človeka ktorá je ovplyvnená jeho osobnosťou. Hovoríme o *modely dvojitého zhodnotenia situácie*. Počas prvotného zhodnotenia situácie berie človek do úvahy ohrozenie jeho existencie, zdravia či svojho postoja v spoločnosti alebo povesti. Nezvažuje len aktuálny stav ale aj dôsledky danej situácie. Výsledkom toho je vnímanie situácie pozitívne alebo negatívne (stresovo). Nato prichádza druhotné zhodnotenie situácie a hľadania odpovede na otázku ako vzniknutú situáciu vyriešiť. Mozog hodnotí svoje možnosti ako situáciu zvládnuť, schopnosti obrany, alebo stratégie útoku. (4)

Organizmus na stres nereaguje len fyziologicky ale aj psychicky, s tým že tieto dva druhy reakcie sa prejavujú súčasne a nie sú oddeliteľné. Aj pri tých psychických môžeme pozorovať rôznu intenzitu príznakov ako:

- pocit bezmocnosti a ohrozenia
- úzkosť, strach
- citová labilita
- výrazné zmeny nálady
- pesimizmus
- strata empatie

Častou reakciou z psychickej stránky je *úzkosť* alebo *strach*. Za úzkosť pokladáme emočne nepríjemný stav s rôznou intenzitou od nepokoja až po paniku. Prejavuje sa vnútorným nepokojom, bezmocnosťou, prípadne beznádejou a zúženým vedomím, stratou reálneho vnímania. Počas prežívania strachu je človek nerozhodný svojím konaním, váhavý, prípadne sa môže uňho prejaviť krátkodobé úplne „zamrznutie“ a nemožnosť čokoľvek vykonať. Strach sa vie prejaviť aj opačným spôsobom a môže pomôcť človeku prekonať prekážky a zvýšiť výkon do takej miery, že človek spraví aj to, čo by v kludnom stave nezvládol. (5)

1.5 Stratégie zvládania stresových situácií

Stratégia zvládania stresovej situácie a vysporiadanie sa s ňou sa odvíja od psychologického a emocionálneho úsilia, počas ktorého sa človek snaží adaptovať, tolerovať a minimalizovať stresovú udalosť. Vo všeobecnosti sa rozlišujú dve stratégie zvládania stresu. *Stratégia zameraná na vyriešenie daného problému*, kedy človek vytvára istú aktivitu na zmiernenie stresovej okolnosti a *stratégia zameraná na zvládnutie emócií* pri ktorej človek vytvára úsilie aby zmiernil emocionálne následky ktoré uňho stres vyvolal.

Výskum ktorý viedol Folkman & Lazarus v roku 1980 ukazuje, že ľudia v boji proti stresu používajú oba typy týchto stratégií a prevaha jedného typu nad druhým je čiastočne podmienená ľudskou osobnosťou a typom stresujúcej udalosti. Tak ako je už známe, každý reaguje na danú situáciu inak, keďže adaptačné mechanizmy sú u každého individuálne. Ide o dynamický proces ktorý nie je automatický a je ovplyvnený istou snahou každého človeka. (6)

Dodatočné rozlíšenie zvládania stresu je pri zvládaní aktívnom a neaktívnom. *Aktívna stratégia* je zameraná na behaviorálne alebo psychologické reakcie pri ktorých sa človek snaží zmeniť samotnú povahu stresora. Pri *neaktívnej stratégii* sa človek stresou duševne vyhýba a uchýľuje

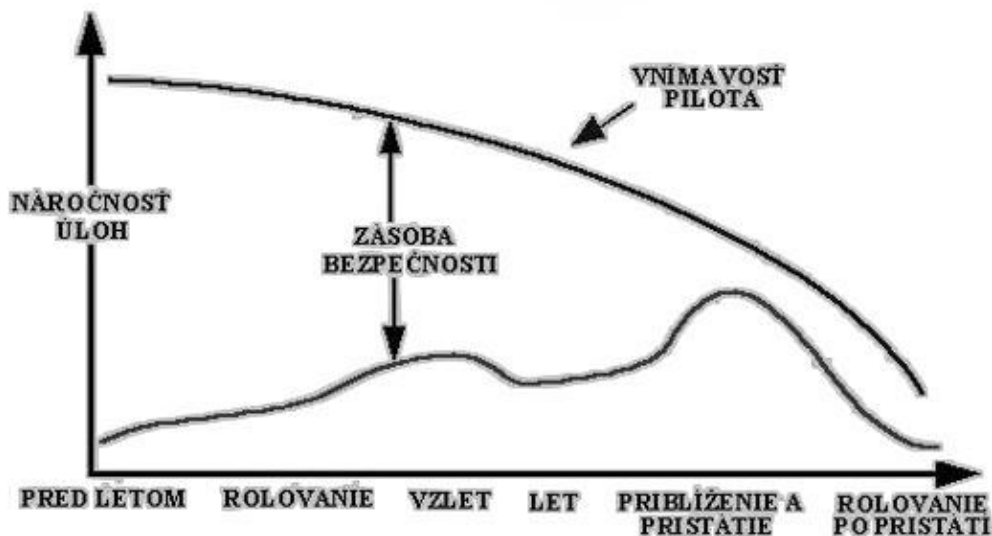
sa napríklad k činnostiam ako je pitie alkoholu ktoré ho udržuje mimo priameho riešenia stresovej situácie. (7)

Ďalším spôsob zvládania stresu *Ways of Coping* („cesty k zvládnutiu stresu“) popísali aj Folkman & Lazarus. Sú to konkrétne spôsoby, ktorými sa ľudia môžu vyrovnat' so stresujúcou udalosťou. Vytvorili 8 rôznych stratégií ktorými sa človek snaží pred stresom ubrániť. Ide o konfrontovanie sa so situáciou, hľadanie sociálnej podpory u svojej rodiny a priateľov, plánované riešenie problému, sebakontrola, odstup, pozitívne naladenie, prijatie zodpovednosti a útek. Zhodnotili, že osobnosti ktoré sa pri riešení situácie zameriavajú na daný problém, volia medzi svojimi možnosťami takým spôsobom, aby docielili odstránenie stresoru. V neriešiteľných situáciách spĺňa účel vysporiadanie sa so stresorom emočným spôsobom, kedy človek chce regulovať alebo zastaviť negatívne emócie ktoré sú stresorom vyvolané. Poznamenali, že pokiaľ jedinec cíti ohrozenie jeho osoby, často siaha po únikovej stratégií, no v prípade ohrozenia cieľov, sa snaží problém riešiť. (6)

2 Stres v pilotnom prostredí

V letectve sú piloti vo všetkých fázach letu vystavení rôznym stresovým situáciám. Obrázok 1 znázorňuje porovnanie náročnosti úloh počas fáz letu a to ako sa počas letu mení vnímavosť pilota. Vzlet a pristátie sa vo všeobecnosti považujú za zložitejšie, pri ktorých je pravdepodobnosť rizikových situácií a stresových reakcií zvýšená. To ako pri nich piloti zareagujú môže mať konečné následky na to, či bude výsledkom bezpečný a úspešný let alebo incident, či nehoda. Stres dokáže spôsobiť:

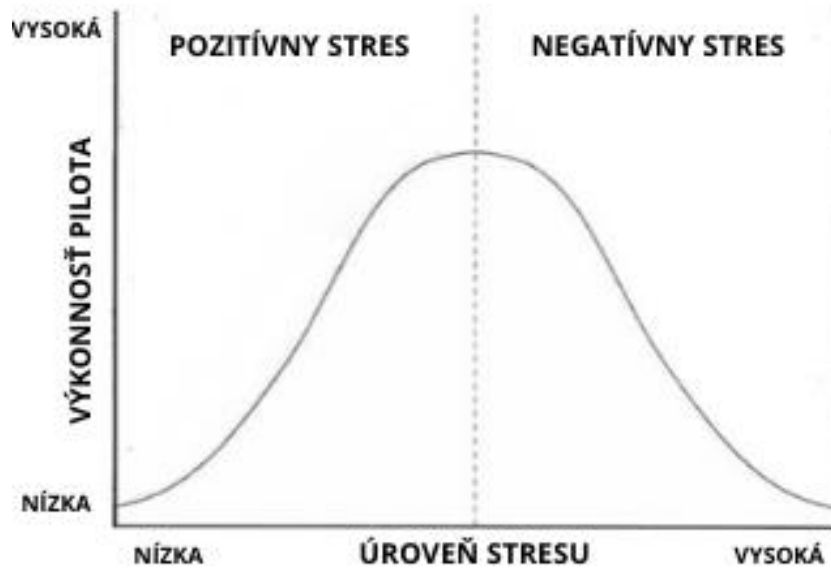
- Zlé rozhodovanie
- Tvorba chýb
- Zmätenosť
- Neprispôsobenie sa zvýšenej pracovnej záťaži
- Odmietnutie výkonu činnosti



Obrázok 1 Veľkosť pracovnej záťaže počas fáz letu (1)

2.1 Pracovná výkonnosť pilota

Pracovná výkonnosť a miera stresu sa u pilota spravidla mení fázami letu. Ako bolo spomenuté, istý druh stresu môže byť pre pilota prospešný a pomôcť mu k lepšiemu pracovnému výkonu. O vzťahu medzi stresom a výkonnosťou hovorí Yarkes-Dodsonov zákon ktorý je znázornený pomocou grafu nazývajúceho sa ako „obrátené U“. (8)



Obrázok 2 Yarkes-Dodsonov zákon (8)

Z Obrázku 2 je možné vidieť, že na dosiahnutie optimálnej výkonnosti je vhodné, aby človek istý stres prežíval. Napríklad pokiaľ pilot letí navigačný let za VFR ktorý letel už niekoľkokrát, presne vie čo ho čaká a v dobrých poveternostných podmienkach môže jeho úroveň vnútorného stresu byť minimálna. Môže sa stať, že sa počas letu začne nudiť, zaspávať, prípadne danú situáciu podceňovať a naopak svoje schopnosti preceňovať. Veľmi ľahko počas takejto rutiny môže zabudnúť napríklad na potrebné úkony.

Je zrejmé, že riadeniu lietadla predchádza rozsiahly teoretický a praktický výcvik, v ktorom je od pilota vyžadovaná znalosť predpisov, systémov a postupov. Tieto druhy leteckých výcvikov sú špecifické a sú praktizované tak, aby ich študent tak ľahko nezabudol a to hlavne v prípadných zložitých až extrémnych podmienkach. Piloti sú však ovplyvnení kognitívnymi schopnosťami, ktoré sú v rôznom rozsahu nezávislé od špecializovaných leteckých znalostí. Napríklad najzreteľnejšou funkciou, ktorú vykonáva pilot, je funkcia ovládania lietadla v zmysle jeho presného manévrovania. Zatiaľ čo ovládanie pomocou

kormidla je samozrejme naučená zručnosť, je možné pozorovať aj určité základné psychomotorické procesy, ktoré môžu vo veľkej miere prispieť k rozdeleniu dobrých a priemerných pilotov. Tieto základné zručnosti sa môžu v strese výrazne zhoršiť. Pre pilota je dôležitá jeho pamäť. Ako bolo už spomenuté, počas letu používa naučené postupy a akékoľvek spochybnenie môže viesť k degradácii výkonu pilota pričom dovtedy bezpečný let sa môže zmeniť na nebezpečný. Okrem toho má zhoršenie pracovnej pamäte potenciál ovplyvniť vizuálno-priestorové procesy, medzi ktoré patrí orientácia v trojrozmernom priestore. Táto funkcia je kritická pre mnoho aspektov situačného povedomia, ako je napríklad schopnosť vizuálnej predstavy o prevádzke v okolí lietadla len na základe počúvania komunikácie na frekvenciách. Ďalšou dôležitou kognitívnou schopnosťou je schopnosť integrovať širokú škálu prichádzajúcich podnetov. Takéto podnety môžu byť vizuálne (napr. odčítanie prístrojov) alebo sluchové (napr. kvalita hluku motora) Nie všetky tieto podnety vychádzajú z lietadla a jeho okolia: niektoré sú odvodené aj z predletovej prípravy, predpovedí počasia a plánovania letu. Preto sú dôležité aj zručnosti získavania informácií a schopnosť rozpoznať, ktoré prvky sú relevantné pre súčasnú situáciu a ktoré nie.

2.2 Stresové faktory

Stresové faktory alebo stresory stoja na začiatku stresovej reakcie. Pri prevažnom množstve stresorov sa jedná o emocionálny charakter no ich vplyv sa odvíja viac od ľudskej reakcie naň, než od toho čo ho spôsobilo. Pri pilotáži lietadla sa zaoberáme stresom ktorý sa vyskytuje počas trvania letu a jeho zvládnutie je veľmi dôležité pre psychickú vyrovnanosť pilota. Do pracovného stresu sa všeobecne zaraďujú ako najväčšie stresové faktory povinnosti a s nimi úlohy spojené a sú späté s veľkou osobnou zodpovednosťou. Človek ktorého ovplyvní stresová situácia v ktorej sa ocitol prvýkrát môže reagovať úplne inak, ako by reagoval, keby danú situáciu zažil znova. Naberanie skúseností je dôležité v každom pracovnom odvetí a pri vedení lietadla to platí obzvlášť. Cieľom je aby bol pilot pripravený správne reagovať na čo možno najviac stresových situácií. Na ich simuláciu sa využívajú umelo vytvárané stavy ktoré dovoľujú otestovať reakcie človeka. Ide napríklad o navodenie časového stresu s využitím vytvorenia pocitu nedostatku času počas výkonu hlavných a vedľajších činností. Pri simulovaní týchto situácií je veľmi dôležité vytvoriť čo najväčšiu realistickosť. Okrem technických podobností s realitou je snaha nasimulovať aj psychologické stresové faktory.

2.2.1 Fyzické stresové faktory počas pilotáže

Ako podstatný fyzický stresor je pre pilota odlišné prostredie. Tým že sa pilot nenachádza na pevnej zemi je preňho potrebné zapojiť psycho-fyziologické mechanizmy k zabezpečeniu priestorovej orientácie počas letu. Tieto stresové faktory sa môžu vyskytovať či už jednotlivo, alebo v skupine. (8)

Pôsobenie gravitačnej sily dokáže navodiť pilotovi nesprávne vnímanie polohy lietadla a jeho vlastného tela. Vojský piloti často odolávajú veľkým preťaženiam, vibráciám a hluku počas plnenia bojových úloh. Pre menej trénovaných pilotov všeobecného letectva môže byť často stresujúci stret s dynamickými a termickými turbulenciami na ktoré sú obzvlášť letúny s malým plošným zaťažením citlivé. Aj skúseným pilotom môžu znepríjemniť pristávací manéver silné poryvy bočného vetru, ktoré majú za následok mnoho nehôd a incidentov.

Pilot dokáže byť počas pilotáže obmedzovaný aj priestorovo stiesneným priestorom v kokpíte. (9) Môže dochádzať k svalovej záťaži, či už na riadení, kedy si pri všetkých potrebných úkonoch pilot nemusí uvedomiť možnosť vyváženého riadenia, alebo v dôsledku neprirodeného sedenia k zaťaženiu chrbta, najmä v úzkych kokpitoch s nízkym operadlom,

Počas letu sú zaťažené aj zmysly ako sluch a zrak, nakoľko pri určitých fázach letu ako je priblíženie, pristátie a vzlet, musí pilot prijímať väčšie množstvo zrakových informácií, kedy neprestajne kontroluje vonkajšiu situáciu a prístroje v lietadle. Pri zhoršených viditeľných podmienkach, ako sú opar alebo nízke Slnko, sa zrakové nároky na pilota o to viac zvyšujú. Sluch býva zaťažovaný hlukom z motorov a zároveň počúvaním rádiových frekvencií, najmä ak sa v okolí nachádza zvýšená prevádzka lietadiel. (9)

2.2.2 Psychické stresové faktory počas pilotáže

Ide o druhú skupinu stresorov ktoré sa týkajú nadmernej psychickej záťaže a môžu vplývať na výkonnosť človeka. Okrem vonkajších podmienok ide o emocionálny stres, pocit zodpovednosti prípadne veľké očakávania. Ako sa spomínalo pri fyzických stresových faktoroch, aj tu závisí na kombinácií poveternostných podmienok a fázach letu. Zvýšenú záťaž môžu predstavovať aj rôzne typy letúnov, ktoré môžu od pilota vyžadovať viacero úkonov v rovnaký čas.

Tu môže nastať otázka, či je pre pilota väčšia záťaž ovládať zložitejšie lietadlo no vo viacčlennej posádke, alebo jednopilotné lietadlo s o niečo jednoduchším riadením. Na jednej strane pilotovi nemusí robiť problém vykonanie viacero úkonov v rovnaký čas no ako psychický stresový faktor môže pôsobiť naňho predstava, že je na celé riadenie sám a jeho chybu by nemal kto napraviť. Na strane druhej môže byť pre časť pilotov stresovo náročnejšie zosúladenie úkonov vo viacčlennej posádke, aj napriek tomu že sú na tieto prípady vypracované postupy, no cítia sa pohodlnejšie, keď si môžu svoje lietadlo ovládať sami. (8)

Pri výcvikových letoch sa pilot stále oboznamuje s novými činnosťami a snaží sa na dané podmienky adaptovať. Za letu podľa prístrojov dochádza k prechodu od zrakovej orientácie so zemou k prístrojovej orientácii, čo môže zvýšiť u pilota pocit istého rizika. Ešte vyššia rizikovosť nastáva, pri letoch v malých výškach, hlavne počas vzletovej a približovacej fázy letu kedy sa musí striktné dodržiavať bezpečná výška nad prekážkami. (10)

Ako vysoký stresový faktor sa všeobecne považuje núdzová situácia a s tým spojené ohrozenie bezpečnosti letu. V letectve k takejto situácii dochádza napríklad pri požari istej časti lietadla, pri jeho poruche ako je výsadok motora, či stret s vtákmi. Rovnako môže núdzová situácia nastať aj pri lete podľa pravidiel za vidu, kedy pilot nechcane vletí do oblačnosti a stratí priestorovú orientáciu. Ide o obzvlášť nebezpečnú situáciu, hlavne ak pilot s niečím podobným má minimálne, či dokonca žiadne skúsenosti.

Stresovým faktorom sa môže stať aj úloha ktorá je pre menej skúseného pilota nová. Aj keď pilot má nalietaných stovky hodín, zvlášť pri malom letectve to nemusí úmerne odrážať jeho skúsenosti, keďže niektorí lietajú po veľkých časových prestávkach jednu dve obľúbené trasy. Pri podobných záťažových podmienkach sú nároky na rozhodovacie schopnosti veľmi vysoké a spôsobujú emočnú záťaž. Je dôležité aby aj v takýchto situáciách pilot udržoval triezvu myseľ a nereagoval emočne až skratovo. Závisí to na pripravenosti a skúsenosti pilota, na jeho osobnosti a na jeho istej psychickej odolnosti ako sa v danom momente zachová.

2.3 Prehľad vybraných štúdií zameraných na stres v letectve

V oblasti vplyvu stresu na človeka ako aj v na letecký personál bolo zverejnených veľké množstvo odborných prác a štúdií. V nasledujúcom zozname sú uvedené tie, ktoré som pokladal pri tvorbe tejto práce za vhodné a v ďalších kapitolách budú v rôznej miere popísané.

- STOKES F.A., KITE K., (1994). Flight Stress: Stress, Fatigue, and Performance in Aviation
 - Popis: Komplexné zameranie sa na stres a únavu v letectve s analýzou rôznych laboratórnych štúdií z tejto oblasti

- PETRIE, DAWSON (1997). Symptoms of Fatigue and Coping Strategies in International Pilots.
 - Popis: Osemdesiatosem pilotov odpovedalo na dotazník, ktorý hodnotil celkovú únavu a jej príznaky v službe. V dotazníku sa hodnotili aj metódy a stratégie zvládania stresu spôsobeného únavou pred výkonom služby ako aj v pilotnej kabíne.

- MULLEN B., GOETHALS G.R., (1987). Theories of Group Behavior, Springer-Verlag, New York.
 - Popis: Práca v ktorej autor otvára problematiku rozdielov v správaní jednotlivcov a skupín

- WIEGMAN D., SCHAPELLE S., (2003). A human error approach to aircraft accident analysis: The human factors analysis and classification system. Aldershot, UK
 - Popis: Analýza chýb u pilotov počas fázy priblíženia na pristátie

- ROSCOE A.H., (1975). Heart rate monitoring of pilots during steep gradient approaches. Aviat Space Environ
 - Popis: Štúdia zameraná na meranie srdcovej frekvencie (pulzu) pilotom, počas priblíženia v rôznych uhloch klesania.

- MARTIN L.W., MURRAY S.M., BATES R.P., (2012). The Effects of Startle on Pilots During Critical Events,
 - Popis: Na leteckom simulátore absolvovalo osemnásť pilotov totožné cvičenie zahŕňajúce dve priblíženia podľa prístrojov vyžadujúce prevedenie postupu nevydareného priblíženia. Počas jedného priblíženia bol každému pilotovi simulovaný prekvapujúci stimul. Následne sa porovnávali reakcie pilota počas oboch priblížení.

- BRENNER, M., SHIPP, T. (1987), Voice Stress Analysis
 - Popis: Sledovanie zmien v komunikácií pod vplyvom narastajúceho pracovného zaťaženia.

- RABY, M., WICKENS, C.D. (1990), ‘Planning and scheduling in flight workload management’
 - Popis: Tridsať pilotov absolvovalo tri priblíženia ILS pri rôznych úrovniach pracovnej záťaže. Následná analýza výsledkov sa zameriava na účinok zvýšenej pracovnej záťaže pri určovaní priorít v úkonoch a schopnosti určiť potrebný čas na ich vykonanie.

- VÁGNER J., ČEKANOVÁ A., SZABO S., ROZENBERG R., (2018). Fatigue and Stress Factors Among Aviation Personnel
 - Popis: Práca sa zameriava na vplyv ľudského faktoru v letectve

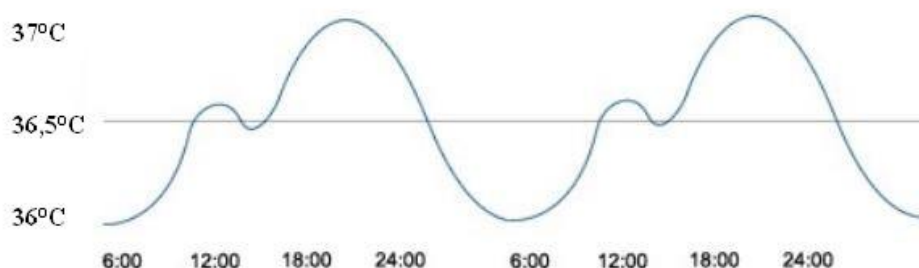
2.4 Únava a jej vplyv na vznik stresu

Únavu môžeme definovať ako stav medzi bdelosťou a ospalosťou, pričom je viacrozmerná a je vyvolaná nadmerným fyzickým alebo duševným výkonom. Duševná únava je spôsobená buď duševnou námahou alebo zlým spánkom,, ktorý je potrebný na zregenerovanie mozog. Existujú tri hlavné zdroje únavy:

- čas vykonávania úlohy
- prerušovaný spánok,
- denný rytmus

Výkon pilotov, či leteckého personálu, ktorého pracovné zmeny sú nepravidelné môže mať za následok horší spánok a tým pádom kumuláciu únavy. Prerušovaný spánok pôsobí negatívne na kognitívne schopnosti, vrátane situačného vnímania a pozornosti. Zdrojom únavy je často narušenie denného rytmu ktorý sa označuje ako *Cirkadiánnny rytmus*. Tento rytmus trvá 24 hodín a jeho správne nastavenie pozitívne ovplyvňuje fyziologické a behaviorálne procesy. Narušiť ho môžu rôzne faktory ako napríklad zmena pracovnej doby z dennej na nočnú, či prechod časových pásiem. K jeho správne nastaveniu zas môže napríklad pomôcť pravidelne zobúdzanie v ten istý čas po dobu aspoň siedmich dní. (11)

Ako ďalší faktor ktorý má vplyv na únavu je *telesná teplota človeka*. Jej hodnota sa podieľa na tom ako sa človek cíti, aký je ostražitý či unavený. Obrázok 3 znázorňuje zmeny telesnej teploty v priebehu dňa, pričom svoj vrchol dosahuje vo večerných hodinách a minimum zas okolo piatej hodiny ráno. Platí, že čím je telesná teplota nižšia, tým sa do istej miery môže znižovať výkonnosť. (12)



Obrázok 3 Priebeh telesnej teploty človeka v priebehu dňa (12)

Únava je u človeka pomerne dobre identifikovateľná. Preto by nadriadení, inštruktori či ostatní členovia leteckej posádky mali v prípade spozorovania príznakov u svojich kolegov, na to upozorniť a snažiť sa situáciu vyriešiť. Jednotlivec totižto tieto príznaky nemusí rozpoznať, alebo si únavu jednoducho nechce pripustiť a ignoruje ju. (12) V prípade únavy pilotov existujú pozorovateľné varovné príznaky a to napríklad:

- Zabudnutie rutinných úkonov
- Znížená plánovacia schopnosť, znížené očakávanie situácií ktoré by boli za normálnych okolností predvídané dostatočnom časovom predstihu
- Ignorovanie varovných signálov
- Zhoršenie tímovej práce napríklad nesprávna komunikácia s ostatnými členmi posádky, alebo v prípade veliacej osoby zlé rozdanie pokynov.
- Zhoršené sústredenie na pokyny od riadenia letovej prevádzky
- Výrazná podráždenosť a alebo zhoršená nálada spôsobená bežnými stimulmi

Jedna zo štúdií ktorá sa priamo zameriavala únavou komerčných pilotov je štúdia ktorú vytvorili Petrie & Dawson (11) Pomocou dotazníka ktorý vyplnilo 88 komerčných pilotov prišli k záveru, že najčastejšie prejavy únavy v pilotnom prostredí sú:

- Ospalosť
- Kognitívna dysfunkcia
- Emočné poruchy
- Pocit nudy
- Fyzické účinky

Ako stratégie zvládania únavy účastníci štúdie najčastejšie zvolili:

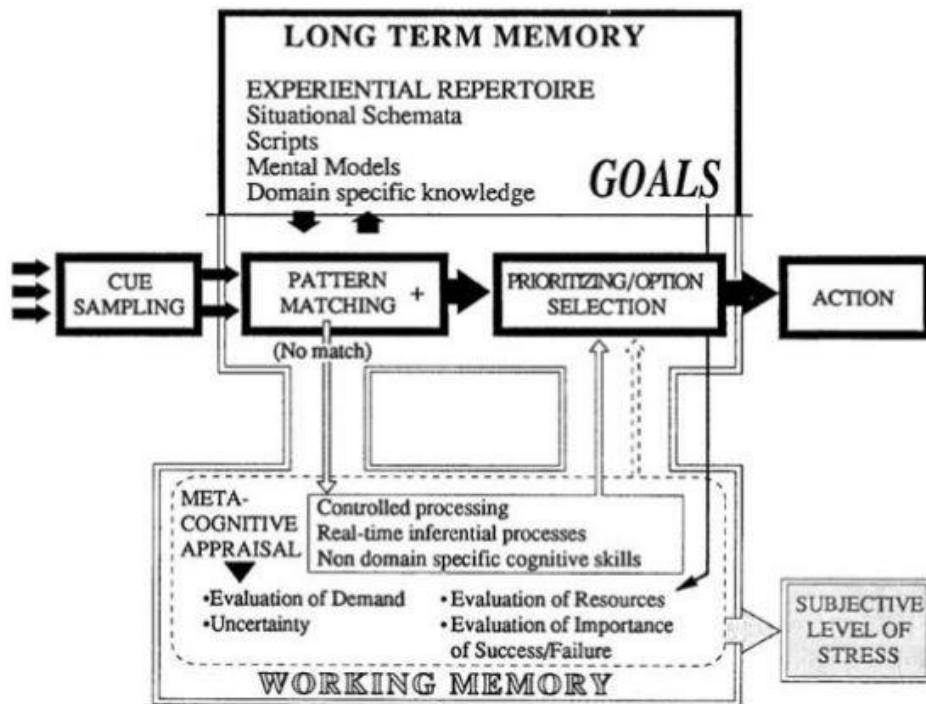
- Rozplánovanie energie
- Aktívne zvládanie situácie (aktívna copingová stratégia)
- Komunikácia s ostatnými členmi posádky
- Pitie kávy

2.5 Rozhodovacie procesy počas pracovnej záťaž

Klasický proces rozhodovania prebieha zhruba tak, že jednotlivec ktorý rozhodovaniu čelí najprv zhodnotí situáciu, následne zváži všetky dostupné alternatívy a nakoniec dospeje k najlepšiemu možnému riešeniu. Cieľom je vybrať najlepšiu možnú alternatívu s ohľadom na čas a energiu. Dôležité je zvážiť komplexne situačné faktory a realizovateľné alternatívy. Predpokladá sa, že pokiaľ sa v procese rozhodovania preskočia isté kroky, bude to mať za následok chybné rozhodnutie. (13)

Keď si zoberieme za príklad takúto situáciu: Pilot, ktorý čelí zhoršujúcim sa poveternostným podmienkam sa dostal do situácie ktorá v danej chvíli ešte nie je ničím nebezpečná. Má na výber niekoľko možných variant rozhodnutí, okrem iného sa môže rozhodnúť pre stúpanie, zostup alebo udržiavanie nadmorskej výšky; spomaliť, zrýchliť, odkloniť sa od trate, pokračovať alebo sa vrátiť atď.. Len v tomto jednoduchom scenári existuje množstvo kombinácií ako môže pilot pokračovať. Pilot si môže urobiť analýzu krátkodobých a dlhodobých následkov každého rozhodnutia a vzájomne ich porovnávať z hľadiska optimálnosti, bezpečia a účinnosti.

Obrázok 4 predstavuje schematický model rozhodovacieho procesu pilotov pod záťažou. Horný rámček predstavuje u pilota dlhodobo uložené informácie, ktoré sú špecifické pre danú oblasť. Ide o skúsenosti s letovými situáciami, zaužívané postupy, naučené vedomosti o aerodynamike, systémoch, vzdušnom priestore atď.. Veľký dolný rámček predstavuje procesy v pracovnej pamäti, nešpecifické pre danú oblasť. Rozhodovací proces predstavujú hrubo orámované obdĺžniky. Pilot skenuje okolie, zaznamenáva údaje z prístrojov, z komunikácie riadiaceho letovej prevádzky, monitoruje priestor pred lietadlom. Obraz konkrétnej situácie sa potom v dlhodobej pamäti prirovnáva k situačnej „schéme“ alebo šablóne a väčšinou sa nájde adekvátna zhoda. S tým prichádza aspoň jedna realizovateľná možnosť ako aj postupy na jej implementáciu. Súčasťou rozhodovacieho procesu je stanovenie priorit a schopnosť pilota zvoliť správne poradie úkonov. (14)



Obrázok 4 Schéma rozhodovacieho procesu (8)

V tejto koncepcii rozhodovania sa používa primárne dlhodobá pamäť. Analytický prístup, ktorý je časovo náročnejší, sa používa len vtedy, keď nie je možné využiť stratégiu prirovnávania daného obrazu situácie k situačnej schéme. Vyskytuje sa iba vtedy, keď okolité podnety nevyvolávajú žiadnu zapamätanú schému, napríklad za neobvyklých situácií alebo podmienok. Samozrejme, ak je pilot neskúsený, je pravdepodobné, že analytický prístup použije aj za pomerne bežných okolností. Začiatočníci, majú jednoducho menšiu zásobu situačných schém, s ktorými môžu pracovať, a preto sú častejšie nútení „spadnúť“ do pomalého a neefektívneho analytického spracovania. Príklad možno vidieť u pilotov študentov pred zahájením zostupu, počas približovania k terminálovej oblasti. Aj keď sa zdá, že pre študentovho inštruktora už signály prostredia takmer kričia nech začne zo zostupom v danej chvíli (to znamená, keď podnety okolia presne reprodukujú vzorec v dlhobej pamäti inštruktora), študent, ktorý danú situáciu zažíva možno niekoľkokrát v živote, sa snaží intenzívne vypočítať zostupný bod podľa nejakého pravidla. Študenti často považujú tento výpočtovo intenzívny proces za veľmi komplikovaný, hlavne keď musia medzitým kontrolovať riadenie a komunikáciu. (14)

2.5.1 Rozhodovacie procesy v skupine

Rozhodovacie procesy pri ľuďoch ktorí pracujú v tíme by teoreticky mali byť jednoduchšie, koniec koncov, skupina môže kolektívne prijať a spracovať viac informácií, ako by ktorýkoľvek jedinec mohol zvládnuť bez pomoci iných. Zrak, sluch ale aj napríklad práca rúk zvyšujú kognitívnu kapacitu a tým pádom aj potenciál lepších rozhodnutí. Premietnuté do leteckej problematiky, posádky môžu zvážiť väčší „obraz“ situácie, pozrieť sa na ňu z viacerých hľadísk, ponúknuť viac možností, využívať viac informácií, podieľať sa vzájomne na pracovnom zaťažení medzi sebou a navrhnúť spôsoby na vyvarovanie sa kritickým situáciám, prípadne ak sa do nejakej dostanú, vyvarovať sa omylom. (15)

Mullen & Goethals vo svojej práci uvádzajú, že jednotlivci majú tendenciu dobre fungovať v situáciách, v ktorých existuje zreteľná a vhodná odpoveď na jej riešenie s dobre definovaným postupom na jej dosiahnutie. Práve v takýchto prípadoch nemusí prítomnosť viac ako jednej osoby nevyhnutne viesť k lepšiemu rozhodnutiu. Úlohy, ktoré si vyžadujú integráciu informácií z viacerých zdrojov (ako je to v prípade letectva), však často vykonávajú efektívnejšie skupiny alebo tímy. Niekedy však môže byť rozhodovanie skupín menej efektívne ako v prípade, jednotlivca. (16)

Ukázalo sa to napríklad v kontrolovaných štúdiách, v ktorých sa identické situácie prezentovali tímom a aj jednotlivcom. V štúdií z roku 1991, ktorej autorom je Clothier C., bola zistená preukázateľne lepšia výkonnosť dvojčlennej posádky, než tej trojčlennej. Táto znížená efektívnosť trojčlennej posádky bola pripísaná tretiemu komunikačnému uzlu. Aj keď pracovné tímy s rozhodovacími právomocami môžu mať výhodu v oblasti zhromažďovania a integrácií dát, sú zároveň vystavené určitým zraniteľnostiam voči jednotlivcom. Problémom sa môže stať práve pojem *tímová myseľ*, ktorú Clothier nazval ako štvrtého člena, fyzicky trojčlennej posádky. Z tohto pohľadu má posádka *tímovú myseľ* odlišnú od tej individuálnej. Myšlienka *tímovej mysle* je založená na spoločných znalostiach ktoré členovia medzi sebou zdieľajú.. Každý z členov posádky monitoruje istú, širokú škálu procesov, ale ostatných členov informuje len o menšej časti z nich. Inými slovami, *tímová myseľ* pracuje len s informáciami ku ktorým má prístup a teda s tými ktoré boli verejne prezentované. Podvedomie takejto mysle potom pozostáva z informácií, ktoré tímu neboli zatiaľ predané, ale sú preňho dostupné. Sú to údaje ktorých si je jeden člen posádky plne vedomí, no ostatných o nich neupovedomil. (17)

2.6 Vplyv stresu na pozornosť pilota

Pozornosť je veľmi obmedzený mentálny zdroj, ktorý je možné naraz prideliť nanajvýš niekoľkým kognitívnym procesom. Čím častejšie sa procesy praktizujú, tým menej pozornosti si vyžadujú. Procesy, ktoré človek praktizuje často a vyžadujú si len malú alebo žiadnu pozornosť, sú označované ako automatické.

V letectve berieme do úvahy zrakovú a sluchovú pozornosť. Pilot počas VFR letu vo fáze priblíženia na pristátie počas ktorého musí sledovať mapu a informácie v nej, naplno využíva práve vizuálnu pozornosť. V rámci tejto fázy letu by mohlo prísť k preťaženiu zdrojov pozornosti a tým pádom je pravdepodobné, že niektoré úkony opomenie. Priblíženie s pomocou pracovníka riadenia letovej prevádzky by malo byť pre pilota jednoduchšie nakoľko každá činnosť, v tomto prípade riadenie lietadla a získavanie informácií potrebných pre priblíženie, čerpá z vlastného rezervoáru pozornosti. Ak je pozornosť pridelená na rôzne činnosti, je dobré sledovať ako a podľa čoho ju človek rozdelí a aký dôraz na toto pridelenie kladie. Stručnou odpoveďou môže byť, že pozornosť je venovaná záležitostiam na základe ich vnímaného významu – teda podľa ich dôležitosti. Stres dokáže ovplyvniť ktoré informácie považuje človek za ústredné a znižuje pozornosť na čokoľvek, čo kognitívny systém spracuje ako periférne, či sekundárne. Stokes sa domnieva, že je to tak preto, lebo stres obmedzuje rozsah podnetov jednotlivých procesov. (8)

2.6.1 „Cognitive tunneling“

Pojem *cognitive tunneling* môžeme voľne preložiť ako kognitívne tunelovanie prípadne aj ako kognitívne snímanie. Ide o jednu z hlavných príčin nehôd spôsobených ľudskou chybou. Ide o duševný stav, o duševnú „slepotu“ v ktorom sa mozog zameriava na jednu vec. Výsledkom je, že mozog nevidí žiadne ďalšie relevantné údaje. Táto „slepotá“ spôsobuje, že naša pozornosť premešká aj tie najzreteľnejšie stopy problému, ktorý môže byť priamo pred nami. Pre lepšiu predstavu môžeme použiť jednoduché prirovnanie mysle k baterke. A to tak, že si predstavíme myseľ ako zdroj svetla ktorý osvetľuje veľkú plochu, alebo ako bodové svetlo, ktoré poskytuje intenzívnu jasnosť pre jeden objekt. Kognitívne tunelovanie je práve zaostrenie mysle na jeden objekt a teda v tomto prípade ide o bodové osvetlenie.



Obrázok 5 Predstava kognitívneho snímania

Kognitívny tunel umožňuje ignorovať všetky ďalšie podnety, ako sú zvuky, pachy a iné veci, ktoré nie sú pre konkrétnu úlohu dôležité, a umožňuje nám zamerať sa na jeden predmet záujmu, čo môže prospešne slúžiť pri rozvíjaní mysle. Avšak v hektických a stresových situáciách môže mať kognitívne tunelovanie vážne a negatívne následky, ktoré obmedzuje našu schopnosť spracúvať periférne informácie, pretože sme nadmerne pripútaní k niektorému ústrednému problému. (8)

Počas letu sa piloti môžu spoliehať na rôzne formy automatizácie, ktoré im uľahčujú prácu. V danej situácii je ich zameranie v štádiu svetlometu, ktoré poskytuje menej intenzívne pokrytie v širšom zornom poli. Keď sa však veci začnú zhoršovať, zvýši sa prirodzená úroveň stresu, čím sa začne meniť zameranie z plošného na bodové. Jeden z mnohých príkladov kognitívneho tunelu je reakcia posádky letu 447 spoločnosti Air France z roku 2009, ktorý skončil tragicky nárazom do Atlantického oceánu. Po nahromadení ľadu v pitot-statickej trubici sa automaticky vypol autopilot. Zatiaľ čo im počítač zobrazoval pokyny na nápravu problému, pilot ich ignoroval a zostal zameraný na rýchlomer ktorý kvôli prítomnosti ľadu ukazoval chybné údaje. V dôsledku toho pilot zväčšil uhol nábehu, a v tomto úkone pokračoval až do momentu, kým sa lietadlo nedostalo do pádu. Aj v tomto momente mohol pilot obnoviť kontrolu zatlačením nosu lietadla smerom nadol. No keďže bol plne sústredený na rýchlosť

v ktorej videl priamy problém vzniknutej situácie, naďalej sa pokúšal ťahať lietadlo smerom hore, čím sa zvýšila závažnosť pádu do takej miery, že bol nakoniec nevratný.

Na prekonanie našej tendencie kognitívneho tunelovania sa odporúča mať v hlave model toho ako celý systém funguje. Čiže obrazovú schému situácie, podobnú tej ktorá bola spomínaná pri rozhodovacích procesoch. Tento model človeku umožní ustúpiť od oblasti intenzívneho zamerania na konkrétnu vec a vidieť celkový obraz. S mentálnym modelom môže človek prejsť rôznymi scenármi skôr, ako k nim dôjde, takže bude vedieť, kam má sústrediť svoju pozornosť v prípade núdze alebo stresu. (18)

2.6.2 Problém určovania priorít

Správna voľba priorít je vlastnosť ktorá je v letectve mimoriadne dôležitá a zaraďuje sa medzi zručnosti pilota. Pri určení priorít platí v letectve jednoduché heslo „letieť, navigovať, komunikovať“, pričom poradie slov odkazuje na stupeň dôležitosti týchto úkonov. Hlavne u začínajúcich pilotov môže dochádzať k zamedeniu si tohto poradia, v prípade ak sú vystavení časovému stresu.

Štúdiá ktorá sa dotýka tohto problému skúmala proces správania pilotov vo výcviku, počas plánovania simulovaného priblíženia podľa prístrojov pri rôznych stupňoch pracovnej záťaže. Účelom tejto štúdie bolo preskúmať vplyv pracovnej záťaže na plánovanie úloh a odhad času a zároveň určiť, či zvýšenie pracovnej záťaže môže narušiť schopnosť pilotov klasifikovať úkony podľa úrovne dôležitosti, ako aj schopnosť odhadnúť presný čas ktorú na daný úkon potrebujú. Výsledkom je, že pri zvýšení pracovnej záťaže, začali piloti niektoré úkony vynechávať na úkor iných. Väčšina postupovala správne s tým že najprv vynechali najmenej dôležité úkony, ktoré nemajú výrazný vplyv na bezpečnosť (napríklad zapnutie pristávacieho svetlometu). Ako druhé v poradí upustili od úkonov ako je skontrolovanie checklistov a komunikácia s riadením letovej prevádzky, čím si zaistili dostatočný čas na v tom momente najdôležitejšie úlohy, ako je správne nastavenie prístrojov, čítanie mapy či nastavenie klapiek a podvozku. Piloti sa teda prevažne zachovali správne a volili vhodný výber priorít. Menšia časť pilotov ale chybovala a menej dôležité úkony nadradili nad tie dôležité čo by v reálnej prevádzke mohlo znamenať bezpečnostné ohrozenie. Zaujímavý efekt bol pozorovaný na úvodnom stretnutí s účastníkmi tohoto experimentu, v ktorom boli zatiaľ len oboznamovaní so samotnou úlohou a mohli si daný simulátor vyskúšať. Pridelenie priorít počas tohto nácviku

prebiehalo oveľa horšie, než následne počas merania. Autori štúdie poznamenali, že piloti mali tendenciu nadmerne plniť pokyny od riadiaceho letovej prevádzky. Tento efekt pripísali istej situačnej a sociálnej neistote. Piloti boli pomerne v novom prostredí, nakoľko daný simulátor nepoznali a snažili sa vyhovieť všetkým požiadavkám ktoré od nich boli požadované, čím odklonili svoju pozornosť od iných procesov. (19)

Veľkosť pozornosti je pri vykonávaní úlohy ovplyvňovaná celým radom vonkajších faktorov ako je napríklad nedostatok spánku, či teplotou pracovného prostredia. Pozornosť sa všeobecne zvyšuje miernou úrovňou stresu, či pracovného zaťaženia, na druhu stranu nedostatkom spánku, či únavou klesá. Prítomnosť hluku zvyčajne zlepšuje pozornosť pri zložitých úlohách pri ktorých prichádzajú podnety z viacerých zdrojov. Pri tých jednoduchých je hluk skôr pozornosť degraduje. (8), (20) Pri účinkoch stresu na pozornosť je zrejmé, že aj samotné udržanie pozornosti môže vplyvať na človeka stresujúco. Pri dlhom udržiavaní pozornosti nastáva u človeka únava alebo svalové napätie. Tak isto sa pri porovnaní náročnosti sluchovej a vizuálnej pozornosti preukázalo, že práve zameranie sa na vizuálne monitorovanie môže vplyvať na človeka viac stresovo. (8) (21)

2.7 Vplyv stresu a prekvapivej udalosti

V dnešnej modernej dobe je väčšina lietadiel automatizovaná a zároveň veľmi bezpečná čo robí z leteckej dopravy bezpečný spôsob dopravy. Táto spoľahlivosť sa však nie vždy vzťahuje aj na pilotov ktorí v niektorých prípadoch stoja za leteckými incidentmi či nehodami. Práve tým že nové lietadla vykazujú vážne nečakané chyby stále menej, riešenie krízových situácií pilotmi klesá a niektorí sa počas svojej kariéry či života nemusia stretnúť ani s jednou z nich. To môže prispieť k nedostatočnému výkonu počas kritických udalostí ktoré prídu náhle a pilotov prekvapia.

Účinok prekvapivého momentu spôsobí v organizme autonómnu reakciu. Zľaknutie sa môže mať za následok nesprávne spracovanie informácií čo vie výrazne prispieť k nízkemu výkonu práve v momente kedy ho pilot potrebuje najviac. Tento účinok môže narušiť situačné povedomie, rozhodovanie sa pri riešení prekvapujúceho problému ako aj pilotné zručnosti.

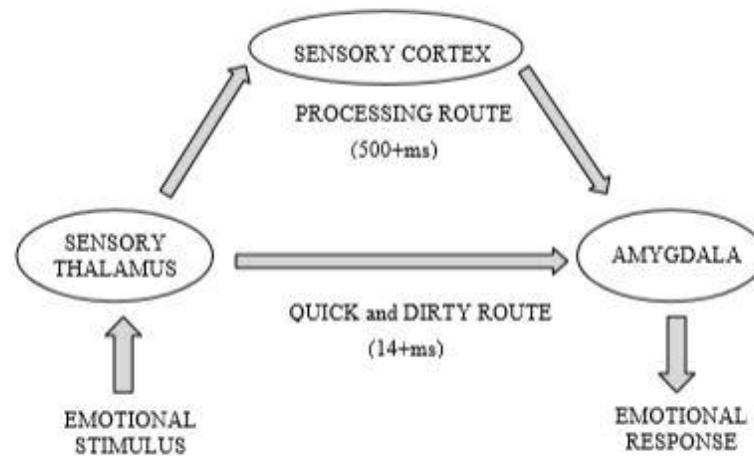
Podľa štúdie ktorú vytvorili Wiegman a Schapelle v roku 2003, je príčinou všetkých nehôd v 70-80% vinný ľudský faktor. Vyšetovania nehôd ukazujú, že piloti neriešili nečakané situácie optimálne a namiesto využitia svojich zručností a znalosti z výcviku postupovali veľmi neštandardne. V štúdií uvádzajú, že zníženie schopnosti spracovania informácií po zľaknutí sa môže trvať až 30 sekúnd a čo ma za následok významné zmeny v rozhodovacom procese. (22) Medzi príklady neočakávaných udalostí počas letu, ktoré by mohli vzniknúť a spôsobiť mimoriadnu udalosť (alebo nehodu, ak nie je správne zvládnutá) patrí napríklad:

- čiastočná alebo úplná strata výkonu
- porucha vysunutia podvozku,
- zrážka s vtákmi,
- otvorenie kabínových dverí, či krytu alebo
- poškodenie, či zlyhanie riadenia

2.7.1 Vplyv stresu na reakcie

Reakcia alebo reflex spôsobený zľaknutím sa, anglicky *startle response*, je vrodená a nedobrovoľná reakcia na prekvapujúci stimul, ktorý môže človeka prekvapiť v hociktovej zmyslovej podobe. K tomuto reflexu dochádza veľmi rýchlo po samotnom stimule, pričom prvé príznaky sa vyskytujú už za 14 milisekúnd. Kým ale náš mozog v limbickej oblasti daný stimul kognitívne spracuje a vyhodnotí, prejde viac ako 500 milisekúnd. Samotné zľaknutie sa môže trvať od 0,3 do 1,5 sekundy v závislosti od povahy jednotlivca, emočného stavu a ďalších faktorov (23) Schéma tohto procesu je znázornená na Obrázku 6.

Počiatočná analýza na stimulu je teda rýchlejšia, čo ma za následok averzný, prekvapujúci reflex. Ten človeku poskytuje prostriedky pre rýchlu reakciu na hroziace podnety, ale tiež vytvára veľké množstvo falošných poplachov.



Obrázok 6 Schéma myšlienkových procesov počas zľaknutia sa (23)

Pokiaľ si jednotlivec po tomto vyhodnotení žiadnu krízovú situáciu neuvedomí, vracia sa jeho správanie do normálu. Pokiaľ problém pretrváva a jedinec cíti hrozbu, po averznom reflexe z prekvapenia príde samotná reakcia z prekvapenia. To spôsobí aktiváciu sympatického nervového systému a takisto aktiváciu prvej fázy syndrómu GAS „bojuj alebo uteč“.

V spoločnosti existuje veľká variabilita intenzity takejto reakcie. Dokonca aj u tej istej osoby môže byť za rôznych okolností intenzita reakcie rozdielna. Niektorí prirodzene reagujú kľudnejšie zatiaľ čo iní môžu spadať do skupiny tzv. *hyperstartels*, čiže ľudí s prehnanou reakciou na prekvapenie. (23) Títo ľudia sú veľmi náchylní k nežiaducim reakciám a po vystrašení môžu byť ich kognitívne procesy vysokou mierou ovplyvnené. (24)

Experimentálna štúdia

Piloti by mali byť v ideálnom prípade čo najkludnejší, no nie je tomu tak vždy čo dokazuje aj experiment na leteckom simulátore, ktorého výsledky vykazujú výraznú variáciu reakcií pilotov počas zľaknutia sa. Tomuto experimentu sa podujalo 18 kvalifikovaných pilotov, ktorí mali za úlohu spraviť dve priblíženia na pristávaciu dráhu podľa prístrojov pomocou moderného leteckého simulátora bez pomoci autopilota. Základná oblačnosť bola nastavená 100 stôp pod výškou rozhodnutia (DH). To si vyžadovalo v oboch pokusoch zvoliť postup nevydareného priblíženia vo výške rozhodnutia 200 stôp nad terénom. Počas prvého

priblíženia bol podaný pilotom 40 stôp nad výškou rozhodnutia prekvapujúci stimul vo forme varovnej zvukovej signalizácie ktorá upozorňovala na požiar v nákladnom priestore a zároveň piloti započuli hlasný tresk. Druhé priblíženie prebehlo bez stimulov. Výsledky ukázali že päť pilotov reagovalo optimálne a tak ako bolo vyžadované, ďalších šesť pilotov vykázalo mierne reakčné oneskorenie a posledná sedemčlenná skupina reagovala výrazne horšie než sa žiadalo. Meranie malo za úlohu preukázať reakčné oneskorenie pri prvom pokuse priblíženia v ktorom sa zaznamenávala výška, v ktorej piloti začali postup nevydareného priblíženia a porovnávala sa s danou výškou rozhodnutia v ktorej piloti začali rovnaký postup pri druhom priblížení. V tretej skupine pokračovali traja piloti vzostupe tak ďaleko až nadviazali vizuálny kontakt s dráhou. Dvaja pokračovali až do samotného pristátia zatiaľ čo jeden vykonal postup nevydareného priblíženia z výšky 56 stôp nad terénom. (23) V priloženej tabuľke na obrázku 7 sú uvedené namerané výsledky.

Stimulus Alt (ft AGL)	App 1 Min Alt (Stimulus)	App 2 Min Alt (No Stimulus)
240	170	170
240	170	140
240	170	190
240	160	110*
240	160	170
240	150	180
240	150	160
240	150	170
240	150	170
240	140	170
240	140	160
240	200	170
240	220	160
240	86	140
240	66	150
240	56	180
240	0 (Landed)	150
240	0 (Landed)	190

Obrázok 7 Výška v ktorej piloti začali postup nevydareného priblíženia

*Výška 110 stôp dosiahnutá pri druhom pokuse bola dôsledkom neštandardného pomalého vykonania postupu nevydareného priblíženia (23)

Z osemnástich účastníkov uviedla väčšina že si na sebe všimla fyziologickú reakciu prekvapujúci stimul v podobe zvýšenej pulzovej frekvencie. Jedenásť pilotov uviedlo že u nich nastal pocit zmätku či nerozhodnosti. (23)

Je teda zreteľné že prejav zľaknutia sa je spoločný pre všetkých ľudí no u niektorých je sklon k silnému vyľakaniu sa väčší. Aj keď sa samotné prekvapenie, či naľakanie ťažko preukazuje ako príčina nehody, rozhovory s pilotmi ktorú danú situáciu zažili a údaje z experimentu naznačujú, že negatívne účinky prekvapenia sú u istej skupiny ľudí naozaj veľmi výrazné a môžu nepriaznivo a vo veľkej miere ovplyvniť bezpečnosť letu. Regulačné orgány, letecké spoločnosti a iné subjekty po celom svete organizujú stále viac výcvikových programov postavených na zaznamenaných leteckých nehodách, ktoré kladú väčší dôraz na riadenie v nezvyčajných situáciách. Takéto opakované výcviky dokážu vyvinúť kognitívne stratégie na riešenie kritických situácií a dokážu zvýšiť zručnosť v riadení.

2.7.2 Vplyv stresu na komunikáciu

Rečová komunikácia pilota ktorý je vystavený stresu prechádza rôznymi zmenami. Jedná sa o zmeny akustické a fonetické, ale aj lexikálne a syntaktické. Všetky tieto zmeny môžu byť dôležitými ukazovateľmi stresu a okrem toho potenciálnymi zdrojmi degradácie komunikácie, nedorozumenia a chýb.

Ako najdôležitejší efekt pri zisťovaní stresu je akustická zmena hlasu. Je všeobecne známe že emocionálny stav má špecifické účinky na produkciu reči. Viaceré vyšetrovania leteckých nehôd využili pri objasňovaní práve tieto vedomosti a zamerali sa na skúmanie reči posádky. Cieľom je analyzovať emocionálny stav pilota.

Štúdie uvádzajú konzistentné zmeny v kvalite reči pilotov, pravdepodobne spôsobené čiastočne zvýšením svalového napätia okolo hrtana a hlasiviek počas prežívania stresovej situácie. Zmeny zahŕňajú zvýšenie rozstupu a vibrácií, ako aj zvýšenie frekvencie a rýchlosti reči. Tieto štúdie sa zameriavali na extrémne úrovne stresu počas ktorých boli jednotlivci v priamom ohrození života. Ukázalo sa, že rovnaké typy zmien sa vyskytujú v podmienkach zvýšeného pracovného zaťaženia. Niektoré z pozorovaných zmien, napr. zvýšená rýchlosť reči, jasne predstavujú možný zdroj degradácie komunikácie. (8) (25)

Ďalšiu zmenu reči spojenú so stresom predstavujú fonetické zmeny. Tieto zmeny majú jasné dôsledky na celkovú zrozumiteľnosť, najmä pri artikulácii samohlások. Človek v istej miere strachu a afektu má tendenciu meniť výslovnosť rôznych samohlások v prospech neutrálneho zvuku a samohlásky akoby „rozmazáva“. (8) (26) Zvuky samohlások sú samozrejme dôležité a niekedy rozhodujúce pri rozlišovaní jedného slova od druhého a presná identifikácia takýchto

zvukov bude obzvlášť dôležitá v prípade komunikácie v anglickom jazyku.

Ako ďalšia sledovaná zmena v reči človeka pod stresom je použitie vetnej štruktúry, gramatiky a výberu slov a teda isté lexikálne zmeny. Bolo zaznamenané že počas veľkého pracovného zaťaženia začne človek reč výrazne zjednodušovať. Ako zaujímavý príklad použil Stockes štýl reči športových komentátorov pri napínavých momentoch v hre. Miera v ktorej sa komentátori uchýlia ku známym súvetiam a klišé, prípadne k vetám nedávajúc žiaden význam sa odvíja od dôležitosti hry. (8) (27)

Zdá sa teda, že pod tlakom existuje u človeka tendencia vrátiť sa k ľahkým a známym slovám, alebo k iným, často nepresným a skrátaným výrazom. Pokusy o vyjadrenie komplexnejších myšlienok sa môžu transformovať do rôznych menej zmysluplných súvetí. Rovnako sa to teda môžu prejaviť aj v komunikácii pilota, ktorý pravdepodobne vplyvom časového stresu použije slová, alebo súvetia ktoré by za normálnych okolností určite neaplikoval.

Odlíšne je pod stresom aj prijímanie informácií. Jeho negatívne účinky sa odrážajú v ich prenose a môžu byť znásobené zníženou schopnosťou jedinca danú správu prijať a interpretovať. Túto skutočnosť znázornil Stockes na príklade pilota študenta ktorý sa nachádza na finále dráhy. Študent zníži výkon na optimálnu úroveň klesajúc k dráhe. V istom momente pred dráhou inštruktor prikáže študentovi aby výkon znížil na minimum a tým pádom vytratil zostávajúcu rýchlosť. Študent v danej situácii nereaguje a pokračuje s určitým nastaveným výkonom. Za moment inštruktor zopakuje inštrukcie ale ani na toto študent nereaguje. Až na záver kedy inštruktor rázne a so zvýšeným hlasom prikáže študentovi znížiť výkon na minimum, si študent uvedomí čo má spraviť. V tejto fáze už inštruktor preberá riadenie a dokončí pristátie. (8) Samozrejme, že nie všetky podobné chyby je možné pripísať stresu. No časová záťaž môže tieto chyby a zmätok vyvolávať oveľa častejšie, nakoľko pilot pod stresom, v plnom sústredení na danú činnosť, nemusí efektívne počúvať okolie, čím môže prepočuť pokyn, radu alebo informáciu (napríklad o prevádzke).

Stockes ďalej uvádza niektoré výraznejšie zmeny v hlase počas pôsobenia stresu. (8)

- Základná frekvencia hlasu - práve pri strese môže dôjsť k zvýšeniu základnej frekvencie hlasu človeka. Práve napätie vokálnych svalov patrí medzi najčastejšie uvádzané hlasové indexy stresu.
- Amplitúda – rovnako môže dôjsť k zvýšeniu amplitúdy hlasu, čo je výsledkom zvýšeného prietoku vzduchu v pľúcach v dôsledku stresovej reakcie.
- Rýchlosť reči – nárast rýchlosti rozprávania počas stresovej situácie je zapríčinené všeobecným urýchlením kognitívnych a motorických procesov.
- Frekvenčné chvenie – chvenie hlasu predstavuje jemne počuteľný aspekt ktorý sa vo väčšine prípadov objavuje v stresových situáciách.

3 Návrh kvantitatívnych indikátorov stresu

Z predchádzajúcich dvoch kapitol je možné vyvodit', že ľudský organizmus sa snaží s každým preňho neprirodzeným podnetom istým spôsobom vyrovnať, teda adaptovať sa naň. Ľudské telo v závislosti na sile určitého podnetu reaguje rôznym spôsobom. Z fyziologického hľadiska sa stresová reakcia prejaví, ako bolo spomenuté, aktiváciou sympatického nervového systému, ktorý vyvolá u človeka poplachovú reakciu ktorá má za úlohu mobilizovanie energie. Tento proces je možné u človeka pozorovať niekoľkými fyziologickými zmenami ktoré je možné rôznymi spôsobmi merať. Ide o zmeny v:

- rýchlosti dýchania
- teplote a vodivosti kože
- veľkosti zreníc a pohybe očí
- srdečnej činnosti
- mozgovej činnosti
- svalovom napätí

3.1 Rýchlosť dýchania

Stres a silné emócie sa môžu prejavovať respiračnými príznakmi ako sú zrýchlené dýchanie až dýchavičnosť. Aktiváciou sympatického nervového systému sa zvýši aktivita srdcového svalu ktorý sa v takejto situácii snaží čo najviac okysličovať telo a zúženie dýchacích ciest medzi nosom a pľúcami. Dýchavičnosť zväčša nastáva u ľudí s respiračným ochorením ako je astma alebo chronická obštrukcia pľúc. Nakoľko ide o ochorenia ktoré by u pilotov znamenali pozastavenie zdravotnej spôsobilosti, je veľmi nepravdepodobné že by sa niektorý z nich s dýchavičnosťou stretol.

Dychová frekvencia v kludnom stave býva od 13 do 18 dychov za minútu pričom u profesionálnych športovcov dokáže klesnúť až na hodnoty 8-10 dychov za minútu. Akútny stres dokáže v extrémnych prípadoch túto frekvenciu zvýšiť až na 60 dychov za minútu čoho výsledkom môže byť v krajnom prípade záchvat paniky.

Samotné meranie je možné uskutočniť niekoľkými spôsobmi:

- Hrudný dychový pás - zaznamenáva zmeny objemu hrudníka
- Termistor – pri vhodnom umiestnení dokáže zaznamenávať teplotné rozdiely pri nádychu a výdychu
- Mikrofón – citlivým, priamym a vhodne umiestneným mikrofónom je možné zaznamenať zvukový záznam a následne z neho zistiť frekvenciu dýchania
- Spirometer – medicínsky diagnostický prístroj

3.2 Elektrodermálna aktivita

Zmeny vo vodivosti kože sú spôsobené dvoma faktormi. Prvým je množstvo vylúčeného potu na koži. Je jasné, že čím je množstvo potu väčšie, tým narastá aj vodivosť. Vylučovanie potu prebieha rozdielne aj pri psychickej záťaži a to vďaka zmene hrúbky potenciálovej bariéry vplyvom aktivácie sympatického nervového systému. Ide o rýchlu reakciu organizmu voči stresovej situácii a psychickej záťaži a zmenou hrúbky sa mení aj vylučovanie potu. (28)

Elektrická vodivosť teda predstavuje psycho-fyziologické vzrušenie ktoré sa pohybuje od nízkej úrovne počas spánku až po vysokú, počas silnej aktivácie.

Meranie vodivosti:

- Elektródami – meraním odporu medzi dvoma elektródami umiestnenými na povrchu kože (najčastejšie v oblasti dlane) . Typická hodnota vodivosti je 10-50 μ S (28)

3.3 Teplota kože

Teplota pokožky dokáže tiež značne prezradiť o prítomnosti stresu u človeka. Najlepšie merateľná je v oblasti končatín a platí že v kludnom stave je vďaka zvýšenému prekrveniu teplota vyššia. V čase stresu zas teplota mierne klesá čo je spôsobené zúžením ciev vďaka aktivácií sympatika. (29)

Meranie teploty kože:

- Teplotné senzory – upevňujú sa na časti tela, najlepšie na končatiny

3.4 Pohyb očí

Ako bolo spomenuté v úvode tejto kapitoly, pohyb očí do istej miery vie napovedať či sa nachádza daný človek pod akútnym stresom. Totiž v momente kedy sa do stresovej situácie dostane, začne hľadať riešenia a snaží sa v situácii zorientovať. Nie je pravdepodobné, zdefinovať presnú škálu od ktorej by sme hodnotu stresu vedeli odvodiť, no je možné určiť, či daná situácia na človeka vplýva kľudne, alebo stresovo

Meranie:

- Kamera – najjednoduchším spôsobom ako monitorovať pohyb očí, je nastavenie kamery na oči človeka a následne záznam analyzovať.

3.5 Elektroencefalografia – činnosť mozgu

Vďaka elektrickej aktivite neurónov vznikajú v okolí mozgu mozgové vlny. Podľa frekvencie sa vlny rozdeľujú na vlny v pásme gama, delta, theta, alfa a beta. U človeka sú aktívne všetky tieto vlny no závisí na okolnostiach a psychickom stave jedinca, ktorá z nich práve dominuje. Encefalografia je diagnostická metóda pozorovania elektrickej aktivity centrálného nervového systému vďaka čomu je možné tieto vlny rozlišovať a zaznamenávať. Z merania je následne možné vyhodnotiť funkciu jednotlivých častí mozgu a mieru záťaže na človeka. V pokojnom stave, alebo počas relaxácie je v mozgu prevaha alfa vln. Vplyvom stresových podnetov dochádza k ich potlačeniu a k zvýšenej aktivite vln beta či theta. V tabuľke 3 sú uvedené hodnoty vln ako aj ich zmeny počas stresu. (30)

Pásmo	Frekvencia	Aktivita
Delta	< 3,5 Hz	Zvýšenie pri náročných úlohách
Theta	4 – 7,5 Hz	Zvýšenie počas stresu
Alfa	8 – 13 Hz	Pokles počas stresu
Beta	14 – 39,5	Menenie v závislosti na náročnosti úlohy

Tabuľka 1 Rozdelenie mozgových vln

Meranie :

- Encefalograf – ide o medicínsky prístroj ktorý meria aktivitu mozgu pomocou elektród, následne výsledky prenáša do počítača, ktoré analyzuje odborník. Elektródy môžu byť umiestnené buď povrchovo, napríklad na špeciálnej čiapke alebo podkožne. (31)

V leteckej oblasti sa EEG použila napríklad v roku 2014 pri zisťovaní psychickej záťaže pilotov počas akrobatických manévrov. Táto metóda sa považuje za účinnú pri zisťovaní aktivácie organizmu, či miery koncentrácie a pozornosti.

3.6 Elektromyograf – činnosť svalov

Svalový tonus je úzko spojený so stavom centrálny nervovej sústavy. Aktivovaním sympatika počas stresovej reakcie dochádza aj k zvýšenému napätí svalov a to hlavne v tvárových šijových a v oblasti bedier a panvového dna. (32)

Meranie

- Elektromyogram - jav je možné merať pomocou elektromyogramu ktorý meria elektrické napätia svalstva.

Príklad štúdie ktorá toto tvrdenie dokazuje je z roku 2014 počas ktorej bola sedemdesiatim subjektom meraná svalová činnosť v kludnom stave a počas stresového podnetu. Z výsledkov je možné pozorovať okamžitú reakciu svalového napätia na stresový stimul. Pri všetkých subjektoch bolo počas stresového stimulu zaznamenané svalové napätie výrazne vyššie. (33)

3.7 Elektrokardiograf

Skratka EKG je vo všeobecnosti dobre známa. Ide o kardiologickú metódu ktorá zaznamenáva elektrickú činnosť srdca. Pri stresovej reakcii sa jeho zmeny v činnosti prejavajú okamžite. Táto metóda patrí medzi základné vyšetrenia srdca a okrem pulzovej frekvencie dokáže merať srdcový rytmus, ischémiu čiže nedostatočné vyživenie srdca či iné poškodenia.

Meranie:

- Elektrokardiogram - prístroj zaznamenáva elektrickú aktivitu srdca pomocou elektród a výsledky prenáša v podobe kriviek do počítača. Tie následne opäť analyzuje odborník.

Elektrokardiografia bola využitá v množstve prác a štúdií ktoré sa zaoberali meraním stresu. Z leteckého prostredia ide napríklad o štúdiu z roku 1975 pri ktorej sa merala srdcová frekvencia u pilotov počas bežného a strmého priblíženia.

3.8 Výber vhodného merateľného indikátoru pre experiment

Stres sa je možné pozorovať v zmenách niekoľkých fyziologických reakcií. Pre väčšiu prehľadnosť sú v nasledujúcej tabuľke zhrnuté popísané merateľné fyziologické signály na stresovú reakciu.

Fyziologické deje	Zmena pod vplyvom stresu
Teplota kože	Zníženie telesnej teploty
Vodivosť kože	Zvýšená vodivosť
Pohyb očí	Zrýchlený pohyb
Veľkosť zreníc	Zväčšenie zreníc
Dýchanie	Zvýšenie frekvencie
Elektromyogram	Zvýšené napätia svalov
Elektroencefalografia	Zvýšená aktivita, potlačené vlny alfa
Elektrokardiogram	Zrýchlená činnosť srdca

Tabuľka 2 Fyziologické deje a ich zmeny pod vplyvom stresu

V náročnosti realizácie a analýzy sú tieto metódy odlišné. Zároveň nie všetky sú vhodné pre meranie v pilotnom prostredí.

Meranie vodivosti a teploty pokožky

Meranie vodivosti a teploty kože je potrebné realizovať pri konštantnej teplote prostredia. Zamýšľaný experiment sa bude vykonávať v neklimatizovanom lietadle v jarých mesiacoch počas ktorých je už vonkajšia teplota pomerne vysoká, z toho dôvodu sa táto metóda javí v tomto prípade ako nevhodná.

Pohyb očí a veľkosť zreníc

Metóda pozorovania pohybu očí či veľkosť zreníc môže slúžiť ako vhodná doplnková metóda merania stresu. Na takéto meranie je potrebné umiestniť kameru tak, aby bolo možné dostatočne pozorovať zväčšenie zreníc. To v tomto prípade ale nie je možné, nakoľko by kamera výrazne zakrývala výhľad pilota.

Dýchanie

Rýchlosť dýchania je možné merať niekoľkými uvedenými spôsobmi. V tomto prípade je ale možné využiť iba mikrofón. No v hlučnejšom prostredí lietadla ktoré bude využité počas experimentu nebude možné týmto spôsobom dýchanie merať.

Elektromyografia

Pri meraní svalového napätia (EMG) by meranie nemuselo byť objektívne nakoľko pilot nie je v úplnom fyzickom pokoji a pri riadení používa isté skupiny svalov. Navyše samotná realizácia merania je pomerne náročná.

Elektroencefalografia

Elektroencefalografia sa javí ako vhodná metóda pre meranie stresu počas pilotáže. Zvlášť je vhodná pri letoch počas ktorých piloti čelia preťaženiam, napríklad vojenský či akrobatický piloti. K meraniu je ale potrebný encefalogram ktorý nie je bežne dostupný a následnú analýzu výsledkov musí vykonať odborník. Z tohto dôvodu bola táto metóda vylúčená.

Elektrokardiografia

Táto metóda dokáže dobre zaznamenať všetky zmeny v srdcovej činnosti ktoré nastanú v prípade stresovej reakcie. Meranie je ale tiež pomerne náročné a správna analýza nameraných výsledkov by mala byť prevedená odborníkom. EKG ale poskytuje okrem srdcovej frekvencie mnoho iných údajov o srdci ktoré ale v tomto prípade nie sú dôležité a preto sa po následnej konzultácii sa dospelo k záveru že pre zamýšľané meranie je možné využiť len samotnú srdcovú (pulzovú) frekvenciu ktorá je ľahko merateľná bežnými športovými zariadeniami (pás, hodinky...) a z tohto dôvodu sa pre experiment zvolil práve tento indikátor.

3.9 Srdcová (pulzová) frekvencia

Srdcová činnosť je pod kontrolou autonómneho nervového systému. Bežne sa prirovnáva k hodinovému stroju, ktorý pracuje v určitom presnom rytme. V skutočnosti to tak úplne nie je a časový interval medzi každým úderom je zakaždým mierne odlišný. Táto odlišnosť je spôsobená neustálym vplyvom sympatického a parasympatického nervového systému. Práve vďaka tomu je možné sa meraním srdcovej činnosti dozvedieť podrobné informácie o spôsobe regulovania organizmu autonómnym nervovým systémom. Srdcová alebo aj pulzová frekvencia, udáva počet úderov či počet sťahov srdcového svalu za jednu minútu. Jej hodnota rastie s intenzitou fyzickej alebo psychickej aktivity človeka.

Dôležitá hodnota pri posudzovaní mieru stresu, je hodnota frekvencie v kľudnom stave. Pre tieto hodnoty sú stanovené isté rozmedzia ktoré sa považujú za optimálne pre zdravého človeka. Tento rozsah nie je presne zadefinovaný a v rôznych literatúrach sa hodnoty jemne líšia. Všeobecne sa môže povedať, že normálna pokojová frekvencia srdca u zdravého dospelého človeka by mala byť v rozsahu od 60 do 85 úderov za minútu. To akú má zdravý človek pulzovú frekvenciu ovplyvňuje mnoho faktorov akými sú vek, výška a váha alebo úroveň pravidelnej športovej aktivity. Platí, že nižšia pokojová frekvencia znamená účinnejšiu funkciu srdca a lepšiu kardiovaskulárnu kondíciu človeka.

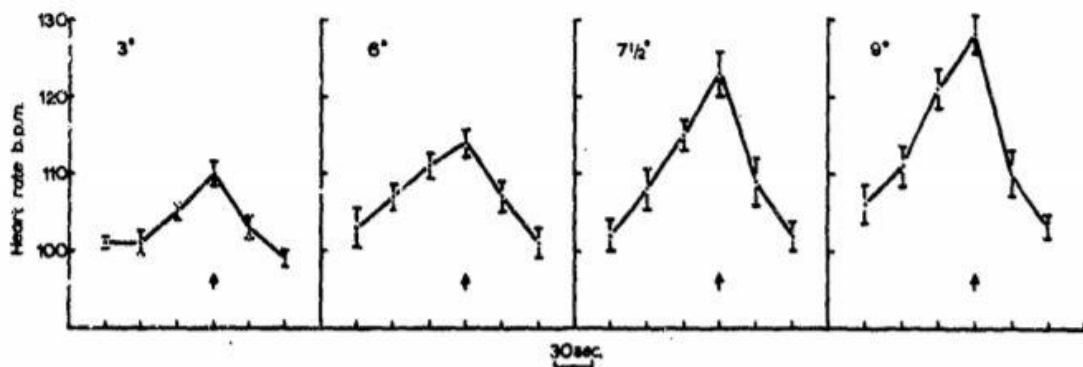
3.9.1 Zmena pulzovej frekvencie vplyvom stresu

Monitorovanie pulzu je relatívne jednoduché. Táto meracia technika nie je pre človeka rušivá, signály sa ľahko zaznamenávajú a namerané údaje je možné podrobiť rôznym formám analýzy. Preto nie je prekvapujúce, že bolo zaznamenané veľké množstvo experimentov, pri ktorých bola táto fyziologická premenná meraná u pilotov počas letu.

Výsledky preukázali dôkaz o tom, že pulzová frekvencia u pilotov má počas letu stúpajúcu tendenciu a to najmä počas náročnejších fáz letu, ako je vzlet a pristátie. Pri samotnom monitorovaní pilotov počas letu sa zároveň vyžaduje ich aktívna spolupráca. Po pristátí je vhodné, aby si pilot ktorý práve podstúpil meranie, pozrel výsledky a subjektívne zhodnotil každú výraznú zmenu, čo následne pomôže odborníkom pri posudzovaní veľkosti pracovnej záťaže.

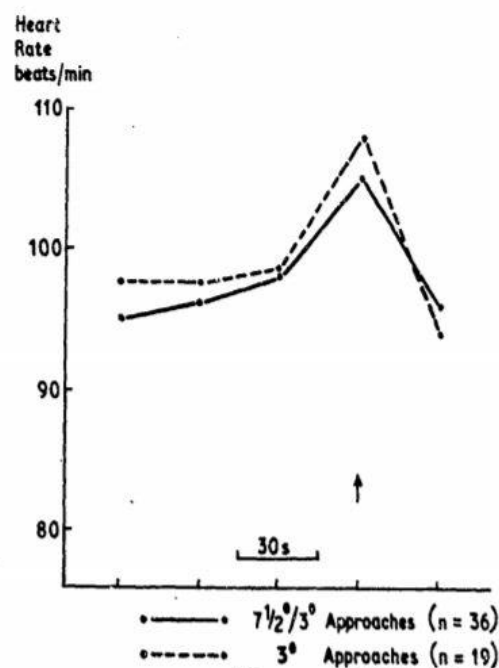
Takýto postup sa zvolil aj pri štúdií v roku 1975 v ktorej sa merala pulzová frekvencia pilotov počas priblíženia. Cieľom bolo posúdiť hodnoty frekvencií pri rôznych uhloch klesania.

Počas prvého merania piloti na priblížení klesali pod uhlom 3° . V ďalších pokusoch sa uhol klesania zmenil na 6° , $7,5^\circ$ a 9° pričom vo výške 200ft nad terénom upravili piloti uhol klesania opäť na 3° . Očakávalo sa, že strmšími klesaniami a zároveň narastajúcou rýchlosťou, sa bude pracovná záťaž u pilotov zväčšovať čo bude reflektovať ich zvýšený srdečný rytmus. Na Obrázku 8 môžeme vidieť namerané hodnoty pulzovej frekvencie počas štyroch uhlov klesania. Zhoda medzi úrovňami srdcového rytmu a subjektívnym pocitom pracovnej záťaže je v tomto prípade podľa autora naozaj veľmi dobrá. (33)



Obrázok 8 Namerané hodnoty pulzovej frekvencie pri štyroch rôznych uhloch klesania (33)

Piloti pred meraním uviedli, že vykonanie týchto úloh vnímajú ako zvýšenú pracovnú záťaž a pociťujú istú mieru stresu. Po pár letoch ale strmšie priblíženia hodnotili ako rovnako ľahké, či dokonca ľahšie, než priblíženie so sklonom 3° . To sa premietlo aj do výsledkov merania, kedy na Obrázku 9 je možné vidieť pulzovú frekvenciu pilota pri stálom 3° uhle klesania a pri kombinácii uhlov $7,5^\circ$ a 3° , ktoré sa v tomto prípade dokonca prejavuje rovnako, či dokonca o niečo menej náročne. Ukázalo sa, že istú mieru stresu u nich vyvolala samotná myšlienka prechodu zo strmšieho do miernejšieho klesania. (33)



Obrázok 9 Namerané hodnoty pulzovej frekvencie pri rôznych uhloch priblíženia (33)

Pri ďalších experimentoch ktoré obsahovali rôzne priblíženia, vrátane priblíženia v hmle, sa ukázalo, že piloti mali vysoké hodnoty pulzovej frekvencie pred a počas vykonávania manévrov. Piloti nedokázali zhodnotiť náročnosť danej úlohy a podľa toho sa aj optimálne psychicky naladiť čo malo za následok pocit neistoty. Pravdepodobnosť takmer optimálnej úrovne vzrušenia sa zvyšuje, pokiaľ pilot danú situáciu zažil v nedávnej dobe. Preto sa aj namerané hodnoty pulzovej frekvencie u pilotov každým ďalším pokusom znižovali, a primerane ustálili. (33)

Zwaga pri opise adaptácie na situáciu, hovorí že fyziologické odpovede na špecifické podnety sa odvíjajú od miery vzrušenia, či stresu. Očakávané zvýšenie frekvencie srdca pozorované pred začiatkom manévrov, ako je napríklad vzlet, či pristátie pravdepodobne naznačuje zvýšenú úroveň pripravenosti pilotného neurofyziologického systému na náročnú úlohu. Tento jav prirovnal k športovcom, ktorí sa pred zápasom alebo súťažou zahrievajú rozcvičkou. (34)

4 Návrh a realizácia experimentu k overeniu navrhnutých indikátorov

Z opísanej štúdie o vplyve stresu na pulzovú frekvenciu sa teda javí, že meraním pulzovej frekvencie je možné zaznamenať stresové momenty. Samotný experiment pre overenie týchto zistení je možné realizovať v rôznych formách. V tomto prípade bude meranie prebiehať počas niekoľkých kratších VFR letov pričom sa bude zaznamenávať pulzová frekvencia pilota v rôznych fázach letu.

4.1 Dotazník

Z dôvodu finančnej náročnosti prenájmu lietadla bol vytvorený krátky online dotazník ktorého hlavným cieľom bolo prispieť k výberu správnych letových situácií pre merací experiment ktorý vyplnilo 25 pilotov v období od 25.3. 2020 do 25.5. 2020

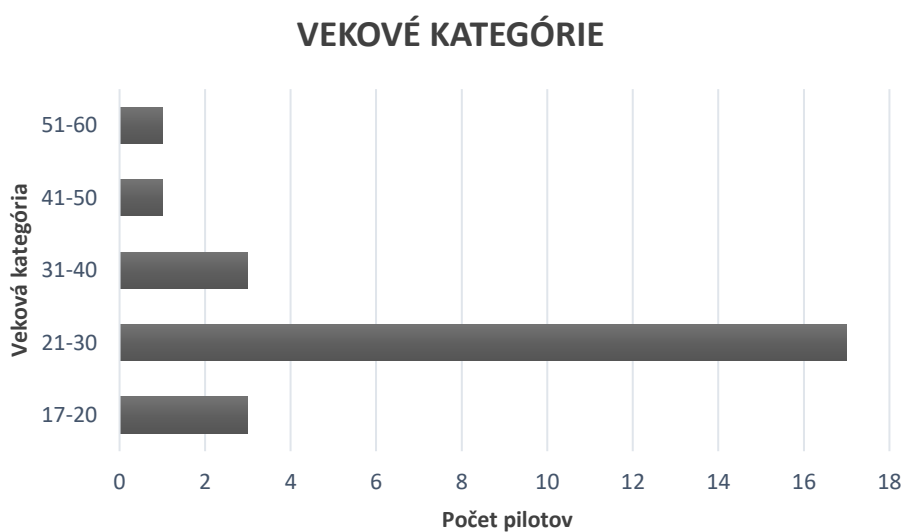
Úvodom dotazníka je cieľom získať primárne informácie o vzorke ľudí ktorá sa do dotazníka zapojila. Ide o informácie ako vek, typ licencie a súčasný hodinový nálet. Ostatné otázky boli z časti odvodené z druhej kapitoly tejto práce. Cieľom bolo zistiť či piloti robia potrebné úkony na to aby sa vyvarovali zbytočným stresovým situáciám, či riadia lietadlo pod vplyvom únavy, strachu alebo príveľkej zodpovednosti z toho, že vezú na palube ďalších ľudí. Na základe odpovedí je možné s týmito informáciami ďalej pracovať a je možné ich využiť v prípadných podobne zameraných prácach, či výcvikoch.

Druhá, pre experiment dôležitejšia časť dotazníka, bola zameraná na konkrétne situácie, ktoré následne slúžili pre naplánovanie merania. Nakoľko experiment bude prebiehať na ľahkom lietadle v podmienkach za VMC, otázky boli postavené na situáciách s ktorými sa piloti počas VFR letu bežne stretávajú a zároveň považované za fyziologické stresory. Odpovedajúci mali určiť či zoradiť situácie podľa mieri stresu, ktorú pri daných situáciách prežívajú.

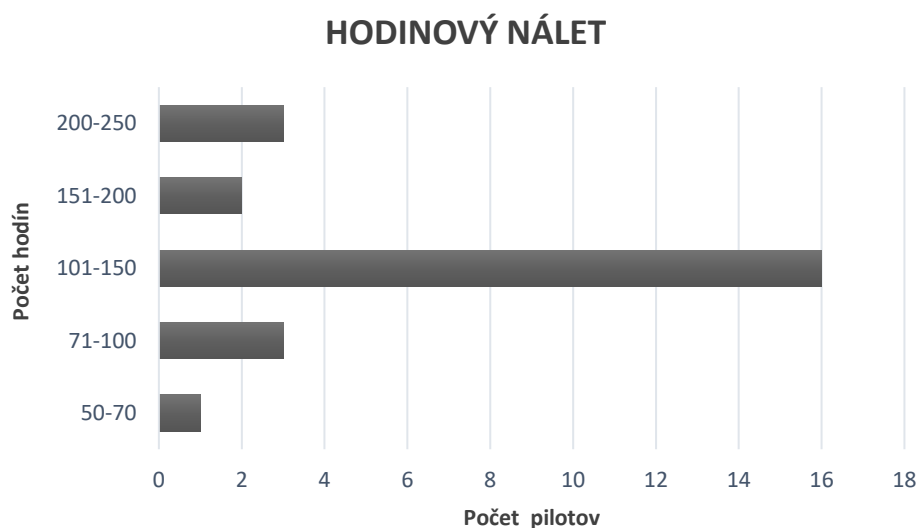
4.1.1 Výsledky dotazníka

Po vekovej stránke sa dotazníka zúčastnili vo väčšine piloti v rozmedzí od 21 do 30 rokov. V odpovediach prevládala aj rovnaký typ licencie a to PPL(A) u 23 pilotov a prevažne malé hodnoty náletov v rozmedzí od 70 do 250 hodín. Rozdiel v pohlaví nebol zisťovaný.

Získané odpovede sú spracované v priložených obrázkových grafoch.

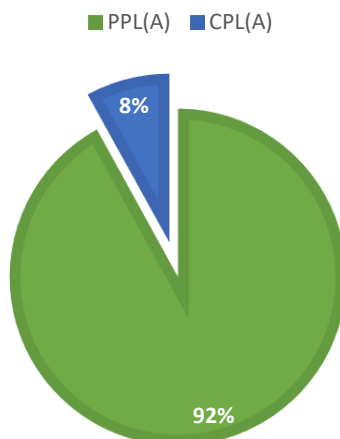


Obrázok 10 Vekové kategórie pilotov zapojených do dotazníka



Obrázok 11 Hodinový nálet pilotov zapojených do dotazníka

TYP LICENCIE



Obrázok 12 Typy licencií pilotov zapojených do dotazníka
2 piloti sú držiteľia licencie CPL(A) a 23 pilotov je držiteľom licencie PPL(A)

Druhá časť otázok bola zameraná na subjektívnu voľbu pilotov, ktorí mali určiť alebo zoradiť situácie od najviac po najmenej stresové. V prvej takto zameranej otázke bol dotaz na zoradenie fáz letu a to od najviac stresovej, ktorá mala hodnotu 6 po tú najmenej stresovú s hodnotou 1. Výsledky s priemernými hodnotami sú v priložených tabuľkách.

Fáza letu	Miera stresu
Pristátie	5,4
Priblíženie	4,7
Rolovanie (na väčšom riadenom letisku)	3,7
Vzlet	3,3
Stúpanie	2,3
Let vo výške/v hladine	1,6

Tabuľka 3 Fázy letu a miera pôsobiaceho stresu

Výsledky sú pomerne jasné a dalo sa predvídať, že fáza priblíženia so samotným úkonom pristátia bude hodnotená ako najviac stresujúca. Čo je však zaujímavé, že na odpovedajúcich pôsobí rolovanie na riadenom letisku viac stresovo než vzlet, čo je pravdepodobne spôsobené málo skúsenosťami

Druhá podobne postavená otázka sa zacielila na poveternostné javy. Platí, že najviac stresujúci jav má hodnotu 7 a najmenej opäť 1. Vďaka týmto odpovediam bolo možné vybrať správny deň pre vykonanie experimentu. Výsledky nadväzujú na tie predchádzajúce a teda ako najviac kritický jav je vnímaný bočný vietor a turbulencia počas priblíženia a pristátia.

V odpovediach sa opakuje prívlastok „silný“ z toho dôvodu, že nemožno objektívne určiť, aká hodnota bočného vetru je silná, nakoľko ide o subjektívny názor. Pilot s menšími skúsenosťami môže vnímať bočný vietor ako silný napríklad pri rýchlosti 7 m/s, kdežto ten skúsenejší bude mať iný názor. Výsledky sú vypísane v priloženej tabuľke

Situácia	Miera stresu
Silný bočný vietor počas priblíženia/pristátia	6,6
Silná turbulencia počas priblíženia/pristátia	5,8
Silný bočný vietor počas vzletu	4,1
Silná turbulencia počas letu	3,5
Silná turbulencia počas vzletu	3,4
Zhoršenie počasia počas letu (dážď, búrka)	2,5
Znížená viditeľnosť (let proti Slnku, dymno)	2

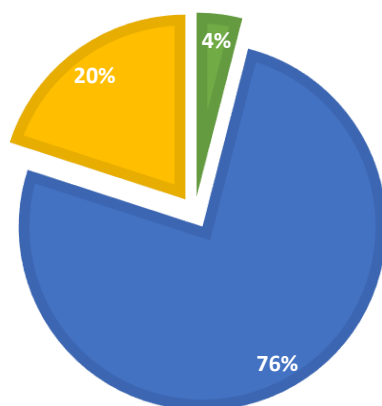
Tabuľka 4 Stresové situácie a miera pôsobiaceho stresu

V otázke týkajúcej sa stresu počas komunikácie s pracovníkom riadenia letovej prevádzky bolo zámerom zistiť, či je na mieste merať reakcie stresu počas komunikácie. V odpovediach bola možnosť aj vyjadriť za akých okolností vyvoláva komunikácia u pilotov stres. Striedali sa dva názory a to stres z komunikácie po dlhšej prestávke a stres na riadenom letisku.

Posledná otázka sa respondentov pýtala, či pociťujú počas letu zvýšený stres v prítomnosti pasažiera. Rovnako aj v tomto prípade sa bolo možné vyjadriť za akých okolností stres prevláda. Vo väčšine prípadov išlo o prítomnosť blízkej osoby (rodinného príslušníka, kamaráta).

STRES POČAS KOMUNIKÁCIE S ATC

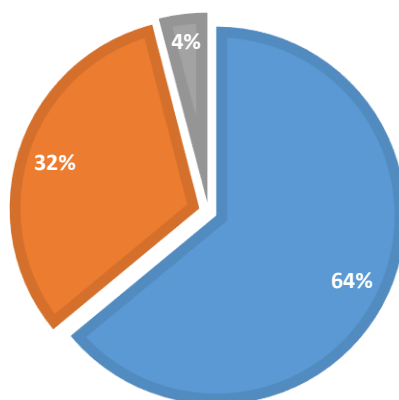
■ Áno, vždy ■ Áno, niekedy ■ Nie, nikdy



Obrázok 13 Stres počas komunikácie s ATC.
5 pilotov nepocituje stres nikdy (20%), 19 pilotov pocituje stres len za istých okolností (76%)
a len 1 pilot ho pocituje vždy (4%)

STRES V PRITOMNOSTI PASAŽIERA

■ Áno, vždy ■ Áno, niekedy ■ Nie, nikdy



Obrázok 14 Stres v prítomnosti pasažiera.
1 pilot nepocituje stres nikdy (4%), 8 pilotov pocituje stres len za istých okolností (32%) a 16
pilotov ho pocituje vždy (64%)

Z výsledkov je možné určiť ktoré situácie a fázy letu pokladajú piloti za najviac stresové a budú využité v nasledujúcom experimentálnom meraní.

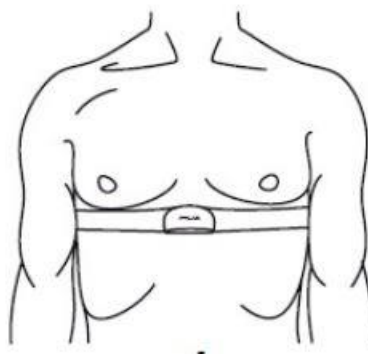
4.2 Základné informácie o prevedení merania

Lietadlo	Sport Cruiser PS-28
Letisko	Malé Bielice (LZPT)
Počet meracích letov	3
Celková doba letov	2h 10min
Merací indikátor stresu	Srdcová (pulzová) frekvencia
Meracie zariadenie	Hrudný pás zn. Dual Geonaute, smartfón Huawei P30 Pro
Pilot	Miroslav Dedinský
Vek	25
Licencia	PPL(A)
Nálet pred meraním	108h

Tabuľka 5 Základné informácie o prevedení letu

Meracie zariadenie

Ako zariadenie pre meranie pulzovej frekvencie bol použitý hrudný pás značky Dual Geonaute ktorý namerané hodnoty prenášal do aplikácie Decathlon nainštalovanej v smartfóne. Hrudný pás obsahuje elektródu ktorá sníma srdcovú činnosť a namerané hodnoty vysiela do prijímača, v tomto prípade smartfónu. Samotný princíp merania je totožný s meraním EKG a teda elektróda meria elektrické potenciály ktoré vznikajú činnosťou srdca. Umiestnenie hrudného pásu na tele je znázornené na obrázku.



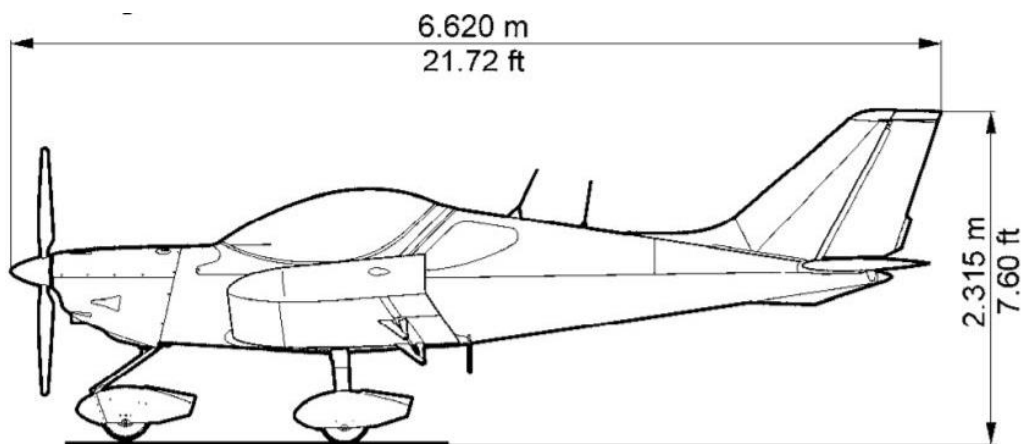
Obrázok 15 Upevnenie hrudného pásu

Lietadlo

Meranie sa uskutočnilo na jednomotorovom českom športovom lietadle Cruiser PS-28 ktorý patri do kategórie LSA, ľahké športové lietadlo. Jeho základné špecifikácie sú uvedené v nasledujúcej tabuľke a priloženom obrázku.

Počet miest	2
Druh motoru	Piestový
Typ motoru	Rotax 912 S2
Maximálny výkon	73,5 kW pri 5800ot/min
Max. vzletová hmotnosť	600kg
Cestovná rýchlosť	93 KIAS (172km/h)
Maximálna rýchlosť (pri hladine mora)	119 KIAS (220km/h)
Pádová rýchlosť	31 KIAS (55km/h)

Tabuľka 6 Základne údaje o lietadle Cruiser PS-28



Obrázok 16 Cruiser PS-28

Letisko

Počas meracieho experimentu boli využité dve slovenské letiská. Ako základné bolo zvolené letisko Malé Bielice – Partizánske s ICAO kódovým označením LZPT. Ide o civilné, verejné letisko s nepravidelnou vnútroštátnou VFR dopravou. Disponuje trávnatou dráhou 07/25 s dĺžkou 1100m.

Ako druhé letisko na ktorom sa uskutočnil merací let bolo medzinárodne letisko v Bratislave s ICAO kódovým označením LZIB. Toto letisko disponuje betónovými dráhami 04/22 s dĺžkou 2900m a dráhou 13/31 s dĺžkou 3190m

Meteorologické informácie

Ako hlavný zdroj meteorologických informácií bol použitý meteorologický model ALADIN ktorý predpovedá teplotu, množstvo oblačnosti, úhrn zrážok, tlak, smer rýchlosť a nárazy vetra vo výške 10m nad povrchom na nasledujúcich 72 hodín. Súčasťou tohto modelu sú vertikálne profily atmosféry a teda vertikálny priebeh teploty, tlaku, vlhkosti, vďaka čomu je možné predpovedať vznik konvekcie a teda teplých výstupných prúdov vzduchu, ktoré by mohli spôsobiť termickú turbulenciu. Ako druhý zdroj bude slúžiť letisková meteorologická správa METAR . Všetky tieto dáta sú bezplatne dostupné na stránke Slovenského hydrometeorologického ústavu SHMU.SK.

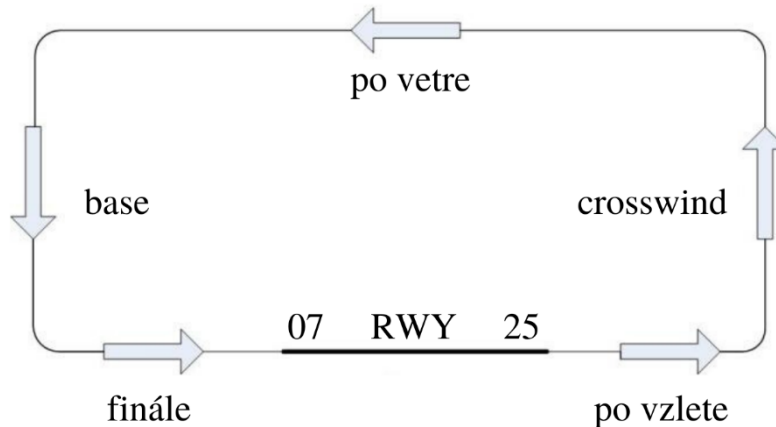
Typy meracích letov

Na základe výsledkov z dotazníka, bolo rozhodnuté, že sa vykonajú tri meracie VFR lety a to nasledovne:

- 1x40min let v priestore ATZ LZPT s pasažierom
- 1x30min let po okruhu letiska LZPT s pravidelným pristávaním a vzlietanim počas bočných nárazov vetra
- 1x60min navigačný let z letiska LZIB na letisko LZPT

Bol uskutočnený aj let LZPT-LZIB no z dôvodu zlyhania meracej techniky, nie sú z tohto letu dostupné žiadne namerané dáta.

Pre ozrejmienie letu po okruhu je priložený obrázok s vysvetlením.



Obrázok 17 Letiskový okruh

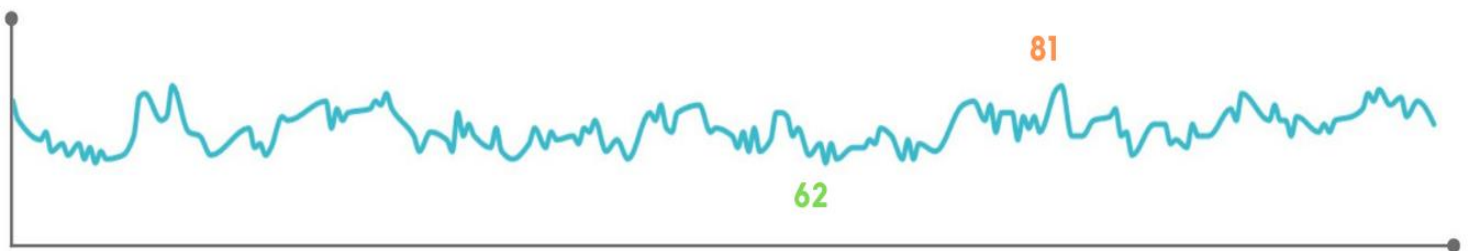
Lietadlo sa po vzlete z dráhy dostáva do polohy „po vzlete“, po dosiahnutí bezpečnej výšky (zhruba 150m nad terénom) začne točiť 1. okruhovú zatáčku, po jej dotočení je v polohe „crosswind“, v tejto polohe pokračuje do 2. okruhovej zatáčky po ktorej sa ocitne v polohe „po vetre“. Ide o najdlhší úsek vodorovného letu. Počas točenia tretej zatáčky, začne pilot pomaly uberať výkon, pre dosiahnutie nižšej rýchlosti, aby bolo možné v polohe „base“ začať nastavovať lietadlo do pristávacej konfigurácie.. Pilot ďalej klesá, prípadne vytráca rýchlosť aby po 4. okruhovej zatáčke v polohe „finále“ lietadlo v správnej výške so správnou rýchlosťou. Následne môže ešte vysunúť ďalší stupeň klapiek aby mohol pristávať s čo najnižšou rýchlosťou.

4.3 Priebeh merania

4.3.1 Meranie pulzovej frekvencie v kludnom stave

Preto aby sme mohli objektívne posudzovať namerané hodnoty, je dôležité zistiť, aká pulzová frekvencia je u daného človeka v kludnom stave.

Prvé dvadsať minútové meranie sa teda uskutočnilo počas relaxácie na kresle pri sledovaní televízie. Na priloženom obrázku je znázornený modrou farbou priebeh srdcovej frekvencie. Uvedené číselné hodnoty predstavujú maximálnu a minimálnu nameranú hodnotu pulzu v úderoch za minútu. Počas tohto obdobia bola najvyššia nameraná frekvencia 81 a najnižšia 62. Priemerná frekvencia počas dvadsiatich minút bola 70 úderov za sekundu.



Obrázok 18 Frekvencia počas relaxácie, hodnoty sú uvedené v úderoch za minútu

4.3.2 Let v priestore ATZ LZPT s pasažierom

Ako prvý let bol zvolený let s pasažierom v priestore ATZ letiska Malé Bielice – Partizánske. Cieľom bolo, aby počas letu pôsobili na pilota tieto stresové faktory:

- Prítomnosť blízkej osoby
- 53 dňová prestávka od posledného letu

Meteorologická situácia

Nakoľko dané letisko nedisponuje správami METAR, správy o počasí boli získané z modelu ALADIN. Let bol naplánovaný na víkend počas ktorého hlásil hydrometeorologický ústav prevažne jasné počasie s tvorbou kopovitých oblakov, no bez vývoja búrok. Na let sme zvolili čas poludnia. Z modelu ALADIN nás zaujímala rýchlosť a nárazy vetra. Rovnako prebehla aj analýza termodynamického diagramu atmosféry. V dôsledku rýchleho prehrievania

zeme, sa už v dopoludňajších hodinách začali tvoriť turbulencie.

Deň merania bola sobota a teda ako je vidieť na priloženom obrázku, v daný deň bola rýchlosť vetra priaznivá a jeho maximálna hodnota bola 3m/s bez nárazov.



Obrázok 19 Predpoveď rýchlosti a nárazov vetra počas 1. letu

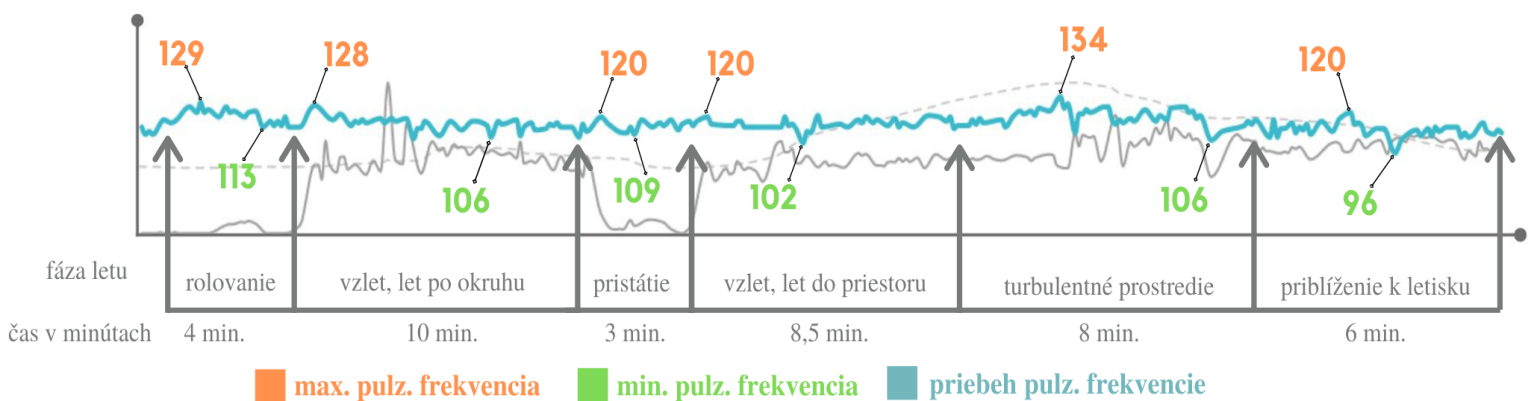
Priebeh a namerané hodnoty

Meranie bolo spustené po naštartovaní lietadla pred hangárom. Na začiatku bola hodnota pulzu 110 a tesne pred začiatkom rolovania sa zdvihla na 130 úderov za minútu. Počas rolovania bola jej hodnota stále pomerne vysoká a držala sa od 116-124. Počas rozbehu lietadla po dráhe 25 vystúpila na hodnotu 126, následne začala jemne klesať a počas celého okruhu sa držala v rozpätí 110-117. Počas finále dráhy sa tieto hodnoty udržiavali a dokonca jemne klesli. Zhruba jeden kilometer pred prahom dráhy bola nameraná hodnota 108 úderov za minútu pričom v bode dosadnutia lietadla vystúpila na 120. V tomto prípade išlo o plné pristátie a po úplnom dobrzdení sme sa vrátili znova na začiatok dráhy 25. Počas rolovania bola hodnota veľmi podobná a držala sa medzi 113-117.

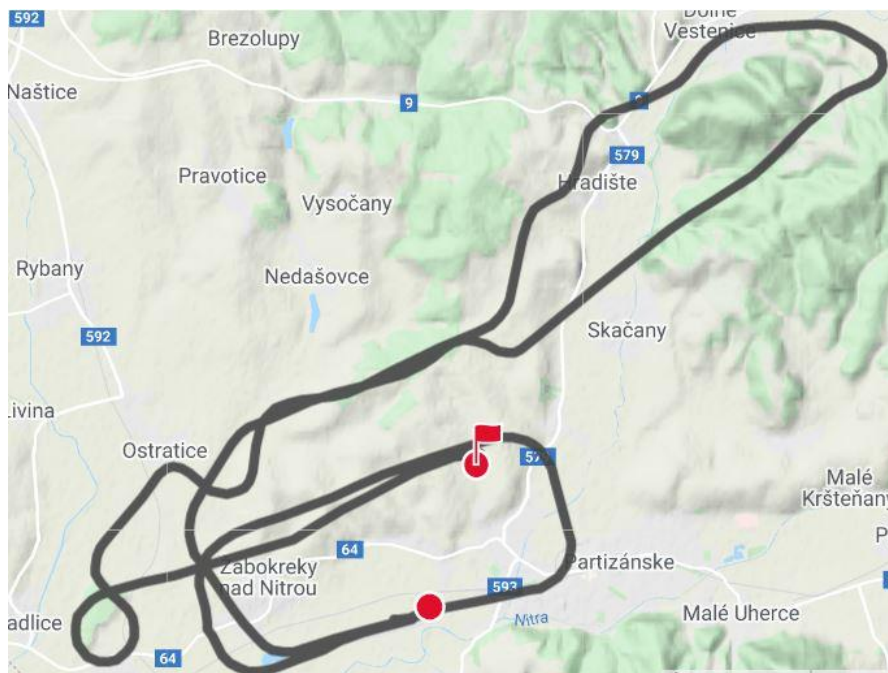
Pri rozbehu sa podobné hodnoty udržiavali aj naďalej a ich maximum v tejto fáze bolo 120. Let pokračoval v stúpavom lete mimo okruhovú trať do oblasti ATZ priestoru letiska. V momente ako sa lietadlo dostalo nad hornatý terén, začali sa objavovať pomerne časté termické turbulencie. V tomto okamihu sa pulzová frekvencia začala zvyšovať a v istú chvíľu dosiahla hodnotu 134 úderov za minútu. Následne začala klesať no po krátkom čase opäť narástla a v turbulentnom pásme kolísala od 117 do 127. V tomto momente sa realizoval návrat nad letisko a hodnoty začali klesať. Minimum 96 úderov za minútu nastalo pri zaradovaní sa do okruhu a v následnom lete po okruhu mal pulz hodnoty 107-113. Tesne pred treťou zatáčkou

došlo k nedobrovoľnému zastaveniu merania a tým pádom nie sú hodnoty frekvencie počas konečnej fázy letu namerané.

Na priloženom obrázku s vyznačenými fázami letu, je možné vidieť priebeh pulzovej frekvencie (modrá krivka) počas celého merania s ich maximálnymi a minimálnymi nameranými hodnotami v rôznych fázach letu. Ďalšie dve sivé krivky znázorňujú zmenu rýchlosti (plná krivka) a výšky (prerušovaná krivka), no v niektorých momentoch sa nestotožňujú s realitou a preto ich je potrebné brať len ako približné.



Obrázok 20 Priebeh pulzovej frekvencie počas 1. letu



Obrázok 21 GPS záznam 1. letu

Čas letu aj s rolovaním	45min
Počet vzletov a pristátí	2
Priemerná pulzová frekvencia	115
Najnižšia pulzová frekvencia	96
Najvyššia pulzová frekvencia	134

Tabuľka 7 Základné údaje 1. letu

Zhodnotenie

Počas tohto letu boli prítomne nakoniec až tri výrazné stresové faktory. Nepredpokladaná pomerne silná termická turbulencia, prítomnosť blízkej osoby a 53 dňové obdobie od posledného letu. Kvôli dlhšej prestávke som už pred samotným letom cítil miernu nervozitu. Tento pocit ešte umocnil fakt, že v lietadle nesedím sám. Všetky tieto faktory sa výrazne prejavili v hodnote pulzovej frekvencie ktorá bola už na začiatku merania vysoká.

Samotný vzlet mierne ovplyvňovali jemné stúpavé prúdy ktoré lietadlo vychyľovali zo smeru. Po chvíli ale výkyvy ustáli a riadenie sa stalo pohodlnejším. Pri nasledujúcom lete po okruhu som pravidelne kontroloval s jemnou nervozitou vonkajší priestor v okolí lietadla, ako aj informácie z prístrojov. Počas finále a samotného pristátia som pociťoval menší stres, než som si pred vzletom myslel. Pravdepodobne to bolo zapríčinené bezvetrím a prakticky žiadnou turbulenciou v danej chvíli. V tomto prípade sa do istej miery u mňa prejavil predčasný stres ktorý je badateľný aj na zvýšenej frekvencii ešte pred rolovaním.

Po ďalšom vzlete ktorý pôsobil podobne náročne ako ten prvý, sme pokračovali v stúpavom lete do priestoru ATZ letiska, kde pribúdajúca intenzita turbulencií znepríjemňovala samotné riadenie a aj celkový pocit z letu. To dospelo k tomu, že po pomerne silnej turbulencii sme sa rozhodli vrátiť nad letisko a následne pristáť. Tento moment sa výrazne prejavil na vysokom zvýšení pulzovej frekvencie kedy jej hodnota bola v jednom okamihu až 134 úderov za minútu. Až pri klesaní, kedy som na sebe pocítil isté uvoľnenie, z dôvodu klesajúcej sily turbulencie sa pulz začal znižovať až nakoniec dosiahol v kludnom vzduchu na malú chvíľu najnižšiu nameranú hodnotu počas celého letu a to 96.

Najväčšiu mieru nervozity som vnímal najprv počas prvého vzletu a následne pri zosilňovaní turbulencie pri prelete nad hornatým terénom. Je možné teda povedať že meranie preukázalo vplyv stresu na pulzovú frekvenciu, nakoľko výraznejšie zmeny pulzu ktoré boli namerané počas letu kopírujú mieru stresu ktorá v daný moment na mňa pôsobila.

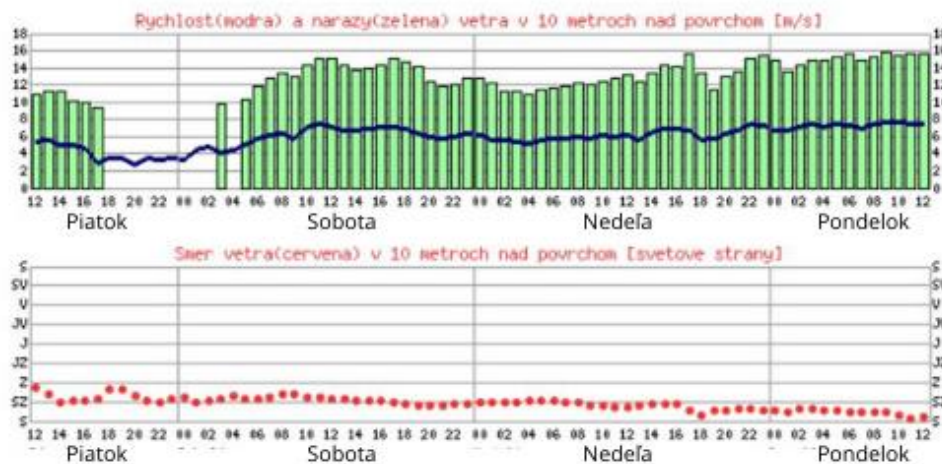
4.3.3 Let po okruhu počas bočného vetra

Pre druhý merací let bola zvolená okruhová trať letiska LZPT. Ako stresový faktor v tomto prípade pôsobili:

- nárazy bočného vetra počas vzletu a pristátia
- časový stres

Meteorologická situácia

Situáciu o počasí bola opäť získaná z modelu ALADIN, ktorý predpovedal pre daný deň rýchlosť vetra do 8m/s a nárazy vetra do rýchlosti 15 m/s. Smer vetra bol počas celého dňa severozápadný čo v našom prípade znamenalo takmer bočný vietor na dráhu 07/25. Grafická predpoveď je znázornená v priloženom obrázku. Merací deň bola v tomto prípade opäť sobota no z dôvodu menšej rýchlosti vetra bol zvolený ranný čas.



Obrázok 22 Predpoveď rýchlosti, nárazov a smeru vetra počas 2. letu

Priebeh a namerané hodnoty

Letový čas aj s rolovaním bol 35 minút. Na 2 vzlety a pristátia bola použitá dráha 07 a na ďalšie 2 vzlety a pristátia dráha 25. Dve pristátia prebehli ako plné pristátia a lietadlo brzdilo takmer do úplného zastavenia. Ďalšie dva pokusy bol prevedené ako letmé pristátia, kedy po dotyku kolies so zemou bol zvýšený výkon ma maximum a pokračovalo sa súvisle do vzletu. Cieľom tohto bolo navodiť zvýšenú mieru časového stresu, keďže po dosadnutí sa lietadlo musí prestaviť v čo najkratšom čase opäť do vzletovej konfigurácie.

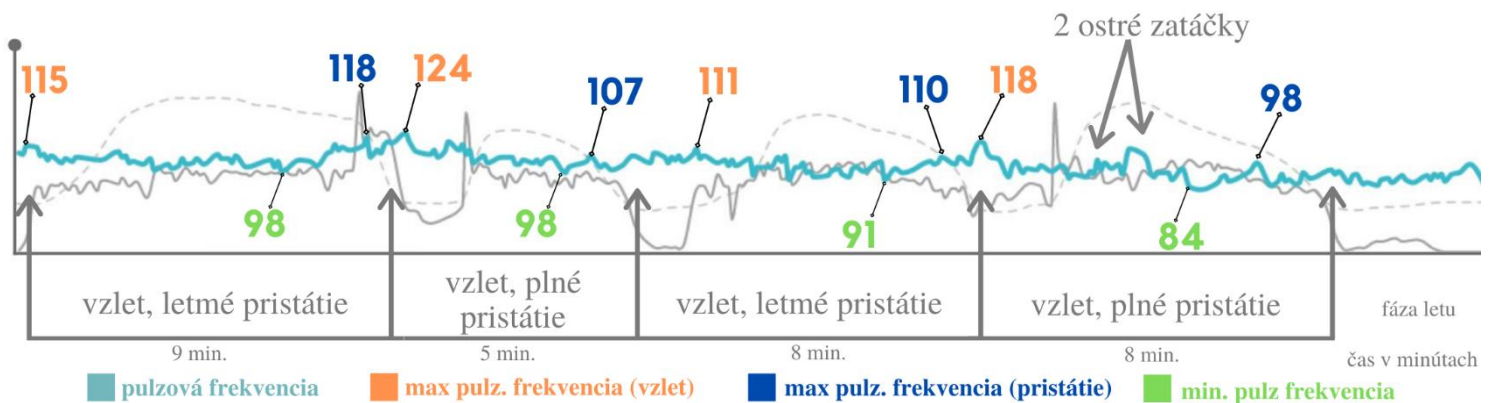
Meranie bolo spustené na prahu dráhy 25, teda tesne pred samotným vzletom. Po spustení hrudného pásu bola pulzová frekvencia 110 úderov za minútu a po pridání plného výkonu okamžite vzrástla na 116. Táto hodnota sa držala počas celého rozjazdu. Hneď po vzlete pulz začal klesať na hodnoty v rozmedzí 105-107. Pred druhou zatáčkou bola z frekvencie prijatá informácia o prevádzke, vrtuľníku, ktorý smeroval nad letisko so severovýchodu, čiže zo smeru v ktorom bola zamýšľaná trať letu. Pulz začal opäť stúpať a počas komunikácie s prevádzkou dosiahol 111. Po dokončení komunikácie sa znižoval a až do zahájenia pristávacích úkonov sa držal na hodnotách 100-105. V tomto momente začína pulz výrazne rásť a zhruba 1km pred miestom dotyku bola jeho hodnota 121. Počas tohto kilometra začal pomaly klesať k hodnote 110 a tesne pred dotykem so zemou opäť vyskočil, na 118.

V tomto prípade išlo o letmé pristátie a počas následného vzletu pulz narástol na 124, čo bola počas tohto merania najvyššia nameraná hodnota. Po „odlepení“ kolies od zeme začal pulz opäť klesať a dosiahol o niečo vyššie hodnoty ako pri prvom vzlete, 108-114. Od tohto momentu mala krivka pulzu vo všeobecnosti klesajúcu tendenciu. Počas letu po vetre, sa pulz držal od 103 do 107 úderov za minútu. Pri pristávacích úkonov na finále dráhy počas druhého plného pristátia dokonca klesol na 98, no tesne pred a počas dotyku kolies so zemou sa opäť zvýšil zhruba o 10 úderov za minútu.

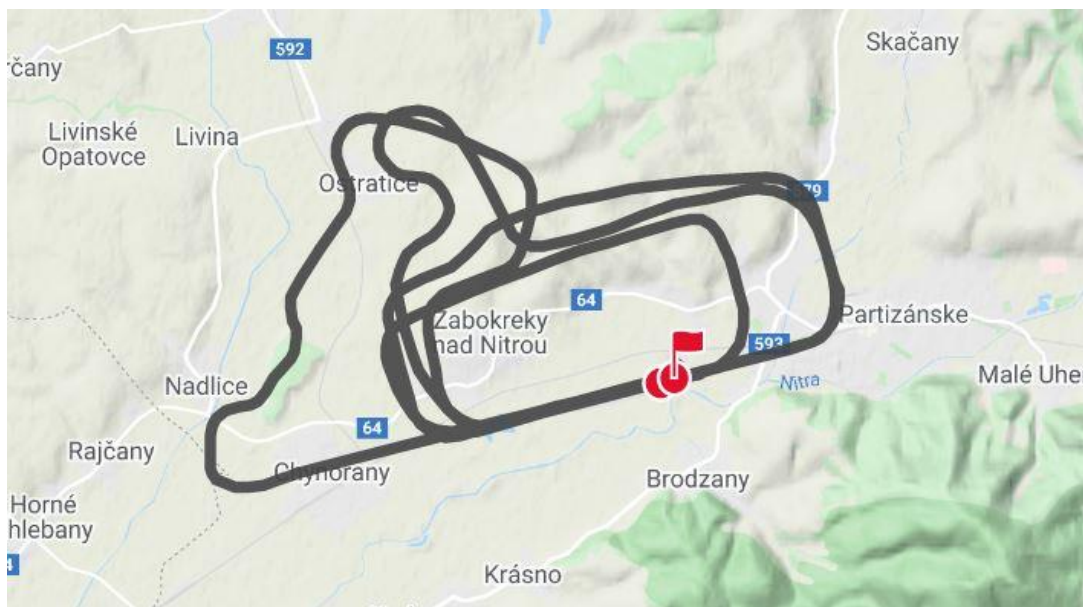
Tretí vzlet bol hodnotami najnižší kedy namerané maximum bolo 112 úderov za minútu. V čase stúpania začali hodnoty opäť pomaly klesať, okrem momentu v druhej zatáčke kedy boli z frekvencie opäť prijaté informácie o prevádzke v okolí. Od polohy po vetre až po base dráhy sa nameraný pulz pohyboval už len od 93 do 100 úderov. Počas finále začal mierne stúpať a pred dotykem mal hodnotu 106. Toto pristátie prebehlo ako letmé a po dotyku sa prešlo do plynulého rozbehu.

Pulzová frekvencia narástla skokovo počas pridania plného výkonu na 118, no po vzlete začala rýchlo klesať na 95-100. Posledný výrazný nárast sa namerá pri dvoch ostrých zákrutách, pričom počas prevedenia druhej, ostrejšej zatáčky hodnota dosiahla 113. Následne opäť začala klesať a pri vodorovnom lete dosiahol pulz najnižšiu nameranú hodnotu celého letu a to 84 úderov za minútu. Pred štvrtou zatáčkou narástol na 102, no počas finále klesol len na 87 a s približovaním dráhy mierne stúpá k hodnote 98 v čase dotyku. V čase rolovania sa držal od 88 po 95 .

V priloženom obrázku predstavuje modrá krivka opäť priebeh pulzovej frekvencie. V toto prípade sú oranžovou farbou vyznačené maximálne namerané hodnoty počas vzletu. Všetky maximálne hodnoty počas celého letu, boli namerané práve buď počas vzletu, alebo pristátia. Modrou farbou zas maximálne namerané hodnoty počas pristátia. Zelená farba vyznačuje minimálne hodnoty zaznamenané od vzletu po pristátie. Šedé krivky rýchlosti (plná krivka) a nadmorskej výšky (prerušovaná krivka) je potrebné aj v tomto prípade brať len ako približné.



Obrázok 23 Priebeh pulzovej frekvencie počas 2. letu



Obrázok 24 GPS záznam 2. letu

Čas letu aj s rolovaním	35min
Počet vzletov a pristátí	4
Priemerná pulzová frekvencia	101
Najnižšia pulzová frekvencia	84
Najvyššia pulzová frekvencia	124

Tabuľka 8 Základné údaje 2. letu

Subjektívne zhodnotenie

Z nameraných výsledkov je pomerne jasné, ktoré fázy letu pôsobili ako viac a ktoré ako menej stresové. Zároveň je viditeľné ako s opakovaním úkonov klesalo aj pôsobenie stresu. Pri prvom pokuse meranie preukázalo pomerne vysokú hodnotu pulzu ešte pred samotným štartom. Cítil som jemnú nervozitu z pomerne silného vetru. Pokiaľ porovnáme hodnoty prvého a tretieho vzletu, teda vtedy keď sa lietadlo rozbíhalo z nulovej rýchlosti a na vykonanie potrebných úkonov bolo dostatok času, je badateľné že prvý vzlet pôsobil o niečo viac stresujúco než ten tretí. Môžem povedať, že som počas tretieho vzletu pociťoval na sebe väčší klúd, nakoľko išlo už o opakovanú situáciu a vedel som čo mám očakávať.

Pri vzlete po letnom pristátí sa na mojom zvýšenom pulze určite podpísala istá časová tieseň, kedy bolo pred samotným vzletom potrebné urobiť niekoľko úkonov. Druhý opakovaný pokus som sa cítil už mierne kludnejší. Pri pristátiach je možné badať podobnú tendenciu ako pri vzletoch. Ako najviac stresové pôsobilo určite to prvé, čo sa odrazilo aj na pulze. Pri druhom a tretom pokuse počas ktorých sú namerané hodnoty veľmi podobne som sa cítil o niečo kludnejší.

Najnižší pulz počas posledného štvrtého pokusu dosvedčuje že vďaka opakovaniam som situáciu prežíval s o dosť nižšou nervozitou k čomu podľa môjho pohľadu dopomohol aj pocit, že po pristátí ma už čaká len bezpečne dorolovať pred hangár. Ako ďalší do istej miery stresový faktor sa v tomto prípade preukázala aj komunikácia s okolitou prevádzkou, kedy sa vždy počas prijatia informácií pulz jemne zvýšil. Pripisujem to zvýšenej pozornosti počas sledovania okolia a zároveň opatrnosti z dodržania bezpečnej vzdialenosti.

Najväčšiu mieru nervozity, či stresu som opäť pociťoval počas prvého vzletu ale aj počas vzletov ktoré prebehli počas letných pristátí. Opäť je možné zhodnotiť, že namerané hodnoty preukázali vplyv stresu na zmenu pulzu.

4.3.4 Let v riadenom vzdušnom priestore

Pre tretí let bola vybratá trať z letiska LZIB na letisko LZPT. Let prebiehal z riadeného medzinárodného letiska cez tri riadené priestory, ako stresový faktor teda pôsobila:

- Komunikácia s ATC

Meteorologická situácia

Pre zistenie priblíženie meteorologickej situácie na letisku LZIB je priložená správa METAR. Čas odletu bol o 15:00 a v tomto čase prevažoval na letisku severný vietor zo smeru 350 o rýchlosti 16 knotov (8m/s) s nárazmi 27 knotov (14m/s). Ďalšie údaje ktoré je z tejto správy možné vyčítať, je že viditeľnosť aj oblačnosť je pre let priaznivá, teplota 21°C, rosný bod 5°C, tlak 1012hPa a výrazná zmena počasia sa nepredpokladá. Grafické informácie o počasí v LZPT v tomto prípade nie sú k dispozícii, no počasie bolo podobné ako v Bratislave s rozdielom nižších hodnôt vetra.

METAR LZIB 021300Z 35017G27KT CAVOK 21/05 Q1012 NOSIG=

Obrázok 25 Správa METAR počas 3.letu

Priebeh a namerané hodnoty

Meranie bolo spustené tesne pred spojením sa s ATC pre získanie povolenia k letu. Hneď na začiatku je nameraný pulz 110 úderov za minútu. Počas prvého ohlásenia sa na riadiacu vežu vystúpil na 123 a táto hodnota sa držala počas celej dĺžky prvotnej komunikácie. Následne opäť klesla a zas sa zvyšovala podľa obdržovania pokynov od ATC. Po obdržaní povolenia k letu klesla hodnota na 106-109 úderov, no následne opäť jemne stúpala počas prijímania pokynov pre rolovanie na hodnoty 113-115. Počas rolovania sa frekvencia postupne zvyšovala a v momente vstupu na dráhu vzletu bol pulz 119 úderov za minútu.

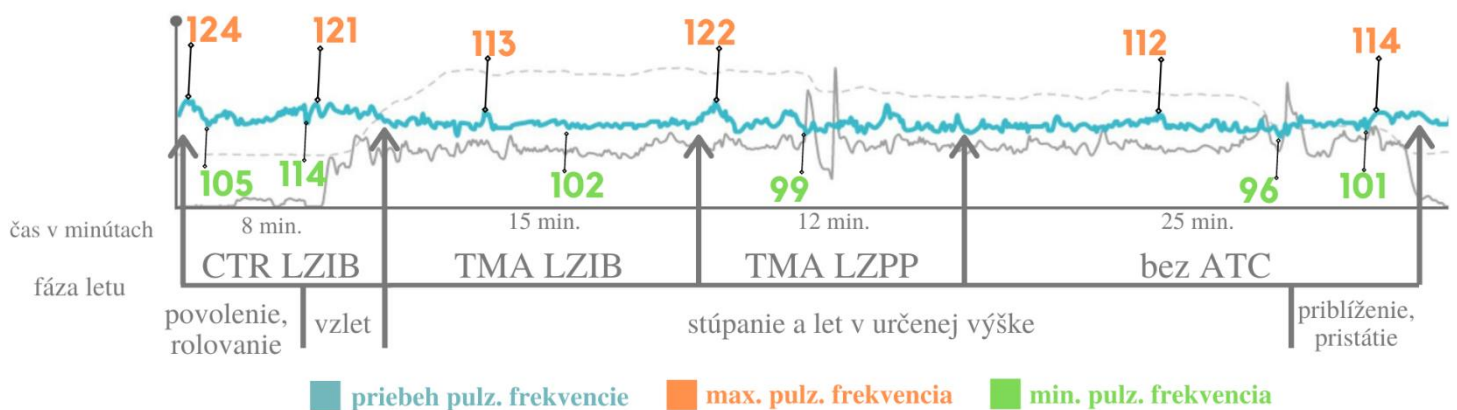
Vzlet bol povolený z dráhy 04, čo znamenalo že na lietadlo pôsobil pomerne silný bočný vietor. Frekvencia pulzu sa počas štartu zvýšila už len o dva údery a po vzlete kolísala v hodnotách 113-120. Po nastúpaní približne 400 metrov sa začala pomaly znižovať a pohybovala sa medzi 100-107 až do momentu vstupu do druhého riadeného priestoru, v ktorom bolo potrebné znova nadviazať komunikáciu s riadením letovej prevádzky.

Pulz sa opäť jemne zvýšil na 113 úderov a po odkomunikovaní potrebných informácií sa vrátil naspäť na hodnoty 100-107. Tento priebeh pokračoval nasledujúcich 15 minút letu a výrazne sa zvýšil počas ďalšieho vstupu do posledného, tretieho riadeného priestoru.

V danom momente sa chvíľkovo zvýšil až na 122 a následne jemne klesal. Počas preletu týmto priestorom pulz najvýraznejšie stúpал a klesal medzi hodnotami 100-120. Po opustení posledného riadeného priestoru sa pulz pomerne ustálil a prakticky sa držal medzi 100-106 údermi za minútu až do fázy priblíženia a pristávania na letisku LZPT.

Na finále dráhy 07 až do samotného pristátia lietadla sa frekvencia zvýšila na hodnoty 110-114 a počas rolovania pred hangár klesla na 105.

V priloženom obrázku je opäť možné vidieť na modrej krivke priebeh pulzovej frekvencie počas merania, v tomto prípade s maximálnymi hodnotami (oražová farba) a minimálnymi hodnotami (zelená farba) pulzovej frekvencie počas rôznych fáz letu. Šedé krivky hodnôt rýchlosti (plná krivka) a výšky (prerušovaná krivka) sú brané aj v tomto prípade len ako približné.



Obrázok 26 Priebeh pulzovej frekvencie počas 3. letu



Obrázok 27 GPS záznam z letu

Čas letu aj s rolovaním	65min
Počet vzletov a pristátí	2
Priemerná pulzová frekvencia	106
Najnižšia pulzová frekvencia	96
Najvyššia pulzová frekvencia	124

Tabuľka 9 Základne údaje 3. letu

Subjektívne zhodnotenie

Opäť je možné povedať, že namerané výsledky dokázali odzrkadliť mieru prežívaného stresu. Vyššie namerané hodnoty počas komunikácie a rolovania sú výsledkom zvýšených stresových faktorov ktoré na mňa v danú chvíľu pôsobili. Pulz bol najväčší rovnako ako miera nervozity v momentoch, kedy som musel predávať pracovisku riadenia celú informáciu o mojom umýsle. Nakoľko moje skúsenosti s rolovaním a komunikáciou na riadených letiskách nie sú veľké, obával som sa aby som sa nedopustil žiadnej chyby.

Ako istý stresový faktor pôsobilo na mňa každé volanie riadiacemu letovej prevádzky a taktiež spätné prijímanie informácií. Tento fakt je dobre viditeľný pri prelete tretím riadeným priestorom kedy komunikácia s ATC bola častejšia, nakoľko dané stredisko riadenia nedisponovalo radarom a muselo si informácie o polohe pravidelne žiadať.

Počas celého letu som sa ale ani raz výrazne psychicky neuvoľnil nakoľko celý let bol stresovo mierne náročný. Ako stresové faktory ktoré na mňa pôsobili považujem malú skúsenosť s podobným typom letov, častá komunikácia a monitorovanie frekvencie, pravidelné sledovanie mapy a kontrola dodržania kurzu a výšky, Tieto faktory sa tým pádom odzrkadlili aj na tom, že pulzová frekvencia počas celého letu neklesla pod 96 úderov za minútu, čo je o 10 úderov viacej ako predchádzajúcom lete po okruhu. Celková pulzová frekvencia za celý let je tým pádom o niečo vyššia a to 106 úderov za minútu.

ZÁVĚR

Všadeprítomný stres dokáže výrazne ovplyvniť ľudskú výkonnosť a v krajnom prípade aj zdravie. V leteckom prostredí to platí obzvlášť nakoľko sú piloti pravidelne vystavovaní stresovým situáciám. Miera tohto stresu závisí na povahe situácie čo obzvlášť platí v momentoch v ktorých sa ocitne človek prvýkrát. V takýchto prípadoch dokáže byť stres výrazne citel'ný. Nie vždy si ale jeho prítomnosť plne uvedomujeme, zvlášť ak ide o naučené situácie s ktorými sa stretávame pravidelne. Množstvo odborných prác ktoré sa meraním, či samotným vplyvom stresu zaoberali dokazuje záujem o túto tému.

Hlavným cieľom tejto práce bolo navrhnuť a následne overiť indikátory stresu ktoré sa prejavujú u pilotov počas stresových situácií za letu. V prvej kapitole sa rozoberá jeho zadefinovanie a to ako a kde vzniká. Druhá kapitola popisuje vplyv stresu v leteckom prostredí a na samotnú výkonnosť pilota. V tretej kapitole prebehol návrh fyziologických indikátorov na základe ktorých by bolo možné stres u človeka merať.

Výsledok je preukázateľný v poslednej časti tejto práce v ktorej boli realizované tri experimentálne merania pričom sa v každom z nich dokázalo, že meranie hladiny stresu je možné a pomerne jednoduché. Bežne dostupným zariadením, v tomto prípade hrudným pásom, bolo možné preukázať výraznejšie zmeny v náraste pulzovej frekvencie počas stresových situácií. V prípade použitia profesionálnych lekárskeho zariadení by boli namerané výsledky zrejme o niečo presnejšie no v tomto prípade bolo zvolené zariadenie plne dostačujúce a s výsledkami je možné prípadne ďalej pracovať.

Dôležitú úlohu v konečnom hodnotení zohráva aj subjektívny pohľad osoby, na ktorej sa meranie uskutočnilo. Pri analýze výsledkov je vhodné porovnávať namerané hodnoty s jeho subjektívnymi pocitmi v danej chvíli.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

1. ROBERT, ROZENBERG. *Poznávacie (kognitívne) procesy*. Košice : s.n.
2. LAJDOVÁ A, LIPTÁKOVÁ. *Ošetrovatel'stvo I*. Trnava : Fakulta zdravotníctva a socialnej práce Trnavskej univerzity v Trnave , 2013.
3. H., SELEY. *Stress of Life* . US : McGraw Hill Eductaion Europe, 1978.
4. R.S., LAZARUS. *Psychological Stress and the Coping Process*. New York : McGraw Hill, 1966.
5. V., HOŠEK. *Psychologie odolnosti*. Praha : Karolinum.
6. FOLKSMAN, S a LAZARUS, R S. *An Anaysis of Coping in a Middle-Aged Community Sample*. Berkeley : University of California, 1980.
7. HOLAHAN, C J a MOOS, R H. *Personal and contextual determinants of coping strategies*. 1987.
8. STOKES, F A a KITTE, K. *Flight stress: Stress, Fatigue, and Performance in Aviation*. 1994.
9. GERBERT, K. *Kurzer Abriss der Flugpsychologie. Kompendium der Flugmedizin Generalarzt der Luftwaffe*. s.l. : Flugmedizinisches Institut der Luftwaffe, 2006.
10. DZIAKOVA, O. *Vojenská psychologie*. 2009. ISBN 978-80-7387-156-7.
11. PETRIE, K J a DAWSON, A G. *Symptoms of Fatigue and Coping Strategies in International Pilots*. 1997.
12. VÁGNER, J, a iní. *Fatigue and Stress Factors Among Aviation Personnel*. s.l. : Letecká fakulta Technickej univerzity v Košiciach, 2018.
13. Darke, S. *Anxiety and Working Memory Capacity, Cognition and Emotion vol. 2*. 1988.
14. STOKES, A F. *Flight Managment Training and Research using a Microcomputer Flight Decision Simulator*. 1991.
15. ORASANU, J. *Decision Making in the Cockpit*. 1992.
16. MULLEN, B a GOETHALS, G R. *Theories of Group Behavior*. New York : Springer - Verlag, 1987.
17. CLOTHIER, C. *Behavioral differences in advanced technology and standard aircraft*. Columbus : Ohio State University, 1991.
18. RABY, M a WICKENS, C D. *Planning and scheduling in flight workload management*. Santa Monica, California : s.n., 1990.
19. HOCKEY, G J. *Effects of oud noise on attentional selectivity, Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 1970.
20. *Complexities in life stress-dysfunction relationships: a case in point - tension headache*. HOVANITZ, C A, CHIN, K a WARM, J S. 1989.
21. Wiegman, D a Schapelle, S. *A human error approach to aircraft accident analysis: The human factors analysis and classification system*. UK : s.n.
22. *Boo! : Culture, experience and the startle reflex*. SIMONS, R C. USA : Oxford University Press, 1996.
23. MARTIN, L W, MURRAY, S M a BATES, R P. *The Effects of Statle on Pilot During Critical Events*. Brisbane, Australia : Griffith University Aerospace, 2012.

24. KHACHATUR'YANTS, L a GRIMAK, L. *Cosmonaut's Emotional Stress in Space Flight*. s.l. : NASA, 1972.
25. *Effect of experimentally induced stress on vocal parameters*. TOLKMITT, F J a SCHERER, K R. 1986.
26. WANTA, W a LEGGETT, D. *Hitting pay dirt: capacity theory and sports announcers "use of cliches"*. 1988.
27. VIŠŇOVCOVÁ, Z a TONHAJZEROVÁ, I. *Biomedicínsky princíp a využitie elektrodermálnej odpovede v klinickej praxi*. Martin : Ústav fyziológie, Jesseniova Lekárska Fakulta Univerzity Komenského.
28. HERBORN, K A, a iní. *Skin temperature reveals the intensity of acute stress*. 2015.
29. DAHLSTROM, N, a iní. *Recording of Psychophysiological Data During Aerobic Training*. 2011.
30. MIERTO VÁ, M, KURČA, E a TOMAGOVÁ, M. *Ošetrovatel'stvo v neurológii*. s.l. : Univerzita Komenského Bratislava Jesseniova lekárska fakulta v Martine, 2014.
31. BARTUŇKOVÁ, S. *Stres a jeho mechanismy* . Praha : Univerzita Karlova v Praze, Karolinum, 2010. ISBN 987-802-4618-746.
32. LUIJCKS, R, a iní. *Experimentally INDuced Stress Validated by EMG Acitivity*. 2014.
33. ROSCOE, A H. *Heart rate monitoring of pilots during steep gradient approaches* . 1975.
34. ZWAGA, H G. *Psychophysiological Reactions to Mental Tasks: Effort or Stress?* 1973.
35. STEVEN, I. *How to Avoid Cognitive Tunneling and Make Better Business Decisions*.

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK

VFR – Visual Flight Rules

ATC – Air Traffic Control

EEG - Electroencephalography

EKG- Electrocardiography

EMG - Electromyography

DH – Decision Height

VMC - Visual Meteorological Conditions

PPL(A) - Private Pilot License (Aircraft)

CPL(A) - Commercial Pilot License (Aircraft)

LSA - Light-sport aircraft

ICAO - The International Civil Aviation Organization

LZPT – Letisko Malé Bielice - Partizánske

LZIB – Letisko M.R. Štefánika v Bratislave

ATZ - Aerodrome Traffic Zone

GPS - Global Positioning System

ZOZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKOV

Obrázok 1 Veľkosť pracovnej záťaže počas fáz letu.....	18
Obrázok 2 Yarkes-Dodsonov zákon	19
Obrázok 3 Priebeh telesnej teploty človeka v priebehu dňa	25
Obrázok 4 Schéma rozhodovacieho procesu	28
Obrázok 5 Predstava kognitívneho snímania.....	31
Obrázok 6 Schéma myšlienkových procesov počas zľaknutia sa.....	35
Obrázok 7 Výška v ktorej piloti začali postup nevydareného priblíženia	36
Obrázok 8 Namerané hodnoty pulzovej frekvencie pri štyroch rôznych uhloch kles. ...	48
Obrázok 9 Namerané hodnoty pulzovej frekvencie pri rôznych uhloch priblíženia	48
Obrázok 10 Vekové kategórie pilotov zapojených do dotazníka	51
Obrázok 11 Hodinový nálet pilotov zapojených do dotazníka.....	51
Obrázok 12 Typy licencií pilotov zapojených do dotazníka	52
Obrázok 13 Stres počas komunikácie s ATC.	54
Obrázok 14 Stres v prítomnosti pasažiera.	54
Obrázok 15 Upevnenie hrudného pásu	55
Obrázok 16 Cruiser PS-28	56
Obrázok 17 Letiskový okruh	58
Obrázok 18 Frekvencia počas relaxácie, hodnoty sú uvedené v úderoch za minútu.....	59
Obrázok 19 Predpoveď rýchlosti a nárazov vetra počas 1. letu	60
Obrázok 20 Priebeh pulzovej frekvencie počas 1. letu.....	61
Obrázok 21 GPS záznam 1. letu	61
Obrázok 22 Predpoveď rýchlosti, nárazov a smeru vetra počas 2. letu.....	63
Obrázok 23 Priebeh pulzovej frekvencie počas 2. letu.....	65
Obrázok 24 GPS záznam 2. letu	65
Obrázok 25 Správa METAR počas 3.letu	67
Obrázok 26 Priebeh pulzovej frekvencie počas 3. letu.....	68
Obrázok 27 GPS záznam z 3. letu	69

ZOZNAM POUŽITÝCH TABULIEK

Tabuľka 1 Fázy letu a miera pôsobiaceho stresu	52
Tabuľka 2 Stresové situácie a miera pôsobiaceho stresu.....	53
Tabuľka 3 Základne údaje o lietadle Cruiser PS-28	56
Tabuľka 4 Základné údaje 1. letu	62
Tabuľka 5 Základné údaje 2. letu	66
Tabuľka 6 Základne údaje 3. letu	69