



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ V PRAZE**

**FAKULTA DOPRAVNÍ**

Kristýna Sekničková

**VLIV NOČNÍCH LETŮ NA VÝKONNOST PILOTA**

Bakalářská práce

**2018**

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
Fakulta dopravní  
děkan  
Konviktská 20, 110 00 Praha 1



**K621..... Ústav letecké dopravy**

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE** (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Kristýna Sekničková**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**B 3710 – PIL – Profesionální pilot**

Název tématu (česky): **Vliv nočních letů na výkonnost pilota**

Název tématu (anglicky): The Influence of Night Flights on Pilots Performance

### **Zásady pro vypracování**

Při zpracování bakalářské práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Biologické hodiny člověka
- Fyziologické aspekty nočních letů
- Základní chyby pilotů při nočním létání
- Letecké nehody
- Experimentální část na leteckém simulátoru



- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího bakalářské práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Petra Vágnerová - Biorytmy  
Alexander Samuel, Hans-Martin Wegmann and Martin Vejvoda - Aircrew fatigue in long-haul operations  
The Aviation Herald

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Anna Polánecká, Ph.D., MBA**

Datum zadání bakalářské práce: **20. října 2017**  
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **27. srpna 2018**  
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia  
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

Ing. Jakub Kraus, Ph.D.  
vedoucí  
Ústavu letecké dopravy



prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek, dr. h. c.  
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

Kristýna Sekničková  
jméno a podpis studenta

V Praze dne ..... 20. října 2017

## **Poděkování**

Na tomto místě bych ráda poděkovala všem, kteří mi poskytli podklady pro vypracování této práce. Zvláště pak děkuji Ing. Anně Polánecké, Ph.D., MBA za odborné vedení a konzultování bakalářské práce a za rady, které mi poskytovala po celou dobu mého studia.

Dále bych ráda poděkovala svým spolužákům a kamarádům pilotům z jiných ročníků i škol za spolupráci během experimentu na letovém simulátoru. Moji vinou byli připraveni o noc klidného spánku.

V neposlední řadě je mou milou povinností poděkovat svým rodičům a blízkým za morální a materiální podporu, které se mi dostávalo po celou dobu studia.

## **Prohlášení**

Nemám závažný důvod proti užívání tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon)

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze, dne

.....

Kristýna Sekničková

# ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ V PRAZE

## Fakulta Dopravní

### VLIV NOČNÍCH LETŮ NA VÝKONNOST PILOTA

Bakalářská práce

Srpen 2018

Kristýna Sekničková

#### **ABSTRAKT**

Předmětem bakalářské práce „Vliv nočních letů na výkonnost pilota“ je rozbor faktorů snižující výkonnost pilota, konkrétně nočního létání neboli létání v době největšího útlumu lidského těla a přímé porovnání účinků pomocí praktického experimentu za účasti pilotů ve výcviku. Experiment zahrnuje vyhodnocení přesnosti udržování zadaných parametrů během vyhodnocovaného letu.

#### **ABSTRACT**

This bachelor thesis „The Influence of Night Flights on Pilots Performance“, discusses factors which have negative impact on the performance of the crew. It focuses on the impact of night flying, since during this time the human body is the most attenuated. This thesis also directly compares the effects using a practical experiment, which used student pilots as subjects. The experiment includes the evaluation of accuracy in maintaining instructions from the simulated ATC during a simulated flight.

#### **KLÍČOVÁ SLOVA**

Lidská výkonnost, biorytmy, letectví, noční létání, iluze, letový simulátor

#### **KEYWORDS**

Human performance, biorhythms, aviation, night operations, illusion, flight simulator

# OBSAH

## Obsah

1	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....	7
2	ÚVOD .....	9
3	BIORYTMY .....	10
3.1	CIRKADIÁNNÍ BIORYTMY .....	10
3.2	MELATONIN.....	11
3.2.1	PŘÍRODNÍ MELATONIN .....	12
3.2.2	MELATONIN V POTRAVINÁCH.....	12
3.2.3	MELATONIN JAKO DOPLNĚK STRAVY .....	13
3.3	ORGÁNOVÉ HODINY .....	14
3.4	SPÁNEK.....	16
3.4.1	REM SPÁNEK .....	17
3.4.2	NREM SPÁNEK .....	17
3.4.3	PORUCHY SPÁNKU .....	18
3.5	JET LAG.....	20
4	NOČNÍ LETY .....	21
4.1	NOČNÍ VIDĚNÍ .....	21
4.2	VYBAVENÍ PILOTA.....	24
4.3	OSVĚTLENÍ LETOUNU.....	25
4.3.1	SHRNUTÍ OSVĚTLENÍ LETOUNU .....	25
4.4	OSVĚTLENÍ LETIŠTĚ .....	26
4.4.1	DRUHY LETIŠTNÍHO OSVĚTLENÍ .....	27
5	ILUZE A CHYBY PILOTŮ .....	30
5.1	„THE BLACK HOLE APPROACH“ .....	30
5.2	AUTOKINEZE.....	31
5.3	FALEŠNÝ HORIZONT.....	31
5.4	OSVĚTLENÍ DRÁHY .....	31
5.5	SVAŽUJÍCÍ SE TERÉN .....	32

5.6	ŠIROKÁ DRÁHA .....	32
5.7	SRÁŽKY .....	32
5.8	SHRNUTÍ .....	32
6	LETECKÉ NEHODY .....	33
6.1	6. února 2007, North Caicos British West Indies .....	33
6.2	2. října 1996, Lima (Peru) .....	34
7	POROVNÁNÍ VÝKONNOSTI PILOTA .....	35
7.1	POPIS PROVEDENÍ EXPERIMENTU .....	36
7.1.1	Popis experimentálního letu:.....	36
7.2	SLOVNÍ KOMENTÁŘ VÝSLEDKŮ EXPERIMENTU .....	38
7.2.1	PILOT 1 .....	39
7.2.2	PILOT 2 .....	42
7.2.3	PILOT 3 .....	45
7.2.4	PILOT 4 .....	49
7.2.5	PILOT 5 .....	52
7.2.6	PILOT 6 .....	55
7.2.7	PILOT 7 .....	59
7.2.8	PILOT 8 .....	62
7.2.9	PILOT 9 .....	65
7.2.10	PILOT 10 .....	68
7.3	VYHODNOCENÍ EXPERIMENTU .....	71
7.3.1	ČÁST 1 – CELKOVÁ TRATĚ .....	71
7.3.2	ČÁST 2 – ZATÁČKA O NÁKLONU 45° .....	73
7.3.3	ČÁST 3 – PŘIBLÍŽENÍ.....	75
7.3.4	ČÁST 4 – RACETRACK .....	77
7.3.5	ČÁST 5 – PŘIBLÍŽENÍ OKRUHEM A PŘISTÁNÍ .....	80
7.3.6	URČENÍ CELKOVÉHO ZHORŠENÍ JEDNOTLIVCŮ .....	83
8	ZÁVĚR .....	85
9	POUŽITÉ ZDROJE .....	86

10	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	88
11	SEZNAM TABULEK .....	90



# 1 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

DMT – dimethyltryptamin

SCN – suprachiasmatické jádro

USA – United States of America

REM – Rapid eye movement

NREM – No rapid eye movement

SWS – slow wave sleeping

LED – light emitting diode

FT – feet

KTS - knots

FL – flight level

AIP – Aeronautical Information Publication

NOTAM – Notice to Airmen

PAPI – Precision Approach Path Indicator

OCH – obstacle clearance height

CAT – category

RWY – runway

LVO – low visibility operations

CFIT – controlled flight into terrain

NM – nautical mile

VMC – visual meteorological conditions

CVR – cockpit voice recorder

GPWS – ground proximity warning systém

ČVUT – České Vysoké Učení Technické

TAS – true airspeed

VFR – visual flight rules

IFR – instrument flight rules

NDB – non directional radio beacon

VOR – VHF omni directional radio range

NER – Neratovice VOR

ILS – instrument landing system

DCT – direct

ATC – Air Traffic Control

GUMPS – Gas, Undercarriage, Mixture, Propeller, Switches

RVR – Runway visual range

DME – distance measuring equipment

VLOC – VOR and Localizer

NAV – Navigation

GPS – Global Positioning system

## 2 ÚVOD

Touha po létání byla v lidech už od samého začátku. Spoustu let byly ale pokusy o vzlet neúspěšné. První stroj vyrobený člověkem, který se dokázal vznést byl horkovzdušný balón který v roce 1783 vypustili bratři Montgolfierové. První let opravdového letounu se uskutečnil až v roce 1903. Byl to letoun Flyer I, který sestrojili bratři Wrightové.

Prakticky během necelých 120 let se letectví vyvinulo téměř k dokonalosti. Pro lidstvo je v dnešní době naprostou samozřejmostí. Pro některé lidi představuje pouze nudnou rutinu, ale pro spoustu lidí je létání nepostradatelná část života. Dříve se létalo jen ve dne a za VFR podmínek, letouny neměly dostatečné vybavení pro let podle přístrojů. Dnes je ale situace zcela jiná. Letadla jsou téměř dokonalá a samotný let je bezpečný i v případě, kdy pilot nemá vizuální reference.

Počet letadel ve vzduchu s každým dnem stoupá. Z toho důvodu je nezbytný i noční provoz, jinak by nebylo možné letadla do vzduchu naskládat. Nabízí se ale otázka, zdali je výkonnost pilota stejná jak ve dne, tak v noci. Člověk není uzpůsobený na noční život, jeho orgánové hodiny jsou nastaveny na poklidný noční spánek.

Během mého studia na vysoké škole a leteckého výcviku jsem se mnohokrát dostala do situace, kdy jsem musela vstávat v brzkých ranních hodinách. Celý den jsem se pak cítila znatelně hůř. I přes to, že jsem kolikrát šla spát opravdu brzy večer, na mém následujícím pocitu nevyspání a mrzutosti se nic nezměnilo. Napadlo mě, že výkonnost člověka nemusí záležet na tom, jak dlouho spí, ale v jakou denní dobu spí a v kolik hodin ráno vstává. Právě tyto skutečnosti mě inspirovaly k výběru tématu, které si klade za cíl porovnat výkonnost člověka ve dne a v noci pomocí praktického experimentu za účasti dobrovolníků, pilotů ve výcviku.

Tato práce má v úmyslu poukázat na možné hrozby spojené s pravidelným narušováním spánkových rytmů člověka. Těmito hrozbami se rozumí ztráta koncentrace, pomalejší reakce, poruchy spánku a celkové narušení psychické pohody člověka.

Za zkoumaný parametr během experimentu byla zvolena přesnost pilotáže v jednotlivých fázích letu. Po dobrovolnících bylo požadováno co nejpřesnější držení stanovených výšek a rychlostí. Vyhodnocení dále obsahuje slovní komentář a popis chování a nálady pilota během letu.

## 3 BIORYTMY

Biorytmy, někdy také nazývány jako biologické hodiny, jsou pozorovaným fenoménem života všech organismů. Jsou to periodické změny fyziologických, biochemických a behaviorálních aktivit organismu při přizpůsobování se změnám prostředí. Studium biorytmů se zabývá chronobiologie, věda, která se tyto poznatky snaží převést do praxe.

Všechny biologické procesy jsou výsledkem adaptace organismů do jejich prostředí, a proto jsou ovlivněny různými druhy faktorů, jedním z nich jsou rytmické pohyby Země.

Nejdůležitější pohyby Země jsou obíhání kolem Slunce a rotace kolem vlastní osy. Otáčení Země vůči Slunci ovlivňuje a řídí všechny činnosti života na Zemi, protože Slunce je zdroj energie všech živých organismů.

U lidí se biologické hodiny projevují jako opakující se fyziologické a biochemické procesy, mezi ně patří hlavně srdeční puls, tělesná teplota, krevní tlak, psychická síla a emoce. Biologické hodiny hrají podstatnou roli v lidském zdraví. Dlouhodobé porušování těchto rytmů může vést k nespavosti, únavě, depresím, a dokonce až k rakovině. Lidé by si měli správně plánovat své aktivity, aby měli lepší odpočinek, a aby zlepšovali své fyzické a psychické zdraví.

Biorytmy se dělí na cirkadiánní, infradiánní a ultradiánní. Cirkadiánní biorytmy probíhají ve 24 hodinovém intervalu, infradiánní jsou kratší (srdeční činnost) a ultradiánní jsou delší (měsíční, roční, atd). [2]

### 3.1 CIRKADIÁNNÍ BIORYTMY

Cirkadiánní biorytmy probíhají v intervalu 24 hodin. Termín circadian pochází z latinského „circa“, což znamená „kolem“ a „diem“, což znamená „den“.

Tento rytmus je řízen změnami koncentrace melatoninu, hormonu produkovaného v epifyze. Synchronizátorem celého procesu je sluneční svit zachycený sítnicí. Ve tmě se aktivita v nervových vláknech zvyšuje, až dosáhne maxima kolem subjektivní půlnoci. Světlo naopak snižuje množství vzruchů, které do epifyzy dorazí, a syntéza melatoninu klesá. Epifyza dokáže pracovat i nezávisle na vnějším synchronizátoru. Pokud je jedinec dlouhodobě v tmavém prostředí, bez přístupu světla, nastaví se perioda rytmu sama zhruba na 23 hodin. Takhle to funguje i v opačném případě, a to, když je člověk vystaven dlouhodobému světlu, např. polární den.

Mezi projevy cirkadiánních rytmů nepatří jen střídání bdění a spánku, ale také změny tělesné teploty, krevního tlaku, počtu bílých krvinek, sekrece některých hormonů, příjmu potravy, chování či emocí. [2]

### 3.2 MELATONIN

Melatonin je hormon produkovaný epifýzou a řídí spánek a bdělost u živých organismů. Nachází se ve většině zvířat i rostlin. Stejně jako ostatní hormony je zodpovědný za řadu procesů, které se v našem těle dějí. [6]

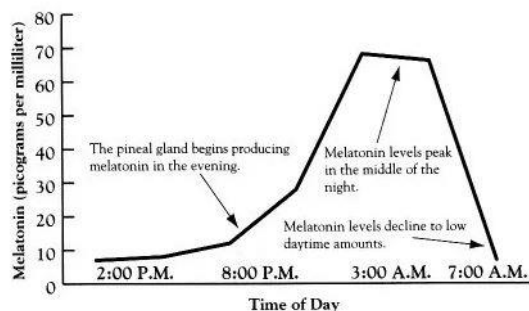
Epifýza neboli šišinka mozková, je žlázou, která se nachází v našem mozku. Jedná se o malý nepárový orgán o velikosti fazole. Šišinka produkuje mimo melatonin i endogenní halucinogen DMT (dimethyltryptamin). V některých kulturách byla šišinka označována jako „třetí oko“ a považována za hlavní sídlo ducha. [8]

Když melatonin opouští epifýzu, váže se na receptory v suprachiasmatickém jádru nebo jádrech. Suprachiasmatická jádra (SCN) jsou sídlem centrálního oscilátoru savců, zodpovědného za kontrolu a koordinaci cirkadiánních rytmů v celém těle. Jedná se o párovou strukturu v hypotalamu, umístěnou těsně nad křížením optických nervů a sestávající se z cca 20 000 neuronů. [9] Melatonin se tedy naváže na receptory v SCN, tím se zpomalí spouštěcí frekvence, snižuje se úroveň vzrušení v neuronech a pro tělo to signalizuje nástup období spánku. V těle s typickým spánkovým rytmem toto nastává zhruba 14 až 16 hodin po probuzení. [6]

Cyklus melatoninu funguje zhruba opačně než cyklus teploty těla. V pozdním odpoledni a brzy večer je teplota těla nejvyšší a produkce melatoninu je nejnižší. Naopak, brzy ráno je tělesná teplota nejnižší a produkce melatoninu nejvyšší. Produkce melatoninu během dne je zakreslena na grafu na Obrázku 1.

U lidí a jiných denních živočišných druhů se sekrece melatoninu vyskytuje během hodin spánku, na rozdíl od nočních zvířat, které jsou při produkci melatoninu ve špičce své aktivity.

Mozek produkuje melatonin přirozeně. Malé množství tohoto hormonu se také nachází v potravinách a víně. V posledním případě se dá koupit v lékárně jako doplněk stravy. [6]



Obrázek 1 Produkce melatoninu během dne [6]

### 3.2.1 PŘÍRODNÍ MELATONIN

Melatonin je produkován epifýzou. Epifýza je mimo hematoencefalickou bariéru. Hematoencefalická bariéra je označení pro bariéru, která odděluje vnitřní prostředí mozku obratlovců od cévního systému v těle a umožňuje jen omezený transport látek mezi mozkovou tkání a krví.

Epifýza převádí aminokyselinu tryptofan na biologicky aktivní látku serotonin a tu v těle udržuje po celou dobu světla. Když začne tma, tělo začne uvolňovat noradrenalin, což způsobuje, že serotonin začíná být zpracováván enzymy. Výsledná sloučenina je melatonin, která vstupuje do mozkomíšního moku a krevního řečiště.

Melatonin je rozpustný v tucích a připojuje se na krevní plazmu, což je způsob jeho transportu po těle. Jeho rozpustnost v tucích mu pomáhá procházet buněčnou membránou. Melatonin je nakonec rozložen v játrech, jeho malá část bývá odstraněna ledvinami. [6]

### 3.2.2 MELATONIN V POTRAVINÁCH

Melatonin je přítomen v potravinách jako jsou brambory nebo třeba rajčata. Bohužel ale jen ve velmi nízkých hladinách, a proto nelze tyto potraviny považovat za plnohodnotný zdroj tohoto hormonu. Ukázalo se ale, že konzumace vlašských ořechů zvyšuje hladinu melatoninu v krvi a ořechy, jako jsou mandle, v sobě mohou mít dostatek melatoninu k ovlivnění cirkadiálních rytmů u člověka.

Jsou potraviny, které jsou bohaté na tryptofan a tím napomáhají tvorbě serotoninu a tím i melatoninu v těle. Jsou to převážně: banány, ovesné vločky, ananas, pomeranče, višně a už zmiňované ořechy.

Melatonin se v malém množství vyskytuje i ve víně. Tím se vysvětluje to, že lidé rádi relaxují právě nad sklenkou tohoto nápoje. Italští vědci zjistili, že tento hormon vzniká právě při zraní hroznů. [6]

### **3.2.3 MELATONIN JAKO DOPLNĚK STRAVY**

Tyto doplňky stravy nabízejí vysoké hladiny melatoninu a dokáží ovlivňovat vzorce spánku. Mohou být užitečné pro úpravu vnitřních biologických hodin a díky tomu se dají léčit poruchy spánku, jako jsou nespavost, jet lag, či dokonce deprese.

Tyto látky jsou k dispozici v lékárnách ve formě gelu či tablet. Jsou to buď synteticky vyrobené látky nebo je to přirozený melatonin živočišného původu.

Velkým problémem těchto doplňků stravy je skutečnost, že jejich výroba probíhá bez bezpečnostních kontrol, stejně jako výroba drog. Ve většině evropských zemí je melatonin lékem na předpis, ale v USA je brán pouze jako doplněk stravy. A právě doplňky nepodléhají předpisům o čistotě výroby jako ostatní léky. Množství látky se v každé dávce může lišit, dokonce i když je to od stejného výrobce. Problém je také v tom, že je to hormon. Estrogen nebo testosteron si volně koupit nemůžete, ale melatonin je „maskován“ pouze jako doplněk, a proto je přístupný na volném trhu. [6]

V České republice může člověk získat přípravky s obsahem melatoninu pouze na předpis. Léčivý účinek melatoninu byl vědecky dokázán, proto byl zařazen mezi léky, nikoliv mezi doplňky stravy.

Někteří slepí lidé používají tyto doplňky, aby jim pomohli dosáhnout stejných spánkových rytmů jako lidé, kteří dokáží vnímat sluneční světlo. To se ale nedoporučuje u slepých mladistvých, protože melatonin je hormon a může se stát, že nepříznivě ovlivní dospívání a pubertu jedinice. [6]

Letové posádky občas melatonin používají, aby se lépe vyrovnali se změnou času, pokud létají dlouhé lety přes oceán. Není to zakázané, je ale potřeba, aby konzumaci melatoninu pilot konzultoval se svým leteckým lékařem. [7]

### 3.3 ORGÁNOVÉ HODINY

Orgánové hodiny pracují tak, že celý den rozdělíme po dvou hodinách na jednotlivé biologické rytmy, které se promítají v našem těle do jednotlivých orgánů. Podle těchto rytmů dokážeme zjistit, který orgán má v danou chvíli největší energetickou činnost, a naopak, který má takzvaný útlum neboli minimální činnost.

#### 23:00 – 01:00

V tuto dobu začíná pracovat žlučník, který produkuje maximální aktivitu. Lidé, kteří mají se žlučníkem problémy mohou očekávat pobolívání až žlučnickové záchvaty nebo se jen tak budí a nemůžou usnout.

Minimální aktivitu vykazuje srdce, a to je pro nás signálem, že tělo začíná být celkově v útlumu. Pokud člověk chce vykazovat nějakou činnost, musí mít mnohem vyšší soustředěnost než v jinou část dne.

#### 01:00 – 03:00

V tento čas naplno pracují játra a díky tomu začíná probíhat největší detoxikace z celého dne. Proto bychom neměli tělo zatěžovat alkoholem, kávou či kouřením. Tělo začíná mít největší útlum z celého dne. Sníží se tlak, zpomalí se pulz, dech je pravidelný a hlubší s delšími periodami. Tělo se dostává do největšího klidu a odpočinku.

Minimální činnost má tenké střevo, proto bychom neměli jíst ani pít.

#### 03:00 – 05:00

V maximální činnosti jsou plíce, proto se špatně spí kuřákům, astmatikům a lidem s rýmou nebo zánětem dýchacích cest. Přetrvává stále nízký tlak, mozek je minimálně zásobován a tělo má nejpomalejší aktivity. Toto se láme právě kolem páté hodiny, kdy se tělo pomalu začíná probouzet a projevuje se u něj přirozená potřeba vstát.

Minimum činnosti vykazují ledviny a močový měchýř. Do zajímavého stavu se také dostává naše psychika. Začíná se projevovat největší strach a úzkost. Člověk začíná přemýšlet na obyčejnými věcmi trochu jinak a každá maličkost se zdá být velkým problémem.

#### 05:00 – 07:00

Tělo se začíná pomalu probouzet a připravovat se na nový den. Krevní tlak stoupá, pulz začíná být rychlejší a tělo aktivnější. Probouzení je opravdu pomalé, protože se lidé cítí velmi špatně. Začíná aktivně pracovat tlusté střevo a je dobré si vypěstovat návyk na vyprazdňování. Nejmenší činnost vykazují ledviny.



#### 07:00 – 09:00

Začíná pracovat žaludek a je připraven pro příjem živin, proto je vhodné se naučit v tuto dobu snídat. Odpočinek těla skončil. Začíná stoupat psychická aktivita, začíná se zvyšovat schopnost pracovní činnosti a koncentrace. Tělo potřebuje hodně tepla, kvůli tomu není vhodná studená sprcha.

#### 09:00 – 11:00

Do maximální činnosti se dostává slezina a slinivka. Je to nevhodnější doba pro konzumaci sladkostí, protože si tělo dokáže hravě poradit s cukry a je nejmenší pravděpodobnost, že to bude podporovat obezitu. Hladinu cukru v krvi příznivě ovlivňuje právě slinivka.

#### 11:00 – 13:00

V maximální činnosti je srdce. Dobré je nezatěžovat tělo větším množstvím potravy, protože je zde vysoké riziko infarktu. Dostavuje se mírná únava. Je vhodná procházka nebo krátký spánek.

Minimální činnost má žlučník.

#### 13:00 – 15:00

Snižuje se citlivost zubů a začíná se zvyšovat fyzická aktivita celého těla.

Minimální činnost mají játra.

#### 15:00 – 17:00

V této době je vhodné pít bylinné čaje, protože začíná svoji aktivitu močový měchýř. Trávicí systém je schopný přijmout větší objem potravy, proto je nejlepší čas na pořádnou večeři. Hladina cukru v krvi stoupá. Na krátkou dobu stoupá pracovní činnost, protože tělo dosahuje druhého výkonnostního vrcholu. Organismus má větší schopnost regulovat v těle teplotu a fyzickou zátěž.

Minimální činnost mají plíce.

#### 17:00 – 19:00

Není vhodné přijímat látky, které škodí ledvinám, protože nastává jejich čas. Neměli bychom přijímat cukr, sůl, kávu, alkohol, léky a měli bychom se vyvarovat stresu a chladu. Zvyšuje se práh bolesti. Kolem 19. hodiny se mohou objevit bolesti hlavy. To souvisí s přirozeným stoupaním krevního tlaku. Může nastávat psychická labilita a zvyšovat se nervozita a úzkost.

Minimální činnost má tlusté střevo.

19:00 – 21:00

Člověk velmi dobře vnímá věci jako je poslech hudby, návštěva divadelních her nebo třeba čtení knih. Reakce jsou nejbystřejší, proto je nejvhodnější doba pro např. cestování autem. V těle nastává tzv. dynamická rovnováha. Paměť výborně pracuje, psychika je srovnaná a můžeme v každém smyslu odvést dobrou práci.

21:00 – 23:00

Je to doba, kdy se tělo připravuje na spánek. Člověk by neměl nic podnikat, nejíst, nekouřit a umožnit tělu volný přechod do fáze odpočinku. Projevuje se pokles tlaku a teploty. Je nejvhodnější doba jít spát.

Minimální činnost má slezina a slinivka. [11]

Z tohoto rozpisu vyplývá, že nejvhodnější doba pro řízení letounu je cca mezi 15:00 a 21:00. V 15:00 dosahuje tělo člověka výkonnostní vrchol, stoupá hladina cukru v krvi a tělo má dobrou schopnost regulovat fyzickou i psychickou zátěž. Po deváté hodině večer už ale nastává útlum, tělo se pomalu začíná chystat na odpočinek. Proto se začínají zhoršovat reakce, nálada a celkově se člověku nechce vydávat extra výkony.

Naopak nejrizikovější je létání mezi 01:00 a 03:00. Tělo je v největším útlumu, zpomaluje se srdeční pulz, snižuje se krevní tlak a pokud chce pilot podat dobrý výkon, potřebuje k tomu spoustu energie, kterou v tento čas ale nemá k dispozici. Pilot je také nejvíce náchylný k mikrospánku. Zároveň by se s v tento čas nemělo jíst ani pít, protože tenké střevo pracuje na maximální výkon.

### **3.4 SPÁNEK**

Spánek je nedílnou součástí lidského života. Člověk ve spánku stráví prakticky třetinu svého života. Spánková deprivace vede k celkovému zhoršení všech funkcí organismu, klesá jeho výkonnost, schopnost učit se a objevují se neurologické potíže.

Spánek lze definovat jako rytmicky se vyskytující stav organismu charakterizovaný sníženou reaktivitou na vnější podněty, sníženou pohybovou aktivitou, typickými změnami aktivity mozku a sníženou kognitivní činností. Spánek není stejnorodý děj, ale rozlišujeme dva typy spánku – REM a NREM spánek. Střídání jednotlivých spánkových stádií označujeme jako architekturu spánku. Typický noční spánek se skládá, u mladých lidí, ze 4 až 6 cyklů REM a NREM spánku v intervalu asi po 90 minutách. S věkem ubývá hlubokých spánkových stádií,

a naopak přibývá krátkých probuzení. Organismus má tedy 3 hlavní funkční stavy (REM spánek, NREM spánek a bdělost), které na sebe plynule navazují. [12]

### **3.4.1 REM SPÁNEK**

Spánek REM je aktivní formou spánku, která trvá přibližně 5 až 30 minut. Podle prudkých mimovolných pohybů očních bulv se nazývá Rapid Eye Movement. Objevuje se v intervalech mezi NREM spánkem, který trvá zhruba 90 minut. Trvání REM fáze se odvíjí od stavu spící osoby. Pokud je extrémně unavená, může tato fáze zcela chybět. Během noci se délka trvání REM varianty prodlužuje, protože je tělo čím dál víc odpočinuté.

Významné charakteristiky REM spánku:

- Aktivní forma spánku
  - Tato forma je často spojena s živými sny a mimovolnými pohyby příčně pruhovaných svalů. Kontrahovány jsou často periferní svaly, a to ve formě záškubů.
- Obtížné probuzení
  - Během noci je velice obtížné probudit osobu v REM stadiu spánku. Obvykle reaguje pouze na velmi silné nebo specifické podněty, například volání vlastního jména nebo dětský pláč.
- Snížený tonus svalů
- Nepravidelnost srdečního rytmu a dechu
  - Toto jsou znaky spojené se sněním.
- Zvýšená aktivita mozku
  - Mozek vykazuje zvýšenou aktivitu (až o 20%) a EEG záznamy jsou podobné bdělému mozku. Proto se fáze REM někdy nazývá paradoxní spánek. [12]

### **3.4.2 NREM SPÁNEK**

NREM fáze spánku je označení pro zbývající část doby spánku mimo REM fázi, která přináší největší odpočinek. V této době se neobjevují žádné oční pohyby, proto se jí říká No Rapid Eye Movement. Snění je spíše výjimečné a pokud se náhodou objeví, tak má menší intenzitu a sny si většinou nepamätujeme. Fázi NREM dále dělíme na dalších 4 části. Části 1 a 2

se považují za stadia lehkého spánku, 3 a 4 jsou potom stadia hlubokého spánku, tzv. SWS (Slow Wave Sleeping – spánek pomalých vln).

#### NREM 1

NREM 1 se vyskytuje na počátku spánku, je to fáze usínání. Doprovází ji pomalé oční pohyby. Tento stav je spícím vnímán jako částečné vědomí a mohou se objevit i halucinace. Mohou se zde také vyskytovat záškuby svalů, které v extrémních případech mohou vést až k tzv. syndromu neklidných nohou. Syndrom neklidných nohou je neurologické onemocnění, které se projevuje nepříjemnými pocity v nohou (mravenčení, pulzování) a nutkáním nohama pohybovat.

#### NREM 2

Tato fáze zabírá 45 až 55 % celého spánku a vyznačuje se tím, že spící ztratí vědomí a sníží se mu svalové napětí.

#### NREM 3

Přechodem do NREM 3 upadá spící do hlubokého spánku neboli SWS. V této fázi může člověk trpět nočním děsem, náměsíčností, nadměrným pocením a mluvením ze spaní. Je to prakticky úvod do NREM 4 spánku.

#### NREM 4

NREM 4 je nejhlubší fáze spánku. Probuzení spícího je neobtížnější, u některých jedinců skoro až nemožné. Tělo je nejvíce utlumené a v mozku probíhá ukládání prožitých zážitků do dlouhodobé paměti. Pokud je spící probuzen v této fázi, má to velice negativní účinek na jeho soustředěnost a aktivitu po celý den. Většinou se člověk cítí hůř, než kdyby nespál vůbec. [12]

### **3.4.3 PORUCHY SPÁNKU**

Spánek je důležitý k regeneraci tkání organismu a k obnově energetických zdrojů. Nedostatek spánku snižuje mentální výkonnost a často se objevují příznaky spánkové opilosti. Spánková opilost je definována jako stav nedokonalého probuzení, které je provázeno dezorientací, zpomalenou reaktivitou a dalšími neurologickými příznaky. Postižený se chová jako by byl opilý, mluví z cesty, dokonce se i motá. Spánková opilost nastává nejčastěji, když je člověk probuzen z hlubokého spánku (NREM 3 a NREM 4) nebo má dlouhodobě problémy se spaním.

Nejdelší bělost, které ještě neovlivní mentální bělost člověka, je 36 hodin. Po uplynutí této doby psychická i fyzická výkonnost člověka rapidně klesá.

### Insomnie

Nespavost neboli insomnie, je nejčastější poruchou spánku. Projevuje se buď poruchou usínání nebo častým probouzením v průběhu noci. Spánek je nekvalitní, nepřináší odpočinek a člověk přes den pociťuje únavu, poruchy koncentrace a paměti, poruchy nálady, podrážděnost, denní spavost, úbytek energie nebo bolesti hlavy. Insomnie může být příznak některé mnohem závažnější nemoci, a proto by se neměla brát na lehkou váhu. V praxi se vyskytuje více druhů insomnie.

### Syndrom neklidných končetin

Syndrom neklidných končetin je neurologické onemocnění charakterizované nutkáním končetinami pohybovat, které je často provázeno pocitem mravenčení či brnění. Objevuje se, když je člověk v klidu, hlavně ve spánku, a má večerní a noční maximum. Podkladem pro tuto poruchu je nedostatek dopaminu v centrální nervové soustavě.

### Narkolepsie

Narkolepsie je charakterizována zvýšenou denní spavostí s epizodami usnutí během dne a nekvalitním nočním spánkem. Člověk, který je v klidu nebo provozuje nějakou stereotypní činnost, má veliký problém se udržet vzhůru. Tuto poruchu mohou doprovázet halucinace nebo spánková obrna (neschopnost jakéhokoliv pohybu).

### Náměsíčnost

Náměsíčnost je porucha probouzení z NREM fáze spánku. Vyskytuje se nejčastěji u malých dětí a v průběhu dospívání pomalu vymizí. Typickým příznakem je mimovolné opuštění lůžka a chůze, často končí návratem do postele. Postiženého není možné z tohoto stavu probudit a po probuzení je často psychicky zmatený a nic si nepamatuje.

### Noční můry a noční děsy

Jsou to poruchy, u kterých postižený prožívá velice intenzivní sny s hrůzným až děsivým obsahem. Člověk se těmito snům snaží bránit, což vede k vykonávání samovolným pohybům a tato situace může vést až ke zranění. Hrůzné sny mají mnohokrát za následek přerušování spánku, a tím narušují jeho regenerační funkci. Noční můry jsou poruchy REM spánku a objevují se v dospělém věku. Naopak noční děsy jsou záležitostí dětí a jsou to poruchy NREM spánku.

### Syndrom spánkové apnoe

Tato porucha je charakterizována dýchacími pauzami a spánek je velice nekvalitní. Rozlišují se tři typy spánkové apnoe: centrální, obstrukční (nejčastější) a komplexní. Obstrukční spánková apnoe se vyznačuje zvýšeným odporem dýchacích cest při výdechu. V důsledku špatného dýchání dochází k nedostatečnému okysličení organismu. Tyto dýchací pauzy se nejčastěji objevují ve fázi NREM1 a NREM2. Nočními příznaky jsou hlavně chrápání. Postižený často mívá nekvalitní spánek a budí se v brzkých ranních hodinách. Objevují se bolesti hlavy, noční pocení a nadměrné slinění ve spánku. Přes den se objevuje denní spavost, člověk se nedokáže pořádně soustředit a myslet. [13]

## **3.5 JET LAG**

Jet lag, neboli pásmová nemoc, nastává při rychlém cestování přes více časových pásem, což narušuje načasování cirkadiánních rytmů člověka. Jet lag může být označován jako dočasná porucha spánku. Pokud člověk cestuje daleko, ať už na sever – jih nebo východ – západ, ocitne se v prostředí s jinými světelnými poměry, než jaké byly v místě odletu, mozek je z toho zmatený a nechápe, jak je možné, že cirkadiánní rytmus, který nastavil, nepasuje do reálného světa. Při letu na západ jsou projevy pásmové nemoci mírnější, protože si člověk vlastně protáhne den. Při letu na východ jsou naopak symptomy horší. Nejmírnější projevy jsou při cestování ze severu na jih a naopak. I v případě dlouhého letu totiž člověk nepřeletí tolik časových pásem. Dlouhý let je samozřejmě velice vyčerpávající, ale cirkadiánní rytmus se neporuší. Pásmovou nemoc hůře snáší starší lidé.

### Příznaky pásmové nemoci:

- Nevolnost
- Denní spavost
- Insomnie
- Brzké ranní probuzení
- Zhoršený výkon
- Snížená pozornost a schopnost myšlení
- Zvýšená podrážděnost
- Problémy se zažíváním

Pásmovou nemoc může zhoršit i samotný let. Vzduch v letadle má horší kvalitu, nižší vlhkost, a protože jsou letadla zpravidla přetlakována na výšku kolem 3 km, obsahuje i méně kyslíku.

Prostor kabiny letadla je stísněný, člověk nemá možnost se pořádně protáhnout, což může vést k bolesti těla, hlavně zad a krku.

Symptomy pásmové nemoci se projevují několik dní, než si tělo zvykne na nové poměry. Pásmovou nemocí nejvíce trpí lidé, kteří cestují velmi často. Typickým příkladem jsou posádky dálkových letů, piloti i palubní personál. Právě v případě posádek letadel je veliký problém v tom, že překračují časová pásma velice často a tím si opakovaně narušují své biologické rytmy. [14]

## 4 NOČNÍ LETY

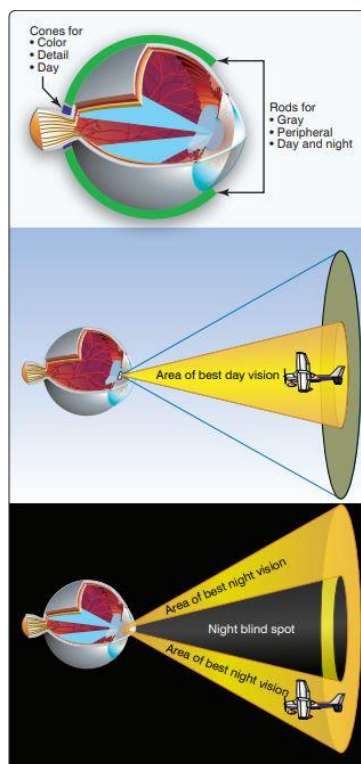
Noční létání je v obchodní letecké dopravě velice častý jev. Po technické stránce se let v noci ničím neliší od letu ve dne. Letoun je stroj a opravdu netuší, zda je zrovna tma či nikoliv. Pouze reaguje na pokyny, které vykoná pilot. Pilot je ovšem člověk a je ovlivněn různými aspekty a nástrahami nočních letů, které musíme brát v úvahu. Jsou to skutečná fyzická omezení, která ovlivňují bez výjimky všechny piloty, ale také technická omezení letadla, vybavenost letadla, technické vybavení letiště, publikované postupy či nouzové postupy. Tohle všechno musí pilot zohlednit, pokud se chce zabývat létáním v noci.

Noc je definována jako čas mezi koncem občanského soumraku a začátkem občanského úsvitu. Večerní občanský soumrak začíná při západu slunce a končí, když je slunce 6° pod horizontem. Ranní občanský úsvit začíná, když je slunce 6° pod horizontem a končí při východu slunce. Pro zjednodušení se termín „noc“ vztahuje na období mezi 1 hodinou po západu slunce a 1 hodinou před východem slunce. [18]

### 4.1 NOČNÍ VIDĚNÍ

Obecně platí, že většina pilotů je špatně informována o tom, jak noční vidění vlastně funguje. Lidské oči nebudou v noci fungovat nikdy tak efektivně jako oči nočních živočichů. Pokud se ale lidé naučí, jak je ve tmě správně používat a uvědomí si jejich omezení, může se noční vidění výrazně zlepšit.

Mozek a oči se chovají jako tým, a aby člověk dobře viděl, musí být obě složky efektivně využity. Vzhledem k fyziologii oka, už při slabém osvětlení se projevuje velké omezení zraku.



Obrázek 2 Noční vidění

V noci nemáme kolikrát osvětlení vůbec, proto je důležité pochopit konstrukci oka postiženého temnotou. Všechny obrazy, které jsou okem vnímány, jsou zobrazeny na sítnici pomocí speciálních a velice citlivých nervů. Tyto nervy se nazývají tyčinky a čípky. Tyto nervy se připojují k buňkám optického nervu, který vede přímo do mozku. Čípky se nacházejí ve středu sítnice a tyčinky jsou umístěné v kruhu okolo čípků.

Funkce čípků je detekovat barvy, detaily a vzdálené objekty. Tyčinky zaznamenávají objekty, které jsou okem snímány z určitého úhlu, a proto jsou hlavními nástroji periferního vidění. Dokáží zachytit pohybující se předměty, ale nedokáží zobrazit detaily ani barvy. Pracují pouze s odstíny šedé. Tyčinky i čípky se používají při denním vidění.

Při absenci normálního světla je vidění založeno pouze na tyčinkách. Čípky jsou schopné pracovat pouze na slunečním nebo velice silném měsíčním světle. Vzhledem k tomu, že se tyčinky nacházejí v kruhu okolo čípků, je neúčinnější, když se pilot při letu ve tmě na objekt nekouká přímo, ale pouze na jeho okraj. Za denního světla je objekt viděn nejlépe přímým pohledem, v noci je v tomto místě ale slepý bod. Každý člověk má v oku tzv. slepou skvrnu. Je to místo, kde se napojuje oční nerv a přesně v tom místě člověk nevidí. Za normálních světelných podmínek si oko ale dokáže zprůměrovat obraz okolí a situaci si domyslet. V noci okolní čípky nefungují, proto se slepá skvrna rozšiřuje. Princip nočního vidění je zobrazen na Obrázku 2.



Dalším důležitým aspektem nočního vidění je přizpůsobení očí temnotě. Pokud člověk vstoupí do temné místnosti, je pro něj velice obtížné cokoliv vidět, dokud se jeho oči tmavému místu nepřizpůsobí. V tomto procesu se zorničky nejprve zvětší, aby získaly co nejvíce světla. Po přibližně 5 až 10 minutách se čípky nastaví na tlumené světlo a oči se stanou až 100 krát citlivější na světlo než ve světlém prostředí. Tyčinky potřebují mnohem víc času, přibližně 30 minut, na to, aby se přizpůsobily tmě. Jakmile se ale přenastaví, jsou až 100 000 krát citlivější na světlo než v osvětlené místnosti. Po ukončení procesu adaptace na temnotu, je pro pilota skenování prostředí mnohem jednodušší, protože oči jsou schopny zaznamenávat mnohem více objektů, zvláště pokud pilot používá správnou techniku.

Pokud člověk vstoupí do osvětlené místnosti, celý proces adaptace se obrátí. Oči jsou nejdříve oslněné, ale během několika vteřin se světlu plně přizpůsobí, a tím plně ztrácejí své noční vidění. Pokud člověk osvětlenou místnost opustí a znovu vstoupí do tmy, musí oči projít opět celým dlouhým procesem adaptace. Je velice důležité, aby se pilot snažil co nejvíce vyhýbat pohledu na osvětlené objekty, aby neztratil svoji schopnost vidět ve tmě.

Pilot by měl procesem adaptace projít před každým nočním letem, a to s dostatečným předstihem. Je vhodné se nejprve přizpůsobit lehkému šeru a zůstat adaptován. Jakmile se oči přizpůsobí temnotě, měl by se pilot vyvarovat jakémukoliv ostrému bílému světlu, které svítí déle než 1 vteřinu. Ostré bílé světlo způsobí nejen ztrátu nočního vidění, ale může také způsobit dočasnou slepotu. Je dobré si zapamatovat, že se každé oko přizpůsobuje tmě nezávisle na tom druhém. Pokud je tedy pilot oslněn ostrým světlem, například přistávacím světlometem, je dobré jedno oko zavřít. Tím si uchováme alespoň z poloviny noční vidění.

Dočasná slepota způsobená jasným světlem může způsobit iluze, které trvají do doby, než se oči nezotaví z prvotního šoku. Pokud pilot letí kolem šikmého mraku, může ho považovat za horizont nebo si může splést obytnou oblast s přistávací dráhou. Tyto iluze se zdají být velmi reálné a mohou postihnout každého pilota, nezáleží na nalétaných hodinách ani zkušenostech. Nejlepší ochrana před nástrahami nočního létání je umění včas rozpoznat toto nebezpečí.

Dobrý zrak závisí na fyzickém stavu člověka. Únava, nachlazení, nedostatek vitamínů, alkohol, drogy, kouření nebo léky mohou zrak vážně poškodit. Každý pilot by měl tyto skutečnosti neustále uchovávat v mysli, aby o své oči nepřišel.

Zásady pro správné uchování nočního vidění:

- Přizpůsobte oči nočnímu vidění s dostatečným předstihem před letem a snažte se je udržet adaptované. Nezapomeňte, že trvá přibližně 30 minut, než si oči na temnotu plně navyknou.

- Pokud se na palubě nachází kyslík, během nočního letu ho použijte. Je dobré vědět, že pokud kabinová výška vystoupá nad 5000 stop, nastane významné zhoršení nočního vidění.
- Pokud jste vystaveni ostrému světlu, zavřete jedno oko. Tím se budete vyvarovat dočasné slepotě.
- Po západu slunce nenoste sluneční brýle.
- Pohybujte s očima pomaleji než za denního světla.
- Pokud se obraz zdá být rozmazaný, začněte mrkat.
- Soustřeďte se na sken okolí a rozpoznávání objektů.
- Koukejte kousek vedle objektu, nikdy ne přímo na něj.
- Snažte se udržovat v dobrém fyzickém stavu.
- Vyhněte se kouření, pití alkoholu a užívání drog. [15,16]

## 4.2 VYBAVENÍ PILOTA

Před zahájením nočního letu by měl pilot pečlivě zvážit, jestli má s sebou na palubě všechny důležité věci. Nejdůležitější je samozřejmě přenosná svítilna, letecké mapy a ostatní příslušenství jako například checklisty obsahující postupy pro jednotlivé fáze letu včetně nouzových postupů.

Je potřeba vzít si s sebou minimálně jednu přenosnou svítilnu na každý noční let. Kromě obyčejné svítilny se doporučuje používat LED diody, které jsou schopné produkovat červené nebo modré světlo. Bílá obyčejná svítilna dokáže pilota velmi rychle oslnit a zničit adaptaci jeho očí na temnotu, proto by se neměla za letu vůbec používat. LED dioda by měla být dostatečně velká a silná, aby v případě nouze mohla osvětlit celou kabinu nebo minimálně přístroje, které v danou chvíli pilot nutně potřebuje.

Svítilnu produkující bílé světlo pilot používá při předletové kontrole letounu a červené či modré světlo potom využije při činnostech v kokpitu. Je velice důležité vědět, že pokud si na mapu svítíme červeným světlem, nezobrazí se nám prvky napsané červenou barvou! Je také vhodné mít do svítilny neustále po ruce náhradní baterie.

Letecké mapy jsou pro noční létání nezbytné. Pokud je zamýšlená trať v blízkosti okraje mapy, měl by pilot vlastnit i mapu sousední. Světla větších měst jsou v noci vidět opravdu z dálky a pokud by pilot neměl sousední mapu, kde by tato města byla zakreslena, mohlo by snadno dojít k nejasnostem. Tyto položky by měl pilot samozřejmě mít po ruce při jakýmkoliv letu, nejen v noci. [15]

## 4.3 OSVĚTLENÍ LETOUNU

Při letu během období mezi západem a východem slunce musí být letoun vybaven funkčním protisrážkovým systémem včetně zábleskového nebo otočného majáku a navigačních světel. Protisrážkový systém ovšem nemusí být rozsvícen, pokud velitel letu uzná, že by to nebylo v zájmu bezpečnosti letu. Navigační světla na letounu jsou uspořádána úplně stejně jako na lodích, červené světlo na levém křídle, zelené světlo na pravém křídle a bílé světlo na ocase.

Přistávací světlometry se nepoužívají pouze pro vzlety a přistání, ale jsou užitečné i v jiných fázích letu, protože jsou velice dobře vidět a tím pomáhají ostatním pilotům v okolí dané letadlo včas spatřit. Pilotům se doporučuje, aby přistávací světla zapnuli ve vzdálenosti 10 námořních mil od letiště určení a při letu a manévrování pod 10 000 ft. Nemusí se používat jen v noci, přistávací světlomet se zapíná i při podmínkách snížené viditelnosti nebo pokud letoun prolétá oblastí zvýšeného výskytu ptáků. [15]

### 4.3.1 SHRNUÍ OSVĚTLENÍ LETOUNU

#### 4.3.1.1 Navigační světla:

Navigační světla se skládají z červeného světla na špičce levého křídla, zeleného světla na špičce pravého křídla a bílého světla na ocasu letadla. Na velkých letadlech jsou systémy navigačních světel často zdvojené, což znamená, že pokud nám vypadne jeden systém, spolehlivě ho nahradí záložní a světla stále svítí.

#### 4.3.1.2 Maják:

Světlo majáku je červené nebo bílé a buď bliká nebo se otáčí, aby poskytlo varovný signál. Světla majáku jsou obvykle instalována po dvojicích, jedno na vrcholu trupu a druhé na jeho spodní straně. Maják se standardně zapíná před spuštěním motorů a vypíná se po vypnutí motorů.

#### 4.3.1.3 Světla pro pojíždění:

Světla pro pojíždění jsou středně intenzivní světla instalovaná na nosiči předového kola, na přední části letounu nebo u kořene křídel. Používají se pro osvětlení oblasti před letadlem při pojíždění.

#### 4.3.1.4 Přistávací světla:

Přistávací světla jsou světla s vysokou intenzitou, která slouží k osvětlení vzletové a přistávací dráhy a také k osvětlení letadla tak, aby bylo dobře vidět pro ostatní piloty. Bývají instalována

na křídlech, na podvozku nebo na trupu. Na některých letounech jsou namontovány na náběžné hraně křídel za průhledným krytem nebo mohou být zatahovací do dutiny křídla nebo trupu. Přistávací světla se zapínají při vstupu na dráhu a vypínají se při přestoupání hladiny FL100. Naopak, pokud letadlo na letiště přilétá, zapíná světla na hladině FL100 a vypíná je po opuštění aktivní dráhy.

#### 4.3.1.5 Kontrolní světla:

Kontrolní světla jsou instalována v trupu a osvětlují náběžné hrany křídel a pylony upevnění motoru. Za letu piloti pomocí těchto světel kontrolují, jestli se na náběžných hranách křídel netvoří námraza.

#### 4.3.1.6 Světla pro detekci ledu:

Některá letadla jsou opatřena sondou pro detekci ledu, která je standardně umístěna mezi předními skly. Sonda bývá osvětlena právě světly pro detekci ledu, což umožňuje pilotům detekovat námrazu i během nočních letů.

#### 4.3.1.7 Osvětlení loga:

Toto světlo se montuje na horní plochu horizontálního stabilizátoru a je zaměřeno na osvětlení loga a značek společnosti na ocase letounu. [18]

## 4.4 OSVĚTLENÍ LETIŠTĚ

Další důležitý aspekt nočního létání je osvětlení letišť, přistávacích drah, překážek a dalších vizuálních pomůcek. Osvětlená letiště, která se nachází mimo obydlená místa, se dají velmi lehko rozpoznat, protože pilot už z dálky dokáže najít osvětlenou dráhu. Naopak letiště, která se nacházejí ve velkém městě nebo v jeho těsné blízkosti, jsou hůř identifikovatelná, protože se jeho osvětlení velmi podobá osvětlení samotného města. Je důležité nejen znát přesnou polohu letiště vzhledem k městu, ale pilot ho musí umět spolehlivě identifikovat právě i podle vlastností osvětlení.

Letištní osvětlení je navrženo a instalováno v různých variantách barev a konfigurací, z nichž každá má svůj vlastní účel. I přes to, že se některá osvětlení používají pouze za snížené dohlednosti, správný pilot by je měl všechny bez výjimek znát.

Je doporučeno, aby si pilot před každým letem zjistil, jestli je osvětlení na jeho letišti určené pro provoz a zdali nemá nějaké omezení. Tyto informace se dají najít v AIPu anebo v NOTAMu.

#### **4.4.1 DRUHY LETIŠTNÍHO OSVĚTLENÍ**

##### **4.4.1.1 Letištní maják:**

Letištní majáky se otáčejí konstantní rychlostí a díky tomu vznikají mezi záblesky pravidelné intervaly. Tyto záblesky bývají tvořeny bílou barvou a potom ještě obsahují jednu nebo dvě rozdílné barvy, které slouží k identifikaci typu letiště. Například:

- Civilní letiště – blikající bílé a zelené světlo.
- Civilní vodní letiště – blikající bílé a žluté světlo.
- Vojenské letiště – blikající bílé a zelené světlo. Od civilního letiště se liší tím, že světlo pokaždé problikne dvakrát.

Majáky, které blikají červeně, značí překážky nebo oblasti, které by mohly být pro leteckou dopravu nebezpečné. Samotné překážky na letišti nebo v jeho těsné blízkosti jsou značeny stálým červeným světlem nízké svítivosti. [15]

##### **4.4.1.2 Přibližovací světelné soustavy:**

Před prahem dráhy se nachází sekvence světelných pruhů, které sahají až do vzdálenosti 900 m. Tato světla se nazývají přibližovací světelná soustava a slouží k bezpečnému navedení letadla na dráhu, pomáhají pilotům vnímat výšku a podávají celkovou horizontální referenci. Prakticky pomáhá pilotovi při přechodu z letu podle přístrojů na let podle viditelnosti země.

Přibližovací soustava pro nepřístrojové dráhy neboli jednoduchá, obsahuje prodlouženou osu dráhy, která svítí světly nízké intenzity. Je doplněna příčkou, která je na tuto osu kolmá a nachází se 300 m před prahem dráhy. Celá jednoduchá přibližovací soustava sahá do vzdálenosti 420 m před prahem dráhy.

Přibližovací světelná soustava pro přesná přiblížení I. kategorie se skládá z bílé prodloužené osy dráhy a z pěti bílých kolmých příček. Tato soustava sahá až do vzdálenosti 900 m před prahem dráhy. Konce kolmých příček mohou buď tvořit přímkou rovnoběžnou s prodlouženou osou dráhy, potom musí být soustava doplněna o záblesková návěstidla, nebo se mohou postupně sbíhat tak, aby tvořily na pohled velkou šipku ukazující na střed prahu dráhy. Tomuto uspořádání se říká Calvert.

Přibližovací světelná soustava pro přesná přiblížení II. a III. kategorie je podobná soustavě pro I. kategorii, s tím rozdílem, že je doplněna o přídatná přibližovací světla. Tato přídatná světla sahají do vzdálenosti minimálně 300 m před prahem dráhy. Skládají se z návěstidel červené barvy, které tvoří přímkou rovnoběžnou s bílou prodlouženou osou dráhy. Stejně jako pro soustavu první kategorie, můžeme systém rozdělit na klasické nebo Calvert uspořádání. [19]

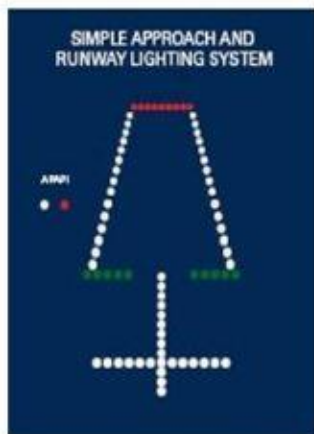


Fig: simple approach RL



Fig: Runway cat I RL

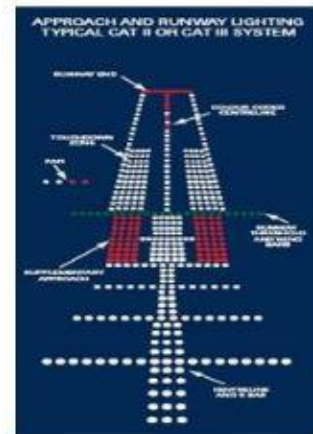


Fig: Runway cat II & cat III RL

Obrázek 3 Přibližovací světelná soustava

#### 4.4.1.3 Sestupová světelná soustava:

Sestupová světelná soustava se standardně nachází na levé straně dráhy zhruba na úrovni dotykové zóny a slouží k bezpečnému identifikování sestupové roviny, která většinou mívá sklon 3°. Na většině světových letišť se nachází PAPI lights neboli Precision Approach Path Indicator. Skládá se ze čtyř světelných boxů a má ve dne dosah 5 námořních mil. V noci je pak pilot dokáže identifikovat ze vzdálenosti až 20 námořních mil.

Řada světelných boxů je umístěna většinou na levé straně dráhy tak, aby tvořila kolmici k ose dráhy. Pilot ji potom vidí jako kombinaci červených a bílých světel. Správný sestupový úhel pilot má, když vidí právě dvě červená a dvě bílá světla. Pokud PAPI indikují více než dvě bílé, znamená to, že je pilot moc vysoko a v případě, že je dráha krátká by mohl sednout daleko a mohlo by se stát, že letoun neubrzdí. Pokud naopak pilot vidí více než dvě červené, je moc nízko. Tento stav je extrémně nebezpečný, protože letoun může podklesat OCH a narazit do nějaké překážky. V tomto případě by měl pilot přerušit přistání a provést postup nezdařeného přiblížení. [19]

#### 4.4.1.4 Osvětlení dráhy:

Přistávací dráha je samozřejmě nejdůležitější prvek letiště. Aby bylo přistání bezpečné, musí být dráha v noci řádně osvětlena.

Osvětlení prahu dráhy je umístěno po celé šířce dráhy kolmo na její osu a indikuje její začátek. V případě posunutého prahu dráhy jsou přípustná pouze postranní návěstidla. Jsou to světla stálé zelené barvy a svítí jen ve směru přiblížení. Pokud by se pilot přibližoval z druhé strany, viděl by tato světla svítit červeně. V tom případě by totiž indikovala konec dráhy.

Koncová světla tedy značí konec vzletové a přistávací dráhy a jsou umístěna po celé její šířce kolmo k ose. Jsou akceptovatelná pouze postranní návěstidla, pokud je práh dráhy z druhé strany posunut. Jsou to stálá světla červené barvy.

V noci nebo za velmi nízkých dohledností potřebuje pilot vidět světla, která značí okraje dráhy, aby se nemohlo stát, že z ní vyjede. Jsou to stálá bílá světla, která se v polovině dráhy mohou plynule změnit na světla žlutá.

Osvětlená osa se instaluje na dráhy určené pro přesné přiblížení, aby usnadnila přistání. Pro kategorii CAT II a III je instalace osvětlené osy povinná. Při pohledu ze strany přiblížení je osa bílá a ke konci dráhy se postupně střídá s červenými světly. Tím pilota varuje, že konec dráhy je nebezpečně blízko. Na úplném konci už svítí jen červeně. Dráhy, které jsou certifikovány pro CAT II a III, bývají doplněny o střídající se zelené a žluté barvy, které pilotovi pomáhají najít odbočky, které slouží k rychlému opuštění dráhy.

Za prahem dráhy se nachází dotyková zóna. Značení dotykové zóny musí být zřízeno v dotykové zóně zpevněných RWY pro přesné přiblížení kódového čísla 2, 3 nebo 4. Značení dotykové zóny musí být také zřízeno v dotykové zóně zpevněné RWY pro nepřesné přístrojové přiblížení nebo nepřístrojové RWY kódového čísla 3 a 4, kde je žádoucí zvýraznění nápadnosti dotykové zóny. Osvětlení této zóny se skládá ze dvou světelných řad umístěných symetricky okolo osy a indikuje část dráhy, ve které má letadlo dosednout. Každá řada se skládá z nejméně tří světlometů bílé barvy a mají podélnou vzdálenost 900 m od prahu dráhy. Tyto světlometry mohou být od sebe vzdáleny 30 nebo 60 m. Pokud jsou ale vyhlášeny LVO, nesmí být od sebe vzdáleny dál než 30 m. [19]

#### 4.4.1.5 Další osvětlení letiště:

Piloti potřebují samozřejmě bezpečně dovést letoun od dráhy k terminálům a naopak. K tomu slouží pojezdové dráhy. Osa pojezdové dráhy svítí zeleně a její okraje stálým modrým světlem.

Dalším důležitým bodem letiště je vyčkávací místo. Slouží k upozornění pilota, že se blíží k aktivní vzletové a přistávací dráze. Je to místo, kde piloti provádějí úkony před vzletem a vyčkávají až dostanou povolení ke vstupu na dráhu. Proto musí být řádně osvětleno. Na vyčkávací místa CAT II a III se instaluje takzvaná stop příčka. Stop příčka se skládá z řady červených směrových návěstidel kolmých k ose pojezdové dráhy. Pilot nesmí rozsvícenou stop příčku přejet. Jakmile dostane povolení ke vstupu na dráhu, stop příčka musí zhasnout. S vyčkávacím místem souvisí výstražná návěstidla. Tato světla žlutě blikají a nacházejí se na obou stranách vyčkávacího místa. Jejich frekvence je 30 až 60 záblesků za minutu. Slouží k varování pilotů a řidičů pozemních vozidel, kteří se pohybují po ploše letiště, že se blíží k aktivní přistávací dráze.

Na letištích se tedy objevuje standardně 5 barev. Každá z nich má svůj vlastní účel.

- Červená – značení překážek a konec dráhy, PAPI
- Zelená – osvětlení prahu dráhy a osa pojezdových drah
- Bílá – osa dráhy, okraje dráhy a přibližovací světelná soustava, PAPI
- Modrá – okraje pojezdových drah
- Žlutá – výstražná návěstidla [19]

## 5 ILUZE A CHYBY PILOTŮ

Pro piloty je létání v noci většinou příjemným úkolem. Vzduch je většinou klidný, bez turbulencí, vítr se večer taky uklidňuje. Řídicí letového provozu zavolá jen občas, provoz řídne. Pilot je často jen sám se svými myšlenkami a oblohou plnou hvězd. Noční let ale přináší také spoustu výzev a nebezpečí, včetně nočních iluzí. Piloti jsou cvičeni, aby tyto iluze dokázali včas rozpoznat a kompenzovat nebo dokonce ignorovat. Noční obloha dokáže ale oklamat i toho nejlepšího pilota. Zde je popsáno sedm nejzávažnějších iluzí, které můžou pilota na jeho letu potkat, a to nejen na tom nočním.

### 5.1 „THE BLACK HOLE APPROACH“

Tato velice nebezpečná iluze se objevuje při přiblížení přes rozsáhlou neosvětlenou oblast. Velmi často se to stává při přiblížení přes vodní plochu, může to být ale i například přes les nebo přes jiný terén, který není osvětlený. Pilot nemá žádnou vizuální referenci a může se stát, že na sestupu neodhadne svoji polohu. Může se mu zdát, že je výš nebo níž, než doopravdy je, což vede k nestabilizovanému přiblížení. Situace může vést dokonce až k CFIT, neboli „controlled flight into terrain“. Znamená to, že pilot narazí s letadlem do země, ale do poslední chvíle netuší, že je něco špatně. Pokud se iluze černé díry objeví, pilot by měl věřit přístrojům, hlídat si výšku, rychlost, rychlost sestupu a celkově udržet stabilizované přiblížení. [20]



## 5.2 AUTOKINEZE

Autokineze je iluze oka. Vzniká, pokud pilot v noci kouká do světla, které je na tmavém pozadí, jako je třeba hvězda nebo světlo z jiného letounu, a nemá žádné jiné vizuální reference. Pokud toto světlo sleduje dostatečně dlouho, začne se mu zdát, že se pohybuje. Je dobré o této iluzi vědět. Pokud nastane, pomáhá okamžitě do světla přestat koukat a párkrát zakoulet očima. Této iluzi se dá velmi dobře vyvarovat a to tím, že pilot nebude nikdy koukat na osvětlený objekt přímo, ale kousek vedle. Nejen, že se světlo nezačne falešně pohybovat, ale dokonce bude i zřetelnější. [20]

## 5.3 FALEŠNÝ HORIZONT

Piloti pochopitelně spoléhají na přirozený horizont, který jim pomáhá udržet rovný a ustálený let. V noci ale přirozený horizont zmizí a pilotova mysl začne hledat něco jiného podle čeho by se dalo orientovat, většinou je toto hledání ale neúspěšné. Dost často se stává, že pilot zamění přirozený horizont s mrakem nebo třeba s osvětlenou dálnicí a podle toho letoun srovná. Je to samozřejmě problém, protože ne vždy je tento mrak rovně a dochází k nevyžádanému naklonění letounu. Je to velice nebezpečné, protože pilot si na tuto polohu brzy navykne a bude si myslet, že je rovně. Protože nemá přirozený horizont, nedokáže tuto iluzi rozpoznat a může letoun přivést až do spirály. Spirála je velice nebezpečný prvek, při kterém se zvyšuje rychlost a přetížení a může se stát, že se letoun rozláme. Proto je velice důležité koukat v noci na umělý horizont a věřit přístrojům, ne svému vlastnímu pocitu. [20]

## 5.4 OSVĚTLENÍ DRÁHY

Osvětlená dráha může způsobit, že se pilotovi bude zdát, že se nachází níž, než doopravdy je. Tato iluze vytváří situaci, kdy pilot letí výš, aby kompenzoval pocit, že je moc nízko. Toto chování často vede k nestabilizovanému přiblížení, proto je opět důležité věřit přístrojům. [20]

## 5.5 SVAŽUJÍCÍ SE TERÉN

Pokud se těsně před přiblížením k dráze terén svažuje nahoru, na pilota to působí, že je moc vysoko, což může vést k podklesání publikovaných výšek. Naopak, pokud se terén svažuje dolů, pilot si může myslet, že je příliš nízko a snaží se to kompenzovat tím, že poletí výš. Tato situace opět vede k nestabilizovanému přiblížení. [20]

## 5.6 ŠIROKÁ DRÁHA

Velmi široká dráha může u pilota vyvolat dojem, že je moc nízko. Může se stát, že podrovná moc vysoko a na dráhu dopadne z velké výšky. Tímto chováním může letoun úplně zničit, například poškodit podvozek nebo může vlivem velkého přetížení prasknout celý trup. [20]

## 5.7 SRÁŽKY

Déšť, mlha a zákal mohou nepříznivě ovlivnit pilotovo vnímání vzdáleností. Déšť může například způsobit, že se noční osvětlení dráhy zdá jasnější a pilot si může myslet, že je moc nízko a může se snažit dostat výš. To vede k nestabilizovanému přiblížení a může být problém sestup uklesat. Mlha a zákal zase můžou způsobit, že se dráha zdá dál, než ve skutečnosti je. To opět vede k tomu, že by mohl být pilot moc vysoko. [20]

## 5.8 SHRNUÍ

Iluze jsou obecně velice nepříjemná záležitost a způsobují dezorientaci pilota, zejména v noci nebo za podmínek zhoršené dohlednosti. U téměř všech iluzí je oprava jednoduchá. Je potřeba důvěřovat letovým přístrojům a nespoléhat se na vlastní pocity, udržovat stabilní rychlost a rychlost sestupu, samozřejmě je důležité udržovat předepsané výšky a v žádném případě je nepodklesat. Mohlo by totiž dojít ke sblížení nebo dokonce ke kontaktu s překážkou. Pilot by měl mít o těchto iluzích přehled a být připraven je rozpoznat a včas chybu napravit.

## 6 LETECKÉ NEHODY

### 6.1 6. února 2007, North Caicos British West Indies

6. února roku 2007 havaroval letoun Beech 200C Super King Air, provozovaný malou leteckou společností, do mělké laguny, která se nachází 1 NM jihovýchodně od letiště startu. Měl to být komerční let z North Caicos do Grand Turk. Vzlet byl prováděn ve VMC podmínkách za hluboké noci. Většina cestujících vyvázla s vážnými zraněními, pilot nehodu bohužel nepřežil.

V havarovaném letounu se nenašly žádné černé skříňky, protože nebylo požadováno je na tato letadla montovat. CVR, neboli Cockpit Voice Recorder, se v letounu sice nacházel, ale po předchozím majiteli nebyl v provozuschopném stavu.

Bylo zjištěno, že ačkoliv byl letoun provozovatelem používán hlavně pro pravidelnou osobní přepravu mezi jednotlivými ostrovy, tento osudný let byl brán jako soukromý, protože cestující byli pilotovy blízcí známý. Veřejný noční let by totiž vyžadoval dvoučlennou posádku.

Krátce po startu začal letoun točit doprava, což bylo v souladu s jeho letovým plánem. Letoun ale během chvíle dosáhl abnormálního úhlu náklonu a začal klesat. V této konfiguraci pokračoval až do kontaktu se zemí.

Bylo zjištěno, že trup letadla byl při náraze neporušený. Ukázalo se letoun měl nízkou vertikální rychlost, jeho dopředná rychlost byla ale obrovská. Prozkoumání trosk ukázalo, že letoun tedy narazil nepoškozený, oba motory byly plně v chodu a celkově byl stroj pod kontrolou. Cestující si pravděpodobně až do poslední chvíle neuvědomili, že hrozí havárie.

U pilota se vyvolala prostorová dezorientace do té míry, že odklonil letoun od zamýšlené dráhy a dostal ho do situace, ze které už nebylo návratu. Následné toxikologické vyšetření ukázalo, že byl pilot během letu pod vlivem alkoholu. Nepřekročil sice povolené množství, ale i tak to mělo vliv na pilotáž a rozhodně byl potom víc náchylný na dezorientaci.

Dostupné důkazy ukazují, že letoun krátce před dopadem změnil svoji polohu. To znamená, že si pilot na poslední chvíli uvědomil svoji chybu a snažil se ji napravit. Z čehož vyplývá, že letoun byl ovladatelný a pilot byl fyzicky schopný ho ovládat.

Vyšetřování dokázalo, že byl pilot dezorientován okamžitě po startu. Noc byla velmi tmavá, nebyly k dispozici žádné vizuální reference a pilot pracoval jako jednočlenná posádka. Je velice pravděpodobné, že se soustředil na seznam úkonů po startu a nevěšil si, že se mu

letoun začal stáčet do strany. Alkohol v krvi mu v této situaci taky moc nepomohl a není vyloučeno, že se na místě startu nacházela lehká turbulence.

Prostorové dezorientace jsou většinou fatální, protože pilot není schopen nebezpečí rozpoznat a vykonat nápravu. V případě této nehody si pilot chybu uvědomil a snažil se nehodě zabránit. To znamená, že snížil rychlost sestupu na minimum, a proto letoun dopadl na zem téměř v horizontální poloze. Pilotova akce, i když přišla pozdě, snížila poškození letounu a pravděpodobně zabránila větším ztrátám na životech. [21]

## **6.2 2. října 1996, Lima (Peru)**

Třicet minut po startu z peruánské Limy se v noci na 2. října 1996 zřítil do Tichého oceánu Boeing 757 společnosti Aeroperu. Let č. 603 měl namířeno do Santiaga de Chile a na palubě bylo 61 pasažérů a 9 členů posádky. Havárii nikdo nepřežil.

Pár minut po startu si kapitán letu všiml, že každý výškoměr ukazuje jinou hodnotu. Za malou chvíli se přesně to stejné stalo i s rychloměry. Piloti měli pocit, že se jejich palubní počítač zbláznil. Vydával sérii nelogických povelů, například jim indikoval nízkou rychlost a zároveň varování před překročením maximální rychlosti.

Byla temná noc a letoun se zrovna nacházel nad hladinou Pacifiku, proto nebyli piloti schopni vizuálně určit polohu, rychlost ani výšku. Řídící letového provozu je neustále ubezpečoval, že se nacházejí ve FL100, i přes to že je GPWS systém varoval před blížícím se terénem. Tato situace bohužel nemohla skončit dobře a letoun havaroval.

Vyšetřování přišlo se šokujícím závěrem. Havárii způsobila obyčejná lepící páska. Když jde letoun na údržbu, zalepují se statické sondy lepící páskou, aby se do nich nedostala voda. Tyto sondy dodávají přístrojům údaje o tlaku okolního vzduchu. Tato informace je nezbytná pro určení rychlost a výšky. Technik tuto pásku ale zapomněl sundat a nikdo si toho nevšiml. Ani řídící letového provozu nebyl schopen pilotům pomoci, protože data o letounu mu posílal palubní počítač z údajů z kapitánovy strany. Bohužel přímo tam byla osudná lepící páska. Osud letounu byl zpečetěn. [22]

## 7 POROVNÁNÍ VÝKONNOSTI PILOTA

Noční létání je v dnešní době velmi rozšířené. Ovzduší je klidnější, je menší provoz a pokud je linka provozována přes Atlantský oceán ze západu na východ, tak provozovateli často nic jiného nezbývá než letět v noci, protože letecké tratě jsou zde jednosměrné. Ve dne z východu na západ a v noci naopak ze západu na východ. Samozřejmě se dá letět i mimo stanovené tratě. Potom je možné letět i v protisměru, je ale potřeba dané tratě nadletět nebo letět úplně mimo jejich prostor.

Další případ jsou společnosti, které provozují lety na dlouhé tratě, tzv. long haul flights. Tam se posádky setkávají s častým střídáním časových pásem. Není vyloučeno, že se jejich denní rytmus naprosto rozhází a mohou trpět různými poruchami spánku.

Otázkou ale je, zdali je noční létání více rizikové než létání ve dne. Pilot je jako každý jiný člověk v noci utlumený a reakce mohou být zpomalené. V létání může ale být rychlost reakce rozhodující. V dnešní době už jsou letadla opravdu skoro dokonalá, většinu letu odřídí autopilot. Proto by se mohlo zdát, že na denní době nezáleží. Pravdou ale je, že bez člověka by let nebylo možné provést. Autopilot nedokáže sám vzlétnout a pokud by se na letounu objevila nějaká rozsáhlá závada, mohlo by se stát, že se autopilot vypne. V tom případě je potřeba, aby byl pilot v pořádku, jak fyzicky, tak psychicky, aby zvládl problém vyřešit.

Výkonnost pilota ovlivňuje spousta faktorů. Jsou to například únava, stres, zkušenosti, počet nalétaných hodin na daném typu letounu, popřípadě osobní problémy ať už rodinné nebo finanční. Cílem experimentu bylo zjistit, jestli mezi faktory ovlivňující výkonnost pilota je i noční létání. Vědomé nedodržování biologických cirkadiánních rytmů by mohlo vést k narušení jak fyzického zdraví, tak psychické pohody pilota. I přes toto riziko je nočních letů velmi mnoho. Velký problém přitom nemusí být výhradně pouze noční lety, stejné riziko přinášejí i služby začínající velmi brzo ráno. Je dost pravděpodobné, že se pilot před výkonem služby vzbudí v nevhodné fázi spánku neboli NREM fázi a naruší si regenerační proces těla. S tímto stavem blízce souvisí únava, člověk totiž není schopný jít spát brzo, protože tělo není zvyklé usínat za denního světla.

Cílem tohoto experimentu bylo tedy nasimulovat denní a noční směnu a porovnat mezi sebou pozornost, soustředěnost, rychlost reakcí a pečlivé udržování stanovených výšek a rychlostí pilota. Byl také brán důraz na sledování jeho celkové psychické pohody. První let byl proveden mezi 12:00 a 16:00, ten druhý potom mezi 00:00 a 4:00. Pokus byl zaměřený na studenty letecké školy ve věkovém rozmezí 20 až 25 let. Pro experiment bylo nezbytné, aby dobrovolníci mezi lety odpočívali.

## 7.1 POPIS PROVEDENÍ EXPERIMENTU

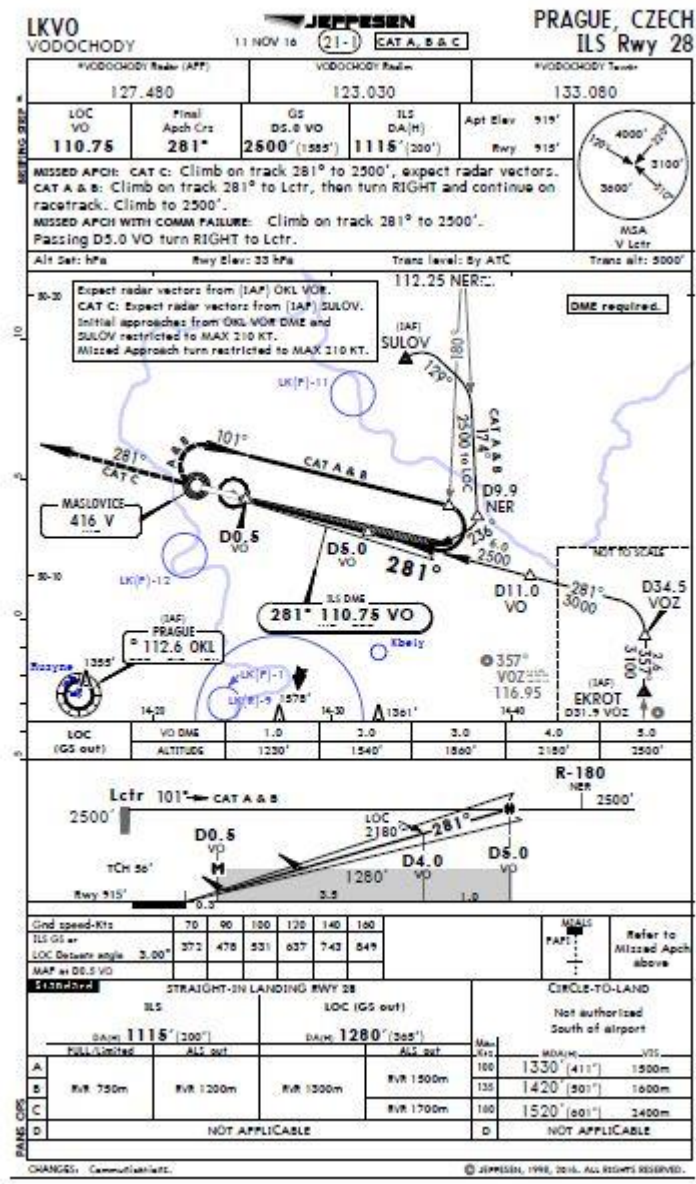
Experiment byl proveden na simulátoru letounu Beechcraft Baron na fakultě dopravní ČVUT v Praze. Byl to momentálně jediný simulátor, který mi byl pro výzkum k dispozici. Beechcraft Baron je šestimístný dvoumotorový letoun kategorie B. Maximální dolet je 1480 NM, maximální cestovní rychlost je 202 TAS a maximální vzletová hmotnost je 2495 kg. [23]

Zkoumaný let trval mezi 45 a 60 minutami v závislosti na dovednosti pilota. Byl to let z pražského Letiště Václava Havla na pražské neveřejné letiště Vodochody, z poloviny za VFR a z druhé poloviny za IFR. Letiště Vodochody bylo vybráno, protože má zajímavý postup nezdařeného přiblížení. Pilot by měl stoupat v kurzu dráhy, po dosažení NDB majáku Máslovice točit do kurzu 101° a pokračovat přes racetrack znovu do kurzu dráhy 28 a opět zahájit přiblížení. Do kurzu dráhy by měl točit po nalétnutí radiálu 180 od majáku VOR Neratovice. Byla tak prověřena pilotova práce s různými radionavigačními zařízeními. Celý postup přiblížení je zaznamenán na Obrázku 4. SULOV se nachází v horní části mapy. Odlet byl proveden z pražského Letiště Václava Havla, protože je v blízkosti Vodochod a nebylo tedy potřeba letět dlouhý traťový let. Ušetřený čas byl využit na prvky jednoduché pilotáže za VFR, hlavně pády a ostré zatáčky. V první části letu byly zkoumány jevy související hlavně se ztrátou denního světla a přirozeného horizontu. Druhá část byla zaměřená hlavně na přesnost pilota při stanovených procedurách. Byl brán důraz na dodržování stanovených tratí, výšek a rychlostí.

### 7.1.1 Popis experimentálního letu:

- Pilot byl přesunut na vyčkávací místo dráhy 24 v Praze. Bylo mu sděleno, že první část bude za VFR a potom bude pokračovat přes SULOV na ILS28 ve Vodochodech. Dále dostal pokyn pro nastavení frekvencí požadovaných radionavigačních zařízení a nastavení celého postupu přiblížení do navigace. Pilot dostal času, kolik potřeboval a měl oznámit připravenost k odletu.
- Vzlet za VFR z Letiště Václava Havla v Praze, z dráhy 24, vítr 240/03.
- Stoupání v kurzu dráhy do výšky 5000 stop.
- Vektory do prostoru severovýchodně od Prahy. Pilot měl stále udržovat výšku 5000 stop.
- 2x plné přetažení a 1x zatáčka o náklonu 45°.

- Pokyn DCT SULOV a přechod na IFR. SULOV je IAF neboli bod počátečního přiblížení na ILS dráhy 28 ve Vodochodech. Po přelétnutí SULOVu byl vydán pokyn klesat do 2500 stop. Změna počasí na ILS CAT III B.
- Povolení pro přiblížení ILS 28 ve Vodochodech. Bylo požadováno oznámení usazení na localizeru.
- Nastavena nedostatečná dráhová dohlednost, proto pilot nebyl schopen v minimech vidět dráhu.
- Go Around. Bylo požadováno kontaktovat ATC.
- Stoupání v kurzu dráhy do výšky 2500 stop. Jakmile se pilot dostal do vzdálenosti 3 NM DME dostal pokyn pro pokračování přes publikovaný racetrack zpět na ILS 28. Byla vydána instrukce o udržování rychlosti 130 uzlů. Zde se let odchyloval od publikované procedury, protože byla zkoumána soustředěnost pilota. Bylo využito momentu překvapení, kdy pilot takovou instrukci nečekal. Standardní postup je točit po přelétnutí NDB majáku Máslovice.
- Opět povolení do přiblížení ILS 28 ve Vodochodech. Opět bylo požadováno oznámení usazení na localizeru. Změna počasí na VFR.
- Nastaven vítr 110/20, pilot měl tedy silný přímý zadní vítr, což znamená, že nebyl schopen přistát na dráze 28.
- Pilot dostal povolení k přiblížení okruhem a bylo mu sděleno, aby oznámil polohu po větru. Byla vydána instrukce o udržování rychlosti 120 uzlů. Jakmile pilot oznámil polohu po větru, dostal povolení k přistání na dráhu 10.
- Provedeno přiblížení okruhem a přistání na dráhu 10.



Obrázek 4 Postup ILS přiblížení dráhy 28

## 7.2 SLOVNÍ KOMENTÁŘ VÝSLEDKŮ EXPERIMENTU

Slovní komentář obsahuje pro porovnání vždy fotografie určité části letu. Na levém obrázku se vždy nachází trajektorie letu ve dne, a naopak na obrázku vpravo je zobrazena trajektorie letu v noci. Samotný komentář je k dispozici pod každou fotografií.



## 7.2.1 PILOT 1

Studium: třetí ročník oboru Profesionální pilot na ČVUT v Praze

Pohlaví: muž

Věk: 22 let

Počet nalétaných hodin: 190 (z toho přístrojová doba: 85 h)

### 7.2.1.1 CELKOVÁ TRATĚ



Obrázek 5 Pilot 1 – celková trať

#### Den:

Pilot byl velice svědomitý, pečlivě si připravil kabinu, nezapomněl ani na odletový briefing. Vzlet byl v pořádku, hlásil všechny povinné informace. Krátce po vzletu se odchýlil z kurzu dráhy a stoupal kurzem 220°. Svoji chybu si ale brzy sám uvědomil a opravil. Po celou dobu letu pilot udržoval o 200 stop větší výšku. Na všechny pokyny reagoval správně a velmi rychle.

#### Noc:

Pilot byl opět velice pečlivý, vzlet provedl naprosto bez chyby. Krátce po vzletu se jeho soustředěnost ale prudce zhoršila. Začal říkat špatný volací znak a občas nerespektoval pokyny. V rozporu s vydanou instrukcí se pilot odchýlil o 10° doprava.

### 7.2.1.2 45° ZATÁČKA



Obrázek 6 Pilot 1 - zatáčka

Zatáčka byla provedena precizně jak ve dne, tak v noci. Při nočním letu měl pilot lehký problém s udržení výšky. Po dokončení zatáčky měl ale pouze o 100 stop více. Směr i náklon byl bez chyby.

### 7.2.1.3 PŘIBLÍŽENÍ



Obrázek 7 Pilot 1 - přiblížení

#### Den:

Přiblížení bylo provedeno velmi precizně, pilot dodržoval stanovené výšky i směr. Na finále zapomněl oznámit usazení na ILS. Nekontaktoval ATC po provedení postupu nezdařeného přiblížení.

#### Noc:

Pilot měl velký problém držet výšku, odchylka byla po většinu času větší než 300 stop. V jednu chvíli se odchýlil dokonce o 600 stop (pokyn byl udržovat 4000 stop a pak klesat do 2500 stop). Přelétl osu dráhy a dělalo mu lehké potíže nalétnout ILS a zapomněl oznámit jeho zachycení. V závěru na přiblížení dokonce stoupal. Postup nezdařeného přiblížení byl v pořádku.

#### 7.2.1.4 RACETRACK



Obrázek 8 Pilot 1 - racetrack

Postup nezdařeného přiblížení byl proveden dobře jak ve dne, tak v noci. Ani v jednom případě si ale pilot neuvědomil, že racetrack patří do postupů „reversal“ a pro kategorii B je maximální rychlost 140 kts. Ve dne měl pilot 160 kts, v noci dokonce 170 kts.

#### 7.2.1.5 PŘIBLÍŽENÍ OKRUHEM A PŘISTÁNÍ



Obrázek 9 Pilot 1 – přiblížení okruhem

##### Den:

Pilot nezahlásil požadovanou polohu po větru ani finále. Rychlost byla dobrá, dodržoval i směr a výšku. Přistání bylo hezké.

##### Noc:

Pilot udržoval předepsanou rychlost, ale podklesal stanovenou výšku. Nepovedla se mu závěrečná zatáčka a přelétl osu dráhy. Z této polohy se mu přistávalo velmi těžko a skoro se na dráhu netrefil. Podrovnání a dosednutí bylo hezké.

## 7.2.2 PILOT 2

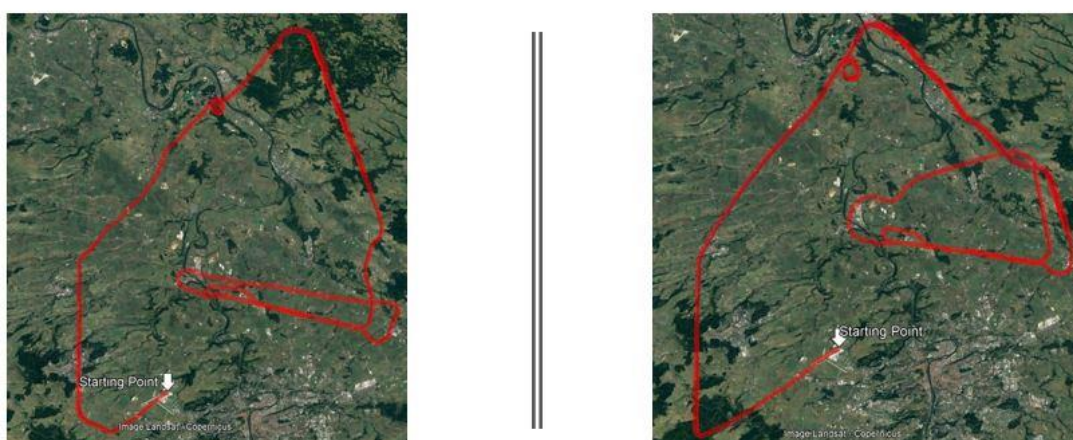
Studium: třetí ročník oboru Profesionální pilot na ČVUT v Praze

Pohlaví: muž

Věk: 22 let

Počet nalétaných hodin: 150 (z toho přístrojová doba: 35 h)

### 7.2.2.1 CELKOVÁ TRATĚ



Obrázek 10 Pilot 2 – celková trať

Den:

Pilot si pečlivě nastavil všechny radionavigační zařízení, zapomněl ale na nastavení trati do navigace. Po vzletu nestoupal v ose dráhy, ale odchytil se zhruba o 20° doleva. Při vektorování reagoval rychle, držel stanovenou výšku i směr. Po zhruba 5 minutách letu přestoupal danou výšku o 300 stop. Při obou pádech správná reakce, odchytil se z trati mírně doleva.

Noc:

Pilot si nastavil všechno potřebné, na nic nezapomněl. Při vzletu se opět odchytil mírně doleva od osy dráhy. Na pokyny reagoval rychle a správným způsobem. Dokázal precizně držet směr, ale měl problémy udržovat výšku. Po celou dobu VFR části letu se pohyboval o 200 stop níž.

### 7.2.2.2 ZATÁČKA



Obrázek 11 Pilot 2 - zatáčka

Pilot dostal pokyn provést zatáčku doprava o náklonu  $45^\circ$  a měl udržovat výšku 5000 stop. Ve dne tuto výšku přestoupal o 1200 stop a neudržel náklon  $45^\circ$ . Z levého obrázku je jasně patrné, že náklon postupně zvětšoval. V noci byla zatáčka provedena správně, pouze o 400 stop výš.

### 7.2.2.3 PŘIBLÍŽENÍ



Obrázek 12 Pilot 2 - přiblížení

#### Den:

Pilot měl na začátku velké problémy s nastavení trati. Před vzletem si trať nenastavil a za letu nedokázal zároveň pilotovat letadlo a pracovat s radionavigačními zařízeními. Proto nedokázal udržovat výšku, převedl letadlo skoro do pádu a byl neustále vlevo od trati s minimální snahou trať naletět. Výšku středního přiblížení také neudržel, podklesal jí o 200 stop. Na chvíli ztratil prostorovou orientaci a byly nutné vektory. Usazení na ILS v pořádku oznámil. Nerespektoval minima a pokračoval za nulové dohlednosti až na zem.

### Noc:

Pilot byl od začátku dost zmatený, na instrukce reagoval s lehkým zpožděním. Snažil se přiblížení letět podle majáku VOR, ale neměl přepnuté NAV1 na VLOC. Měl tam nastavené GPS a rozčiloval se, že to nefunguje správně. Výšku středního přiblížení podklesal o 100 stop a nebyl schopný naletět ILS, hodně přelétl kurzovou rovinu a musel se vrátet. Při postupu nezdařeného přiblížení převedl letadlo skoro do pádu, protože přitáhl a nepřidal výkon motoru. Na pokyny reagoval velice pomalu a musel hodně přemýšlet, co odpovědět.

#### 7.2.2.4 RACETRACK



Obrázek 13 Pilot 2 - racetrack

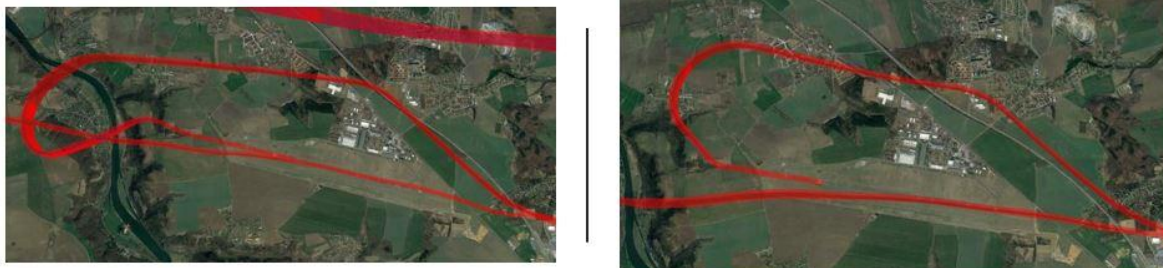
### Den:

Pilot nedokázal držet stanovenou rychlost a měl dokonce 180 uzlů. Dokázal udržovat stanovený směr, ale byl o 300 stop výš. Na konci přeletěl radiál 180 od NER a také osu dráhy.

### Noc:

Pilot opět nadržel rychlost, byl dokonce ještě rychlejší než na denním letu, měl 188 uzlů. Racetrack začal dobře, po dotočení do kurzu  $101^\circ$  se ale z nepochopitelných důvodů odchýlil z trati o  $60^\circ$  doleva a výchylku si neuvědomil. Dostal se daleko od trati a do osy dráhy byl vektorován. Výšku přestoupal o 200 stop.

### 7.2.2.5 PŘIBLÍŽENÍ OKRUHEM A PŘISTÁNÍ



Obrázek 14 Pilot 2 – přiblížení okruhem

#### Den:

Výšku měl zhruba o 200 stop větší, rychlost o 20 uzlů menší. V poloze po větru se přibližoval k dráze, a proto mu nevyšla poslední zatáčka, osu dráhy přeletěl z obou stran. Přistání bylo hezké.

#### Noc:

Tvar okruhu byl perfektní. Výšku podklesal o 200 stop, rychlost měl o 20 uzlů nižší. Neoznámil polohu po větru. Zatáčku na finále točil blízko dráze, proto byl hodně vysoko. Přistál na pravém okraji dráhy.

### **7.2.3 PILOT 3**

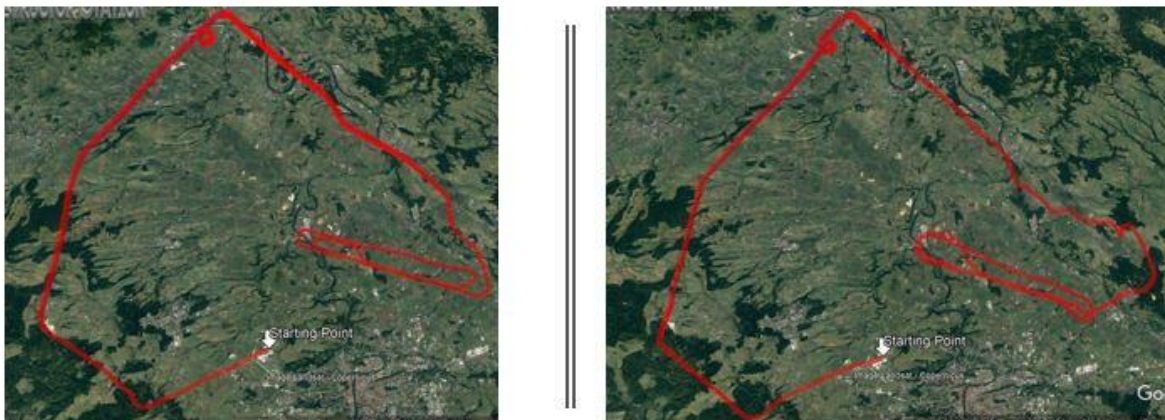
Studium: třetí ročník oboru Profesionální pilot na ČVUT v Praze

Pohlaví: muž

Věk: 22 let

Počet nalétaných hodin: 180 (z toho přístrojová doba: 85 h)

### 7.2.3.1 CELKOVÁ TRAI



Obrázek 15 Pilot 3 – celková trať

#### Den:

Vzlet proběhl v pořádku, pilot si dokonce jako jediný zkontroloval množství paliva v nádržích a nastavení kódu odpovídáče. Na pokyny reagoval rychle a bez problému, pouze jednou se odchýlil od trati zhruba o 30°. Chybu si ale uvědomil a opravil. Konstantně udržoval o 100 stop vyšší výšku. Oba pády byly v pořádku.

#### Noc:

Problémy se objevily už při vzletu. Pilot zapomněl uvolnit parkovací brzdu, nedokázal se na dráze udržet v ose, nedokázal vzlétnout, na konci dráhy se otočil o 360° a zasekl se. Bylo nutné ho znovu přesunout na dráhu. Po celý let se u něj projevovala agrese. Nadával jak okolním lidem, tak simulátoru. Výšku přestoupal o 800 stop. Pády byly v pořádku.



### 7.2.3.2 ZATÁČKA



Obrázek 16 Pilot 3 - zatáčka

Ve dne pilot během zatáčky nastoupal 100 stop, směr i náklon v naprostém pořádku. V noci pilot naopak 400 stop ztratil, počáteční náklon bylo kolem  $60^\circ$  a postupně se zmenšil na  $45^\circ$ .

### 7.2.3.3 PŘIBLÍŽENÍ



Obrázek 17 Pilot 3 - přiblížení

#### Den:

SULOV pilot nalétl v pořádku, potom se odchýlil doprava od trati. Zhruba po 2 minutách si chybu uvědomil a trať zpátky nalétl. Výšku měl o 200 stop vyšší. Sestup byl naprosto bez problému, pilot udržoval stabilizované přiblížení až do minim. Postup nezdařeného přiblížení byl také v pořádku, pouze ho pilot nezahlásil.

### Noc:

Pilot přiblížení nezvládl, byl od začátku velice nesamostatný, potřeboval asistenci i přes to, že má odlétáno 85 hodin IFRu. Výšku podklesal o 800 stop a nezaletěl publikovanou proceduru. Naprosto ztratil prostorovou orientaci a na ILS dráhy 28 se dostal až pomocí vektorů.

#### 7.2.3.4 RACETRACK



Obrázek 18 Pilot 3 - racetrack

### Den:

Proceduru se podařilo odlétnout bez problému. Pilot hezky držel směr i rychlost. Výšku přestoupal o 100 stop.

### Noc:

Pilot měl problém držet rychlost, dosáhl až 160 uzlů. Problémy mu dělal také směr, neustále se přibližoval k dráze. Z toho důvodu přelétl při závěrečném točení osu dráhy, svoji roli hrála samozřejmě i vyšší rychlost. Výška byla v pořádku.

#### 7.2.3.5 PŘIBLÍŽENÍ OKRUHEM A PŘISTÁNÍ



Obrázek 19 Pilot 3 – přiblížení okruhem

Den:

V pořádku, pouze pilot při hlášení nahlásil jinou dráhu. Při přistání vyplaval.

Noc:

Pilot neprovedl opravu na vítr, a proto byl jeho okruh velice široký. Podklesal výšku o 200 stop a zapomněl oznámit polohu po větru. Rychlost byla v pořádku. Přistání bylo v pořádku.

#### **7.2.4 PILOT 4**

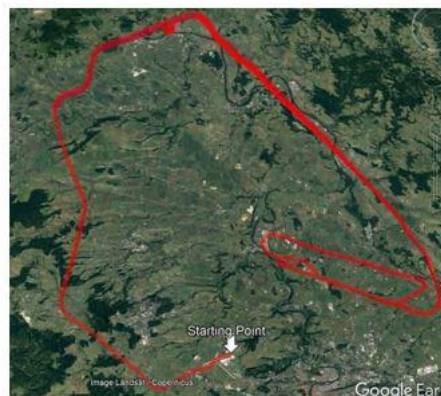
Studium: třetí ročník oboru Profesionální pilot na ČVUT v Praze

Pohlaví: muž

Věk: 22 let

Počet nalétaných hodin: 159 (z toho přístrojová doba: 53 h)

##### 7.2.4.1 CELKOVÁ TRATĚ



Obrázek 20 Pilot 4 – celková trať

Den:

Celý let proběhl v naprostém pořádku. Pilot dokázal precizně držet výšku i daný směr. Vzlet byl také bez problému. Pilot předvedl vynikající práci s mapami. Při prvním pádu se lehce odchýlil z trati, ale reakce byla správná. Druhý pád byl v pořádku.

## Noc:

Krátce po vzletu se odchýlil z trati a stoupal paralelně s dráhou. Poté svoji chybu ale napravil. Během vektorování se v rozporu s instrukcí odchýlil z trati o 60°. Zbytek letu proběhl v pořádku. Výšku pilot držel precizně. Oba pády byly také v pořádku.

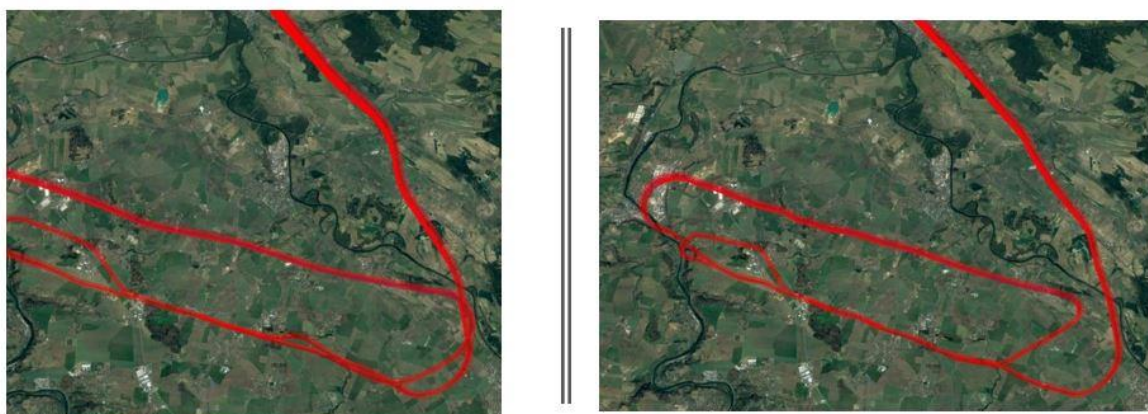
### 7.2.4.2 ZATÁČKA



Obrázek 21 Pilot 4 - zatáčka

Zatáčka o náklonu 45° byla v naprostém pořádku ve dne i v noci. Směr i náklon pilot dodržel. Během denního letu nastoupal 100 stop, během nočního naopak 100 stop ztratil.

### 7.2.4.3 PŘIBLÍŽENÍ



Obrázek 22 Pilot 4 - přiblížení

## Den:

Přiblížení bylo po všech stránkách v pořádku. Jediné, co by se dalo vytknout je to, že pilot přeletěl osu dráhy a později nalétnul ILS. Postup nezdařeného přiblížení byl v pořádku.

Noc:

Výšku měl pilot o 100 stop vyšší, trať byla v pořádku. Dokonce si pilot vzpomněl na briefing a provedl GUMPS check i přes to, že to nebylo požadováno. Na sestupu byl pilot lehce vlevo od trati. Postup nezdařeného přiblížení byl v pořádku.

#### 7.2.4.4 RACETRACK



Obrázek 23 Pilot 4 - racetrack

Den:

Při této proceduře udržoval pilot rychlost 160 uzlů, tedy o 30 uzlů vyšší, než bylo požadováno. Výšku i směr držel precizně.

Noc:

Krátce po vzletu se pilot odchýlil o 10° doprava. Výšku podklesal o 100 stop. Směr i rychlost byly v pořádku.

#### 7.2.4.5 PŘIBLÍŽENÍ OKRUHEM A PŘISTÁNÍ



Obrázek 24 Pilot 4 – přiblížení okruhem

Den:

Přiblížení okruhem bylo v pořádku. Pilot dokázal efektivně vyloučit snos větru a udržoval stanovenou rychlost i výšku. Přistání bylo mimo osu dráhy, ale bez problému.

Noc:

Pilot se celý úsek po větru lehce přibližoval k dráze, proto přetočil osu dráhy a musel se vracet. Rychlost byla v pořádku. Výšku pilot udržoval o 100 stop vyšší.

### 7.2.5 PILOT 5

Studium: první ročník oboru Profesionální pilot na ČVUT v Praze

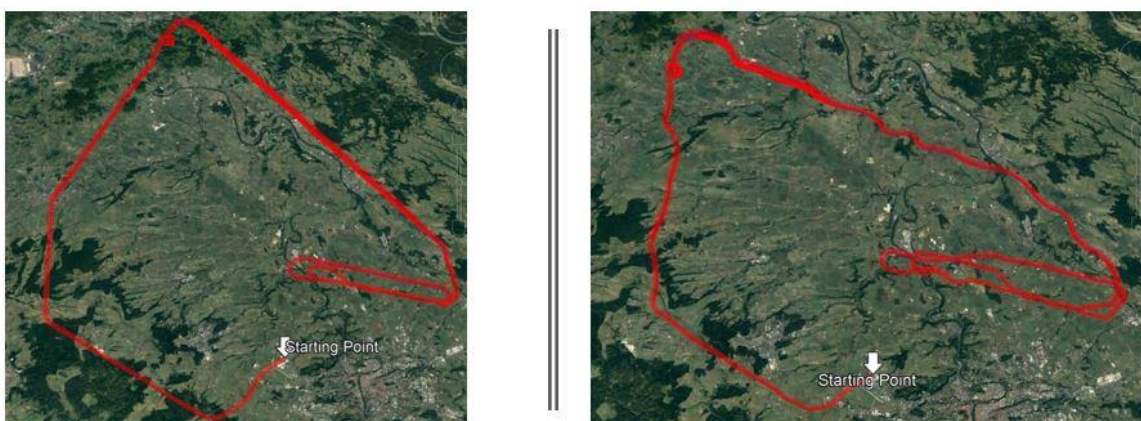
Pohlaví: muž

Věk: 20 let

Počet nalétaných hodin: 45 (z toho přístrojová doba: 0 h)

Pilot měl podstatně méně zkušeností než ostatní, proto před měřením absolvoval hodinový seznamovací let, kde mu byly vysvětleny a ukázány všechny potřebné procedury.

#### 7.2.5.1 CELKOVÁ TRAT'



Obrázek 25 Pilot 5 – celková trať

### Den:

Pilot se krátce po vzletu odchýlil z trati o 20° doleva a zapomněl zavřít klapky. Na pokyny reaguje ihned a správným způsobem. Výšku měl o 100 stop vyšší. Měl problém uvést letoun do pádu, protože se nedržel v horizontu a neustále klesal. Druhý pád byl v pořádku.

### Noc:

Vzlet byl v pořádku, ale na pokyny pilot reagoval až zhruba po 1 minutě. Výšku přestoupal o 200 stop. Oba pády byly v pořádku.

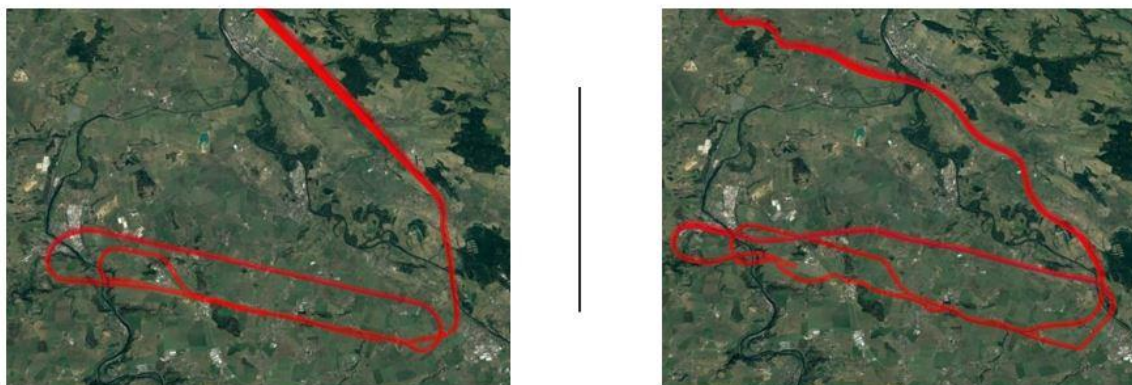
#### 7.2.5.2 ZATÁČKA



Obrázek 26 Pilot 5 - zatáčka

Během denního letu byl směr i náklon zatáčky v pořádku, ale pilot ztratil 200 stop výšky. Ve dne nezvládl pilot udržet náklon a postupně ho zvětšoval až na 60°. Nastoupal celých 700 stop.

#### 7.2.5.3 PŘIBLÍŽENÍ



Obrázek 27 Pilot 5 - přiblížení

#### Den:

Přiblížení bylo v pořádku, pilot se precizně držel na trati. Výšku měl ale o 100 stop vyšší. Na sestupu zapomněl oznámit usazení na ILS. Při postupu nezdařeného přiblížení si okamžitě úplně zavřel klapky.

#### Noc:

Pilotovi dělalo velký problém se udržet na trati, profil jeho trati připomíná sinusoidu. Výšku pilot udržoval v průměru o 200 stop vyšší. Na sestupu nedbal na omezení rychlostí pro klapky a podvozek, i přes to, že byl s parametry letounu seznámen. Postup nezdařeného přiblížení nezvládl, přivedl letoun na pádovou rychlost a dostal se do vývrtky.

#### 7.2.5.4 RACETRACK



Obrázek 28 Pilot 5 - racetrack

#### Den:

Výška a směr byly v pořádku, ale rychlost byla o 20 uzlů vyšší. Z tohoto důvodu přeletěl při závěrečné zatáčce osu dráhy.

#### Noc:

Pilot se po postupu nezdařeného přiblížení odchýlil o 50° doleva a z toho důvodu byl jeho přímý úsek bez traťového vedení moc blízko u dráhy. Byly potřeba vektory pro oddálení. Výška byla podklesána o 300 stop. Během celé procedury byla pilotem udržována o 10 uzlů menší rychlost.



#### 7.2.5.5 PŘIBLÍŽENÍ OKRUHEM A PŘISTÁNÍ



Obrázek 29 Pilot 5 – přiblížení okruhem

Den:

Přiblížení okruhem bylo v pořádku. Při přistání vyplavání a odskok.

Noc:

Pilot udržoval o 200 stop vyšší výšku. Okruh byl lehce užší, z toho důvodu přeletěl pilot při točení na finále osu dráhy. Přistání bylo v pořádku.

#### **7.2.6 PILOT 6**

Studium: třetí ročník oboru Profesionální pilot na ČVUT v Praze

Pohlaví: muž

Věk: 23 let

Počet nalétaných hodin: 160 (z toho přístrojová doba: 55 h)

### 7.2.6.1 CELKOVÁ TRAI



Obrázek 30 Pilot 6 – celková trať

#### Den:

Vzlet byl v pořádku, na pokyny pilot reagoval rychle a správně. Nastoupal ale o 500 stop více než byla instrukce. Směr dodržoval precizně. Oba pády byly také v pořádku.

#### Noc:

Pilot byl od začátku nervózní a vzteklý. Z toho důvodu reagoval na instrukce se zhruba 10 vteřinovým zpožděním. Výšku přestoupal o 200 stop. Oba pády byly v pořádku.

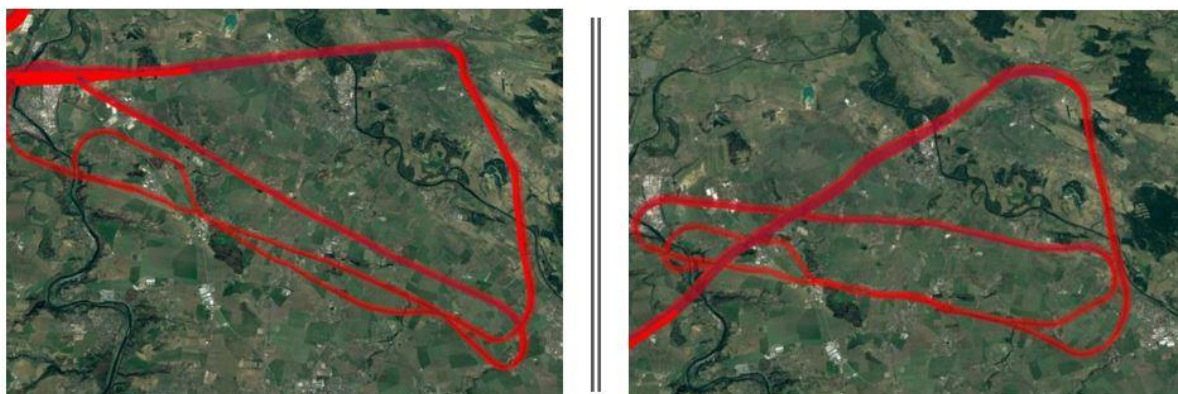
### 7.2.6.2 ZATÁČKA



Obrázek 31 Pilot 6 - zatáčka

Směr i náklon byly v pořádku v obou případech. Během denního letu pilot ztratil 600 stop, během nočního letu naopak 700 stop nastoupal.

### 7.2.6.3 PŘIBLÍŽENÍ



Obrázek 32 Pilot 6 - přiblížení

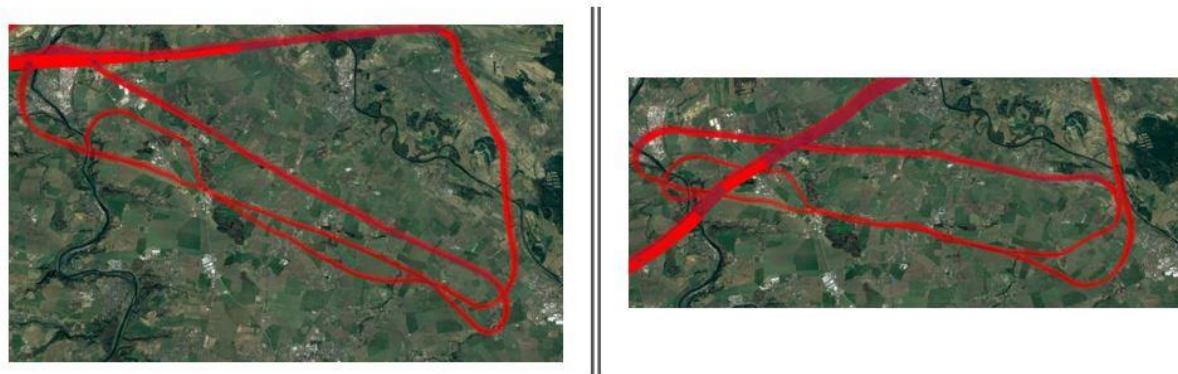
#### Den:

Celý postup přiblížení včetně postupu nezdařeného přiblížení proběhl bez problému a bez chyby. Pilot perfektně udržoval stanovenou výšku i trať, nezapomněl na žádné hlášení, ani na úkony.

#### Noc:

Instrukci letět přímo na SULOV pilot zaznamenal s minutovým zpožděním. Přelétl osu dráhy, a proto pozdě nalétl ILS. Během kontroly minim v mapě převedl letoun do prudké zatáčky o náklonu přes 60° a situaci vybral až těsně před pádem. Výšku středního přiblížení podklesal o 800 stop. Postup nezdařeného přiblížení byl v pořádku.

### 7.2.6.4 RACETRACK



Obrázek 33 Pilot 6 - racetrack

Den:

Pilot se odchýlil od publikované trati o 10° doprava, proto se po celou dobu přibližoval k dráze. Z toho důvodu přelétl osu dráhy a kurzový paprsek nalétl až na druhý pokus. Rychlost i výška byly v pořádku.

Noc:

Procedura byla až na rychlost v pořádku. Rychlost byla o 20 uzlů vyšší.

#### 7.2.6.5 PŘIBLÍŽENÍ OKRUHEM A PŘISTÁNÍ



*Obrázek 34 Pilot 6 – přiblížení okruhem*

Den:

Tvar okruhu i výška byly v pořádku. Rychlost byla o 10 uzlů vyšší.

Noc:

Pilot byl na přiblížení pod sestupovým paprskem a potom nesklesal až do výšky pro přiblížení okruhem, byl o 100 stop výš. V rozporu s danou instrukcí udržoval rychlost a 10 uzlů menší. V poloze po větru se pomalu přibližoval k dráze, proto mu potom nevyšla závěrečná zatáčka.

## 7.2.7 PILOT 7

Studium: druhý ročník oboru Letový provoz na VŠO v Praze

Pohlaví: muž

Věk: 25 let

Počet nalétaných hodin: 80 (z toho přístrojová doba: 10 h)

### 7.2.7.1 CELKOVÁ TRAI



Obrázek 35 Pilot 7 – celková trať

Den:

Let byl až na výšku v pořádku. Výšku pilot držel o 500 stop vyšší. Oba pády také v pořádku.

Noc:

Pilot si před vzletem zapomněl odbrzdít parkovací brzdu a rozčiloval se, že simulátor nefunguje. Po vzletu nastoupal do výšky, která byla o 200 stop vyšší než stanovená. Při instrukci klesat zpátky se rozčiloval a nechtěl. Směr byl držen precizně. Oba pády byly v pořádku.

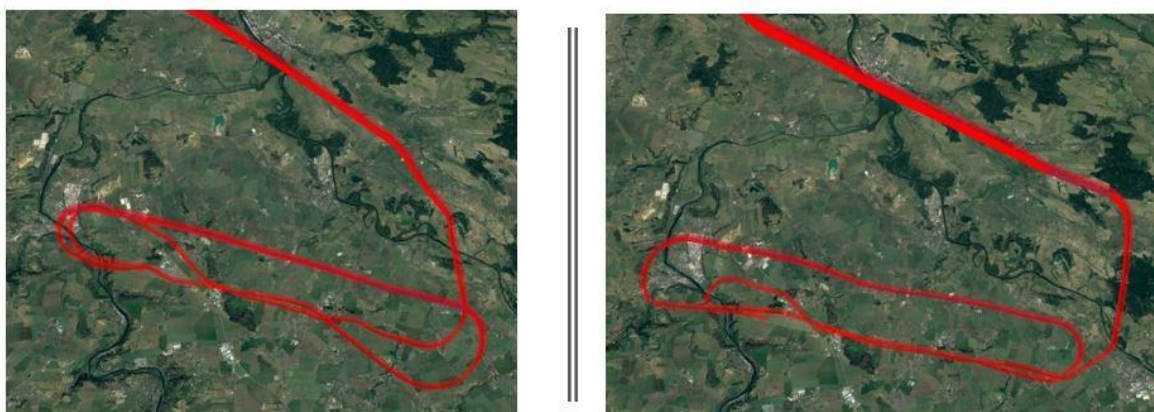
### 7.2.7.2 ZATÁČKA



Obrázek 36 Pilot 7 - zatáčka

Ve dne byla zatáčka v pořádku, pilot ztratil 200 stop. V noci pilot výšku zvládl udržet, měl ale vyšší náklon. Svoji chybu si uvědomil a druhá polovina zatáčky už byla provedena precizně.

### 7.2.7.3 PŘIBLÍŽENÍ



Obrázek 37 Pilot 7 - přiblížení

#### Den:

Směr byl v pořádku, pilot se precizně držel na trati. Pouze výška mu dělala problémy. Výšku středního přiblížení podklesal o 700 stop. Postup nezdařeného přiblížení byl v pořádku.

#### Noc:

Pilot zapomněl nalétnout radiál 174° od NER, což bylo součástí procedury. Do osy dráhy 28 byl vektorován. Výška středního přiblížení byla podklesána o 300 stop. Sestup byl v pořádku, ale postup nezdařeného přiblížení byl proveden až na pokyn, pilot by jinak pokračoval pod minima i přes to, že RVR nebyla dostatečná.

#### 7.2.7.4 RACETRACK



Obrázek 38 Pilot 7 - racetrack

##### Den:

Směr i výška byly v pořádku, ale rychlost byla o 30 uzlů vyšší. Z toho důvodu byl poloměr závěrečné zatáčky velmi velký a pilot podstatně přelétl osu dráhy.

##### Noc:

Tvar procedury byl v pořádku. Výšku pilot podklesal o 200 stop a rychlost udržoval o 35 uzlů vyšší.

#### 7.2.7.5 PŘIBLÍŽENÍ OKRUHEM A PŘÍSTÁNÍ



Obrázek 39 Pilot 7 – přiblížení okruhem

##### Den:

Výšku držel pilot o 100 stop vyšší, rychlost byla v pořádku. V poloze po větru se neustále vzdaloval od letiště a málem srazil komíny v Neratovicích. Na finále zatočil hezky a přistání bylo také v naprostém pořádku.

Noc:

Výšku držel pilot precizně, rychlost byla také v pořádku. Tvar okruhu pilot dodržel a přistání bylo v pořádku.

### **7.2.8 PILOT 8**

Studium: třetí ročník oboru Profesionální pilot na ČVUT v Praze

Pohlaví: muž

Věk: 24 let

Počet nalétaných hodin: 170 (z toho přístrojová doba: 55 h)

#### 7.2.8.1 CELKOVÁ TRAI



*Obrázek 40 Pilot 8 – celková trať*

Den:

Vzlet proběhl v pořádku, krátce po něm se pilot ale odchýlil z trati. Svoji chybu si uvědomil zhruba po minutě a směr opravil. Na pokyny reagoval rychle a dané směry udržoval precizně. Výšku měl o 100 stop větší. Oba pády byly v pořádku.

Noc:

Pilot byl už od začátku otrávený a znuďený. Na pokyny reagoval rychle, ale měl problémy daný směr udržovat. Pravidelně se z trati odchýloval až o 30°. Celkově působil velmi nesoustředěným a rozhozeným dojmem. Let ho extrémně nebavil, prakticky hned po vzlet žádal DCT SULOV. Jeho žádosti nebylo vyhověno. Výšku podklesal o 400 stop.



Při prvním pádu byla pilotova reakce extrémně pomalá, několik vteřin mu trvalo, než si uvědomil, že padá. Druhý pád byl v pořádku.

#### 7.2.8.2 ZATÁČKA



Obrázek 41 Pilot 8 - zatáčka

Během denního letu byla zatáčka v pořádku. V noci pilot nastoupal 300 stop a počáteční náklon byl 60°.

#### 7.2.8.3 PŘIBLÍŽENÍ



Obrázek 42 Pilot 8 - přiblížení

#### Den:

Přiblížení bylo po všech stránkách v pořádku.

#### Noc:

Pilot měl lehký problém držet směr, od trati se neustále odchyloval střídavě doprava a doleva. Výšku středního přiblížení podklesal o 200 stop, a i na sestupu byl níž, než by měl být.

Při zpomalování letounu na rychlost, při které je možné vysunout klapky, mu utekl kurzový paprsek. Zapomněl oznámit usazení na ILS. Postup nezdařeného přiblížení neoznámil a danou výšku potom přestoupal o 500 stop.

#### 7.2.8.4 RACETRACK



Obrázek 43 Pilot 8 - racetrack

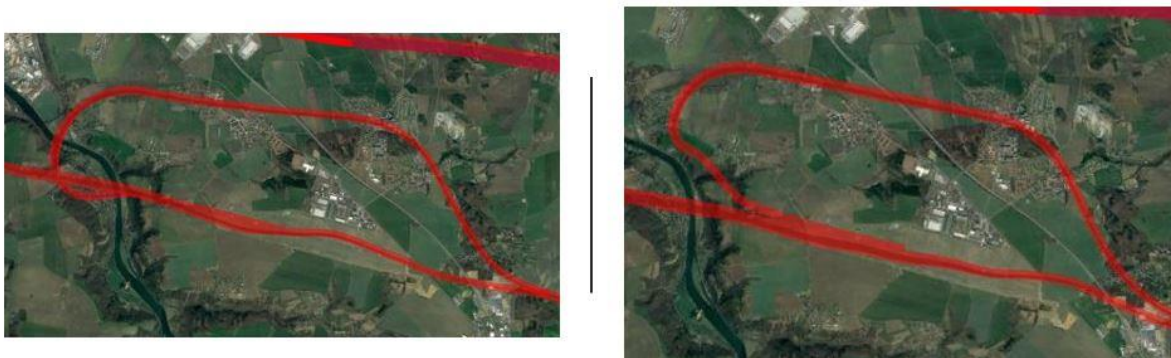
#### Den:

Racetrack byl širší, než bylo publikováno. Výšku i rychlost držel pilot precizně.

#### Noc:

Na přímém úseku bez traťového vedení se pilot po celou dobu vzdaloval od dráhy, proto mu v závěru trvalo déle nalétnout ILS. Výšku měl o 100 stop větší a rychlost na opak o 30 uzlů nižší.

#### 7.2.8.5 PŘIBLÍŽENÍ OKRUHEM A PŘISTÁNÍ



Obrázek 44 Pilot 8 – přiblížení okruhem

Den:

Pilot se po větru přibližoval k dráze, proto mu nevyšla zatáčka na finále a přeletěl osu. Výška byla v pořádku. Rychlost pilot udržoval o 10 uzlů nižší. Přistání bylo v pořádku.

Noc:

Tvar okruhu i výška byly v pořádku. Pilot zapomněl oznámit polohu po větru. Rychlost měl o 20 uzlů nižší. Přistání bylo v pořádku.

### 7.2.9 PILOT 9

Studium: třetí ročník oboru Profesionální pilot na ČVUT v Praze

Pohlaví: muž

Věk: 25 let

Počet nalétaných hodin: 122 (z toho přístrojová doba: 12 h)

#### 7.2.9.1 CELKOVÁ TRAI



Obrázek 45 Pilot 9 – celková trať

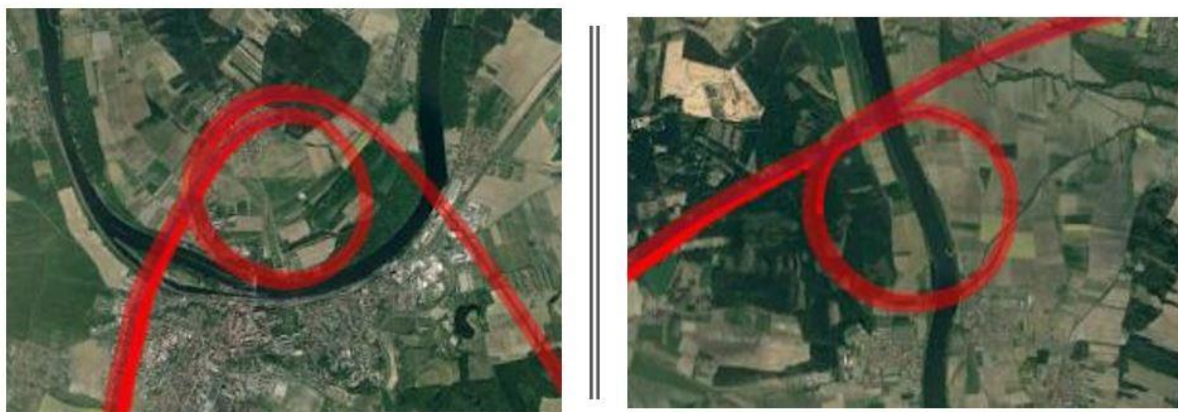
Den:

Vzlet proběhl v pořádku. Na pokyny reaguje pilot rychle, občas se ale odchýlí z trati v rozmezí 10°. Výška byla po celou dobu letu o 100 stop vyšší. Oba pády byly v pořádku.

### Noc:

Při rozjezdu měl pilot problém se udržet v ose dráhy. Po vzletu přivedl letadlo skoro do pádu. Na pokyny reagoval se zpožděním a pravidelně se odchyloval z trati. Výšku přestoupal o 400 stop. Oba pády byly v pořádku.

#### 7.2.9.2 ZATÁČKA



Obrázek 46 Pilot 9 - zatáčka

Náklon byl v pořádku jak ve dne, tak v noci. Ve dne se projevila pilotova nepozornost a přetočil směr o 90°. V průběhu zatáčky bylo ztraceno 100 stop výšky. V noci už si dal pilot pozor a směr si pohlídal. Ztratil 200 stop výšky.

#### 7.2.9.3 PŘIBLÍŽENÍ



Obrázek 47 Pilot 9 - přiblížení

### Den:

Pilot nedokázal udržet stanovenou výšku a letět o 300 stop výš. Dělal mu také problém stabilizovat se na ILS. Počáteční přiblížení i sestup byly v pořádku. Při postupu nezdařeného přiblížení přivedl letoun na pádovou rychlost.

Noc:

Pilot byl po celou dobu extrémně nepříjemný, místo odpovědí na pokyny jen nadával. Výšku středního přiblížení držel o 800 stop vyšší a pokyn klesat odmítl. Na čtvrté míli neudržel kurzový paprsek a musel být proveden předčasný postup nezdařeného přiblížení, protože pilot se už nebyl schopný vrátit.

7.2.9.4 RACETRACK



Obrázek 48 Pilot 9 - racetrack

Den:

Racetrack byl celkově hodně široký, protože měl pilot o celých 60 uzlů vyšší rychlost, proto byl poloměr zatáček obrovský. Výšku měl pilot o 100 stop menší, všechno ostatní v pořádku.

Noc:

Pilot na třetí míli nezačal točit, stalo se tak až na pokyn ve vzdálenosti 4 NM. Výšku podklesal o 300 stop a rychlost měl vyšší o neuvěřitelných 75 uzlů. Pilot nadával a odmítl chybu napravit.

#### 7.2.9.5 PŘIBLÍŽENÍ OKRUHEM A PŘISTÁNÍ



Obrázek 49 Pilot 9 – přiblížení okruhem

##### Den:

Pilot točil do okruhu pozdě, prakticky až nad prahem dráhy 28. Výšku přestoupal o 300 stop a rychlost měl o 50 uzlů vyšší. Přistání bylo v pořádku.

##### Noc:

Tvar první části okruhu v pořádku. Výšku pilot podklesal o 200 stop a rychlost měl o 60 uzlů vyšší. Z toho důvodu přelétl při točení na finále osu dráhy a měl značný problém přistát.

### **7.2.10 PILOT 10**

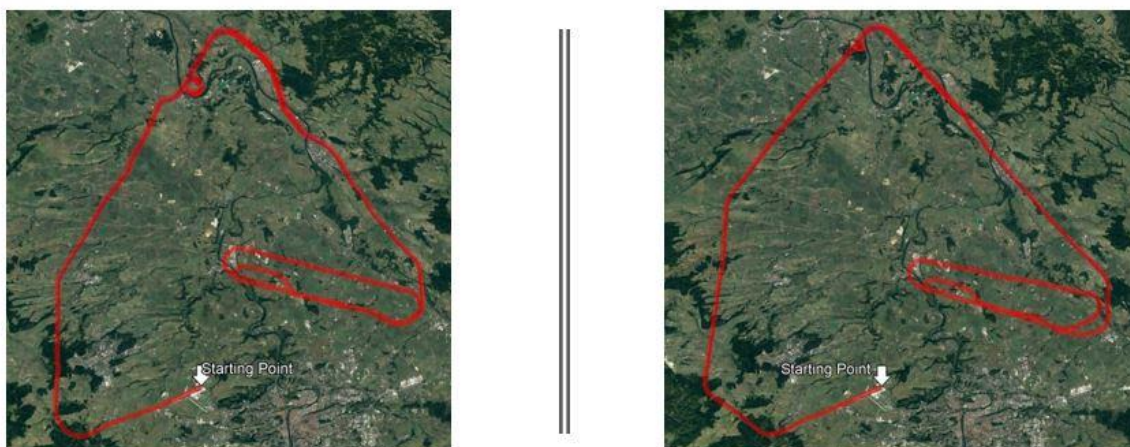
Studium: třetí ročník oboru Profesionální pilot na ČVUT v Praze

Pohlaví: muž

Věk: 22 let

Počet nalétaných hodin: 180 (z toho přístrojová doba: 67 h)

### 7.2.10.1 CELKOVÁ TRAI



Obrázek 50 Pilot 10 – celková trať

#### Den:

Let byl proveden precizně. Na pokyny pilot reagoval ihned a správně, dokázal držet daný směr i výšku. Oba pády byly v pořádku.

#### Noc:

Vzlet byl v pořádku, na pokyny reagoval pilot rychle a správným způsobem. Výšku přestoupal o 100 stop. Na pilotovi byla znát lehká únava a otrávenost. Oba pády byly v pořádku.

### 7.2.10.2 ZATÁČKA



Obrázek 51 Pilot 10 – zatáčka

Směr i náklon byl v pořádku v obou případech. Pilot ztratil během zatáčky 100 stop jak ve dne, tak v noci.

### 7.2.10.3 PŘIBLÍŽENÍ



Obrázek 52 Pilot 10 – přiblížení

#### Den:

Pilot měl problémy držet výšku, po celou dobu letu udržoval o 400 stop víc. Zapomněl oznámit usazení na ILS. Sestup byl v pořádku, ale pilot zapomněl oznámit postup nezdařeného přiblížení.

#### Noc:

Pilot provádí pokyny se zpožděním a sarkastickými poznámkami. Výšku středního přiblížení podklesal o 200 stop. Zapomněl oznámit usazení na ILS i postup nezdařeného přiblížení.

### 7.2.10.4 RACETRACK



Obrázek 53 Pilot 10 - racetrack

#### Den:

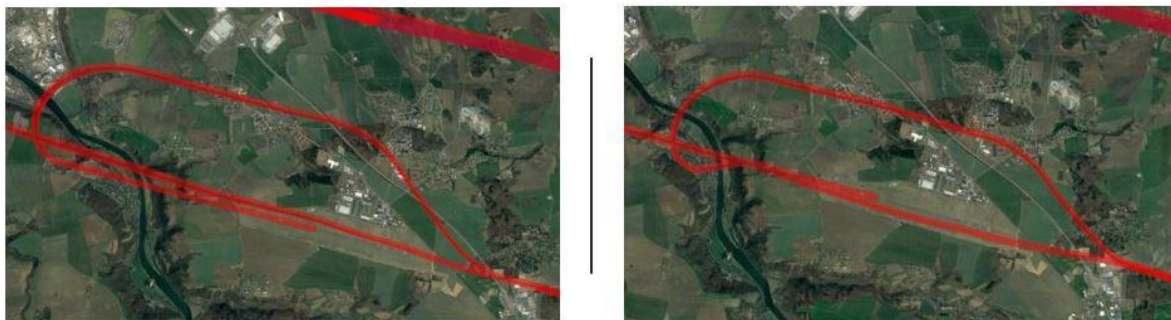
Směr byl v pořádku. Výška byla o 200 stop vyšší a rychlost byla vyšší o 30 uzlů.



Noc:

Směr byl v pořádku. Výška byla o 200 stop vyšší a rychlost byla vyšší o 30 uzlů.

#### 7.2.10.5 PŘIBLÍŽENÍ OKRUHEM A PŘISTÁNÍ



*Obrázek 54 Pilot 10 – přiblížení okruhem*

Den:

Tvar okruhu byl v pořádku, ale pilot zapomněl oznámit polohu po větru. Rychlost držel precizně, ale výšku měl o 100 stop vyšší. Přistání bylo v pořádku.

Noc:

Pilot byl agresivní, na sestupu se nedokázal stabilizovat na localizeru. Tvar okruhu byl v pořádku, ale pilot zapomněl oznámit polohu po větru. Výška byla držena precizně, ale rychlost byla o 20 uzlů menší.

## 7.3 VYHODNOCENÍ EXPERIMENTU

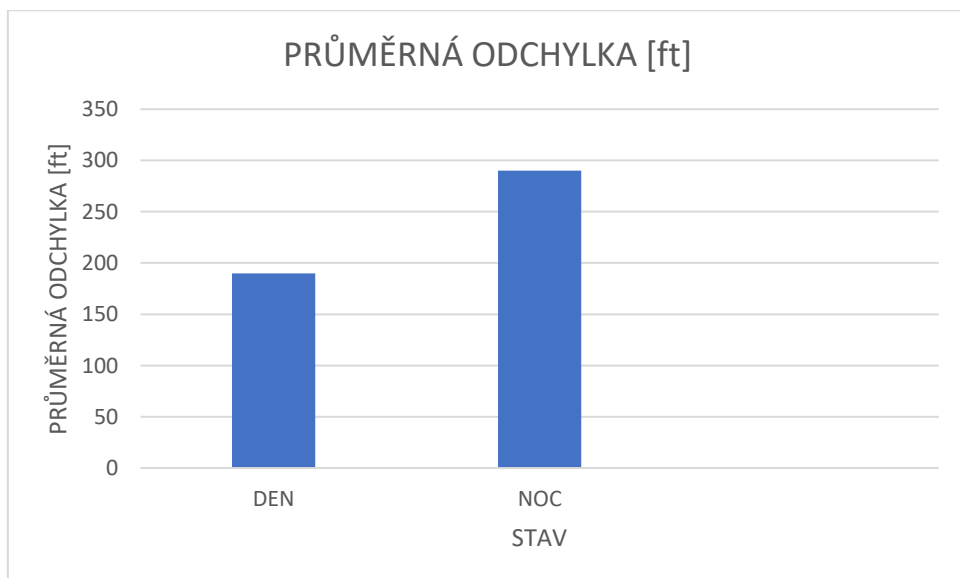
### 7.3.1 ČÁST 1 – CELKOVÁ TRAI

Vyhodnocovaná byla odchylka od předem zadané výšky. Rychlost v téhle fázi letu nebyla definována, proto nebylo možné určit odchylky. To ale pro parametr celkové trati nemá nijaký efekt. Výsledky jsou pro jednotlivá měření uvedené v tabulce 1.

PILOT	STAV	VÝŠKA [ft]	RYCHLOST [kts]
1	den	200	-
	noc	400	-
2	den	300	-
	noc	200	-
3	den	100	-
	noc	800	-
4	den	0	-
	noc	0	-
5	den	100	-
	noc	200	-
6	den	500	-
	noc	200	-
7	den	500	-
	noc	200	-
8	den	100	-
	noc	400	-
9	den	100	-
	noc	400	-
10	den	0	-
	noc	100	-

Tabulka 1 Výsledné odchylky od stanovených výšek

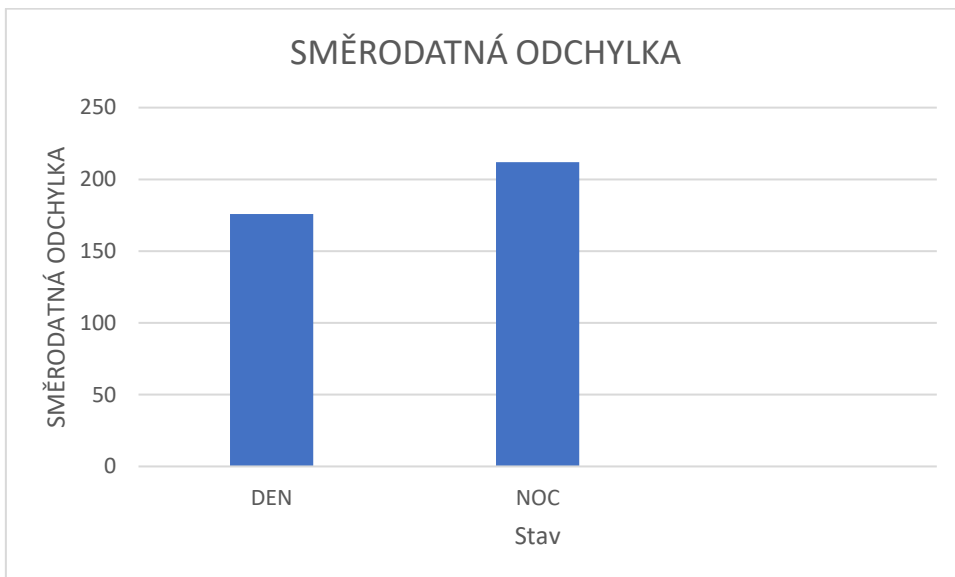
Aritmetický průměr odchylek od stanovené výšky letu jednotlivých dobrovolníků je pro jednotlivé měřené stavy vyneseny v následujícím grafu. Hodnoty jsou uvedené ve stopách.



Obrázek 55 Graf průměru odchylek od stanovené výšky letu pro jednotlivé měřené stavy

Přesnost pilotáže se v noci během VFR části letu zhoršila o 53 %.

Směrodatná odchylka průměru odchylek od stanovené výšky letu dobrovolníků je pro jednotlivé měřené stavy vynesena v následujícím grafu.



Obrázek 56 Graf směrodatné odchylky průměru dat

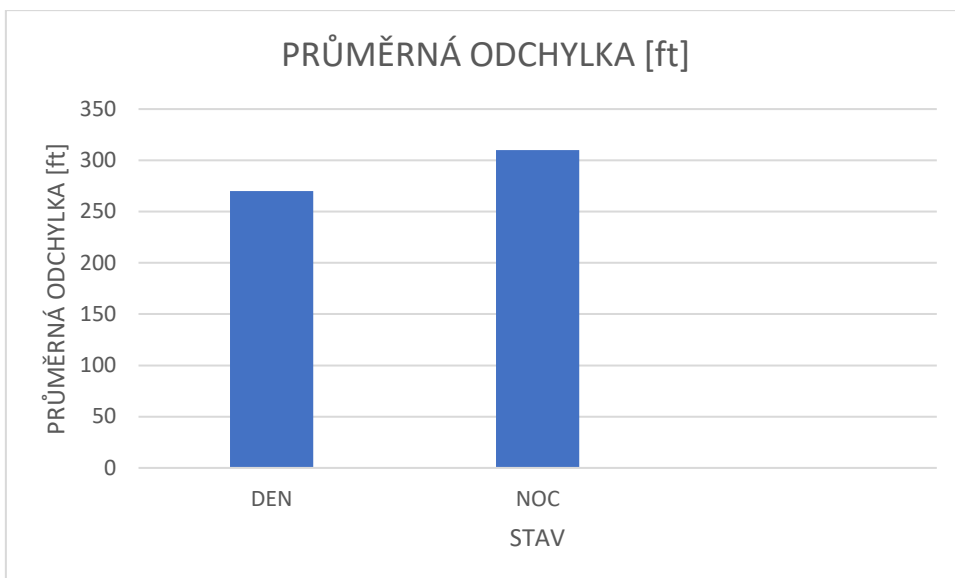
### 7.3.2 ČÁST 2 – ZATÁČKA O NÁKLONU 45°

Vyhodnocovaná byla odchylka od předem zadané výšky. Rychlost v této fázi letu nebyla definována, proto nebylo možné určit odchylky. To ale pro parametr přesnosti pilotáže v zatáčce nemá nijaký efekt. Výsledky jsou pro jednotlivá měření uvedené v tabulce 2.

PILOT	STAV	VÝŠKA [ft]	RYCHLOST [kts]
1	den	100	-
	noc	200	-
2	den	1200	-
	noc	400	-
3	den	100	-
	noc	400	-
4	den	100	-
	noc	100	-
5	den	200	-
	noc	700	-
6	den	600	-
	noc	700	-
7	den	200	-
	noc	0	-
8	den	0	-
	noc	300	-
9	den	100	-
	noc	200	-
10	den	100	-
	noc	100	-

*Tabulka 2 Výsledné odchylky od stanovených výšek*

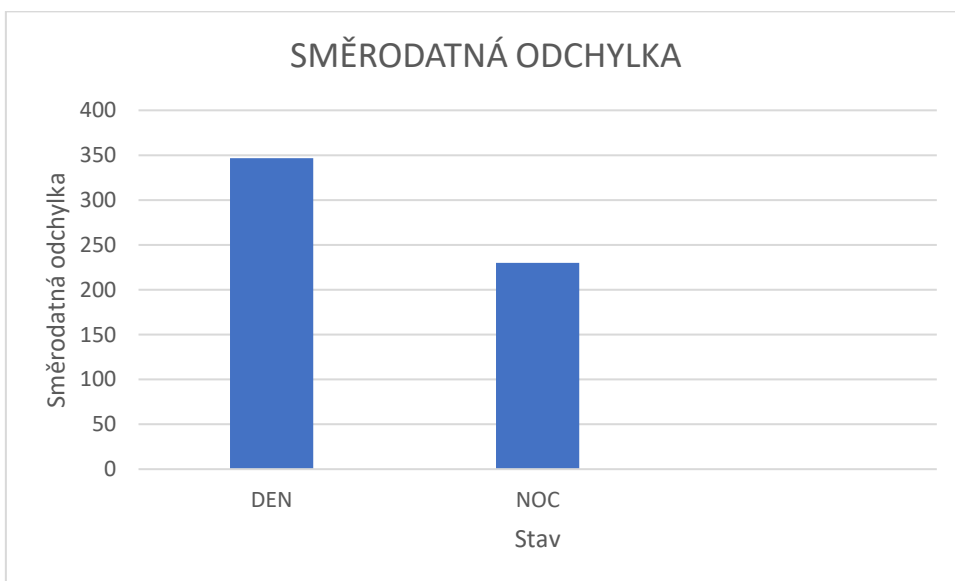
Aritmetický průměr odchylek od stanovené výšky letu jednotlivých dobrovolníků je pro jednotlivé měřené stavy vyneseny v následujícím grafu. Hodnoty jsou uvedené ve stopách.



Obrázek 57 Graf průměru odchylek od stanovené výšky letu pro jednotlivé měřené stavy

Přesnost pilotáže se v zatáčce o náklonu 45° v noci zhoršila o 15 %.

Směrodatná odchylka průměru odchylek od stanovené výšky letu dobrovolníků je pro jednotlivé měřené stavy vynesena v následujícím grafu.



Obrázek 58 Graf směrodatné odchylky průměru dat

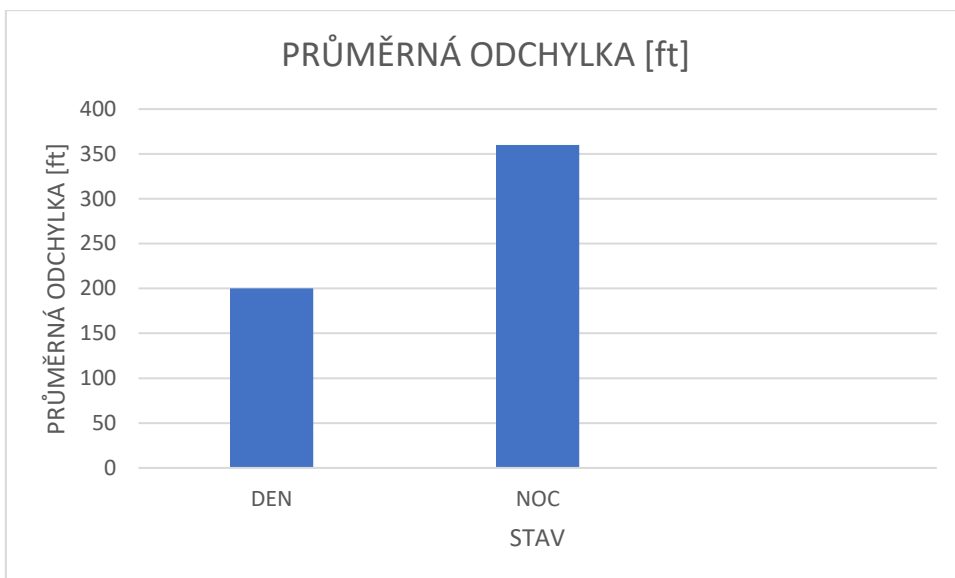
### 7.3.3 ČÁST 3 – PŘIBLÍŽENÍ

Vyhodnocovaná byla odchylka od předem zadané výšky. Rychlost v této fázi letu nebyla definována, proto nebylo možné určit odchylky. To ale pro parametr přesnosti pilotáže během ILS přiblížení nemá nijaký efekt. Výsledky jsou pro jednotlivá měření uvedené v tabulce 3.

PILOT	STAV	VÝŠKA [ft]	RYCHLOST [kts]
1	den	100	-
	noc	100	-
2	den	200	-
	noc	100	-
3	den	200	-
	noc	800	-
4	den	0	-
	noc	100	-
5	den	100	-
	noc	200	-
6	den	0	-
	noc	800	-
7	den	700	-
	noc	300	-
8	den	0	-
	noc	200	-
9	den	300	-
	noc	800	-
10	den	400	-
	noc	200	-

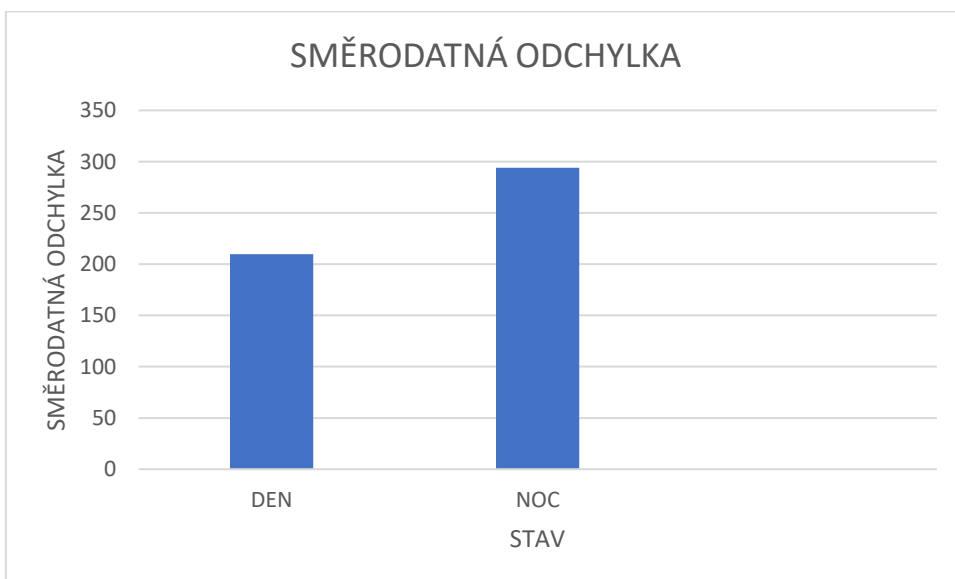
*Tabulka 3 Výsledné odchylky od stanovených výšek*

Aritmetický průměr odchylek od stanovené výšky letu jednotlivých dobrovolníků je pro jednotlivé měřené stavy vyneseny v následujícím grafu. Hodnoty jsou uvedené ve stopách.



Obrázek 59 Graf průměru odchylek od stanovené výšky letu pro jednotlivé měřené stavy

Směrodatná odchylka průměru odchylek od stanovené výšky letu dobrovolníků je pro jednotlivé měřené stavy vynesena v následujícím grafu.



Obrázek 60 Graf směrodatné odchylky průměru dat

Přesnost pilotáže se během celého postupu ILS přiblížení na dráhu 28 ve Vodochodech v noci zhoršila o celých 80 %.

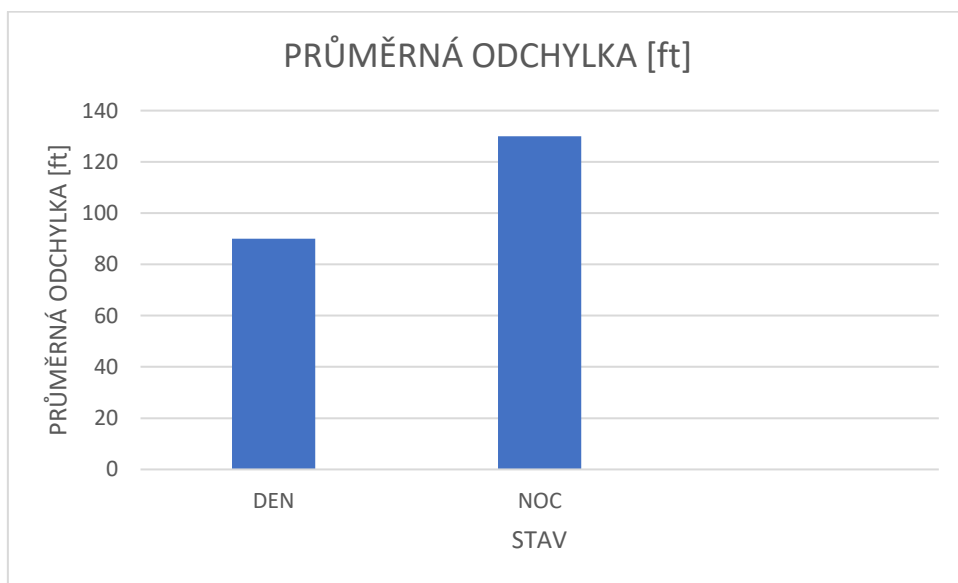
### 7.3.4 ČÁST 4 – RACETRACK

Vyhodnocovaná byla odchylka od předem zadané výšky a od předem zadané rychlosti. Výsledky jsou pro jednotlivá měření uvedené v tabulce 4.

PILOT	STAV	VÝŠKA [ft]	RYCHLOST [kts]
1	den	200	30
	noc	100	40
2	den	300	50
	noc	200	58
3	den	100	0
	noc	0	30
4	den	0	30
	noc	100	0
5	den	0	20
	noc	300	10
6	den	0	0
	noc	0	20
7	den	0	30
	noc	0	35
8	den	0	0
	noc	100	30
9	den	100	60
	noc	300	75
10	den	200	0
	noc	200	20

Tabulka 4 Výsledné odchylky od stanovených výšek a rychlostí

Aritmetický průměr odchylek od stanovené výšky letu jednotlivých dobrovolníků je pro jednotlivé měřené stavy vyneseny v následujícím grafu. Hodnoty jsou uvedené ve stopách.

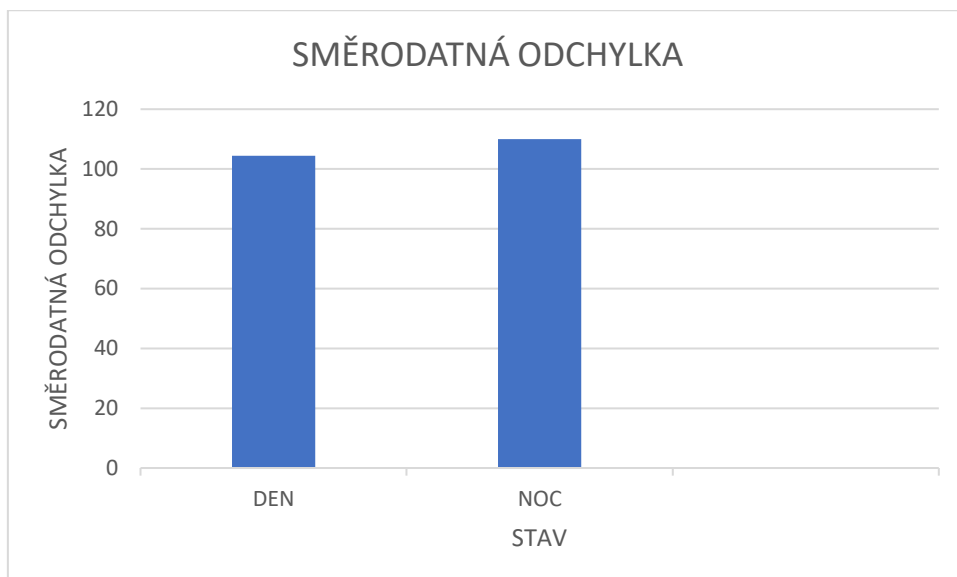


Obrázek 61 Graf průměru odchylek od stanovené výšky letu pro jednotlivé měřené stavy



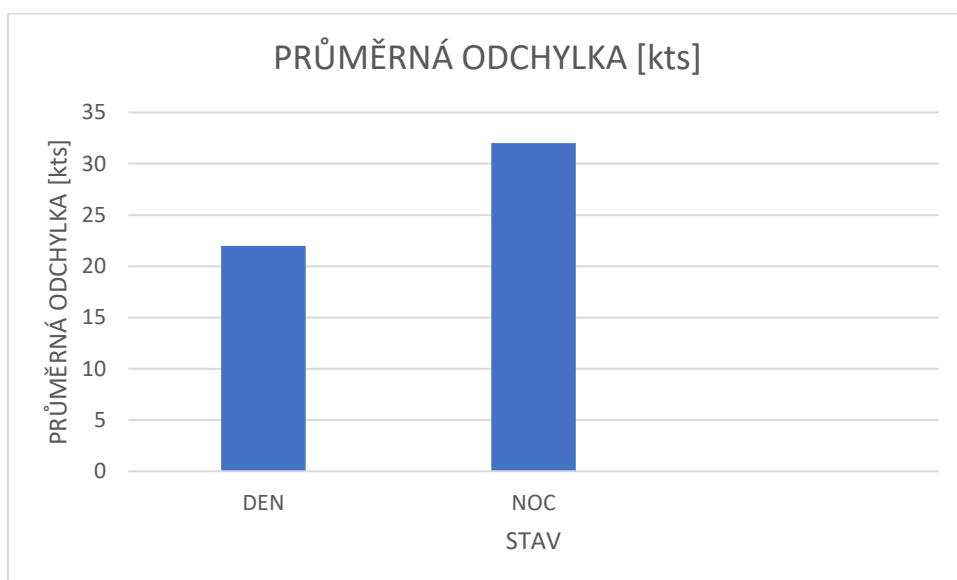
Přesnost pilotáže z hlediska udržení stanovené výšky během postupu racetrack se v noci zhoršila o 44 %.

Směrodatná odchylka průměru odchylek od stanovené výšky letu dobrovolníků je pro jednotlivé měřené stavy vynesena v následujícím grafu.



Obrázek 62 Graf směrodatné odchylky průměru dat

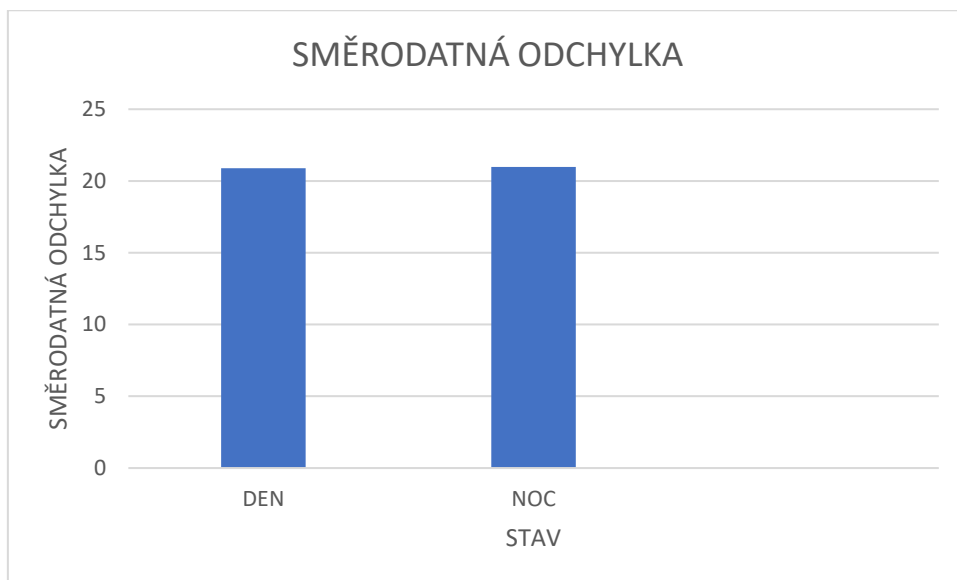
Aritmetický průměr odchylek od stanovené rychlosti letu jednotlivých dobrovolníků je pro jednotlivé měřené stavy vyneseny v následujícím grafu. Hodnoty jsou uvedené v uzlech.



Obrázek 63 Graf průměru odchylek od stanovené rychlosti letu pro jednotlivé měřené stavy

Přesnost pilotáže z hlediska udržení stanovené rychlosti během postupu racetrack se v noci zhoršila o 45 %.

Směrodatná odchylka průměru odchylek od stanovené rychlosti letu dobrovolníků je pro jednotlivé měřené stavy vynesena v následujícím grafu.



Obrázek 64 Graf směrodatné odchylky průměru dat

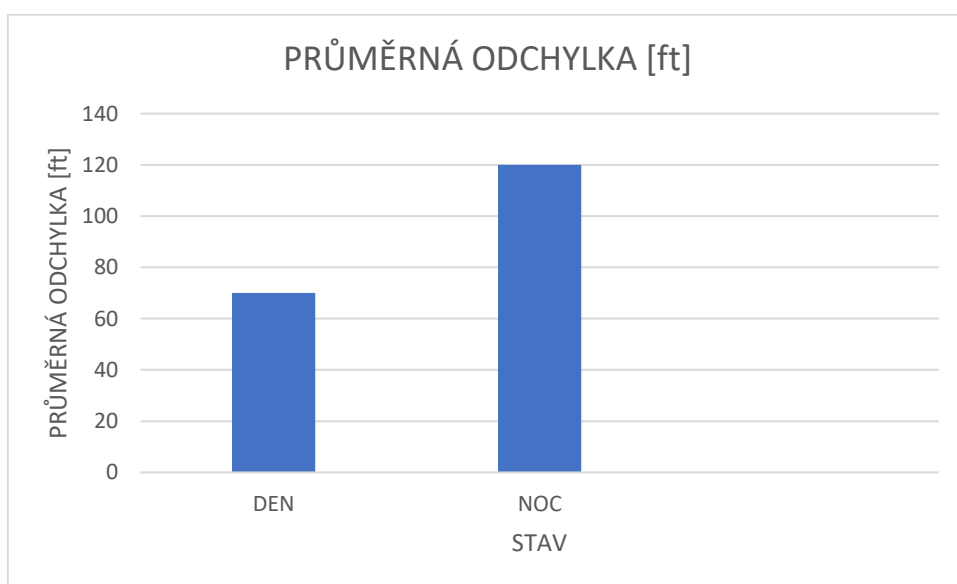
### **7.3.5 ČÁST 5 – PŘIBLÍŽENÍ OKRUHEM A PŘISTÁNÍ**

Vyhodnocovaná byla odchylka od předem zadané výšky a od předem zadané rychlosti. Výsledky jsou pro jednotlivá měření uvedené v tabulce 5.

PILOT	STAV	VÝŠKA [ft]	RYCHLOST [kts]
1	den	0	10
	noc	200	0
2	den	200	20
	noc	200	20
3	den	0	0
	noc	200	0
4	den	0	0
	noc	100	0
5	den	0	0
	noc	200	8
6	den	0	10
	noc	100	10
7	den	100	0
	noc	0	0
8	den	0	10
	noc	0	20
9	den	300	50
	noc	200	60
10	den	100	0
	noc	0	20

Tabulka 5 Výsledné odchylky od stanovených výšek a rychlostí

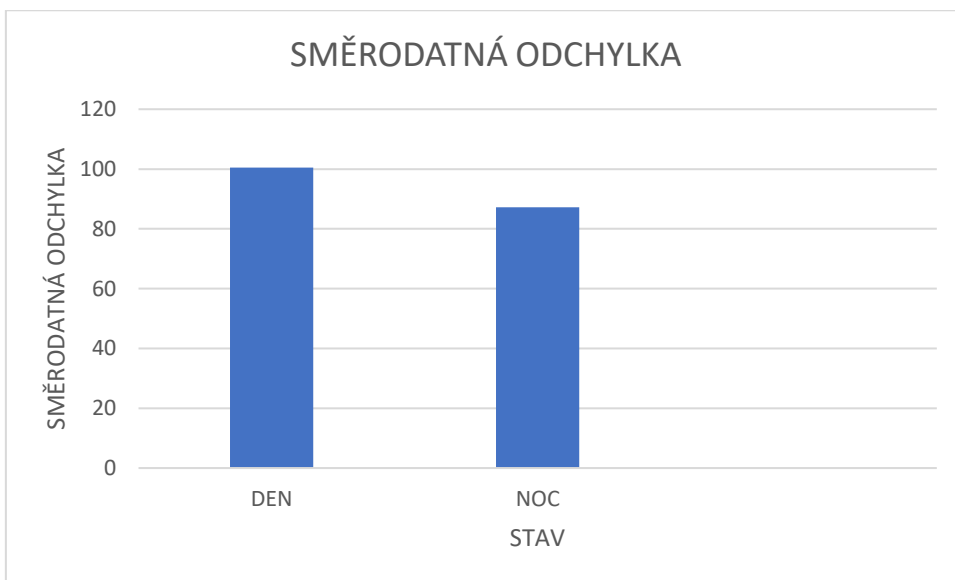
Aritmetický průměr odchylek od stanovené výšky letu jednotlivých dobrovolníků je pro jednotlivé měřené stavy vyneseny v následujícím grafu. Hodnoty jsou uvedené ve stopách.



Obrázek 65 Graf průměru odchylek od stanovené výšky letu pro jednotlivé měřené stavy

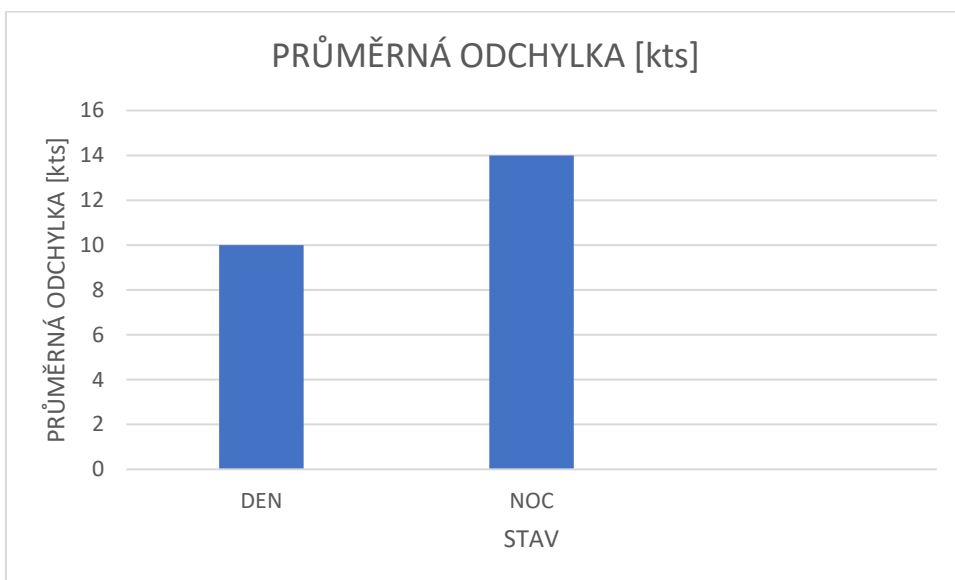
Přesnost pilotáže z hlediska udržení stanovené výšky během postupu přiblížení okruhem na dráhu 10 ve Vodochodech se v noci zhoršila o 71 %.

Směrodatná odchylka průměru odchylek od stanovené výšky letu dobrovolníků je pro jednotlivé měřené stavy vynesena v následujícím grafu.



Obrázek 66 Graf směrodatné odchylky průměru dat

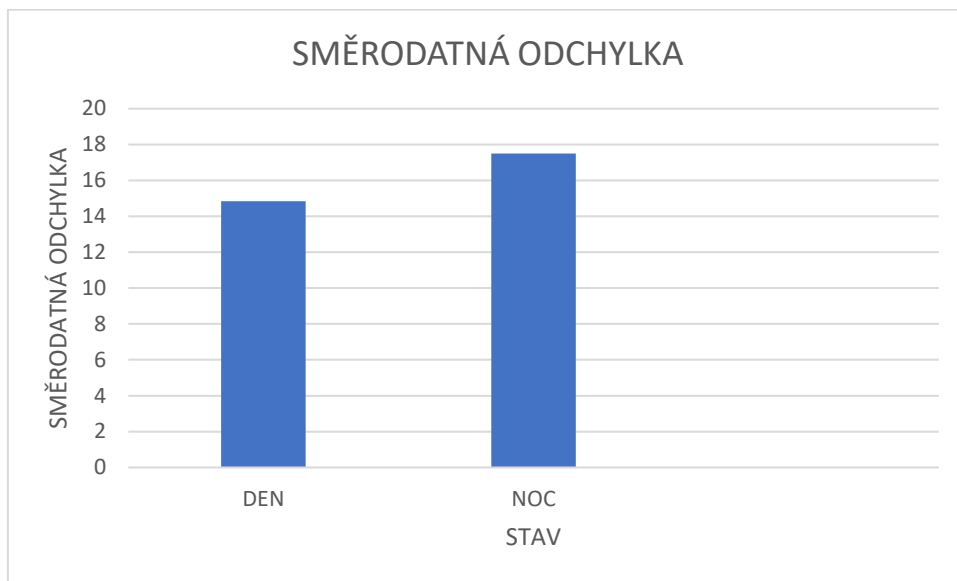
Aritmetický průměr odchylek od stanovené rychlosti letu jednotlivých dobrovolníků je pro jednotlivé měřené stavy vyneseny v následujícím grafu. Hodnoty jsou uvedené v uzlech.



Obrázek 67 Graf průměru odchylek od stanovené rychlosti letu pro jednotlivé měřené stavy

Přesnost pilotáže z hlediska udržení stanovené rychlosti během postupu přiblížení okruhem na dráhu 10 ve Vodochodech se v noci zhoršila o 40 %.

Směrodatná odchylka průměru odchylek od stanovené rychlosti letu dobrovolníků je pro jednotlivé měřené stavy vynesena v následujícím grafu.



Obrázek 68 Graf směrodatné odchylky průměru dat

### 7.3.6 URČENÍ CELKOVÉHO ZHORŠENÍ JEDNOTLIVCŮ

V předchozím měření mohlo dojít k lehkému zkreslení dat, protože se mohlo stát, že jeden pilot zalétl svůj let lépe ve dne, další v noci a data se mohla vzájemně vyrušit. Proto je potřeba určit celkové zhoršení či zlepšení jednotlivců. V Tabulce 6 je zpracovaná situace při držení výšky jednotlivých dobrovolníků. Data, která obsahují mínus, znamenají zlepšení. Všechna ostatní data značí zhoršení. Všechna data jsou ve stopách.

ZHORŠENÍ	PILOT									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TRAŤ	200	-100	700	0	100	-300	-300	300	300	100
ZATÁČKA	100	-800	300	0	500	100	-200	300	100	0
PŘIBLÍŽENÍ	0	-100	600	100	100	800	-400	200	500	-200
RACETRACK	-100	-100	-100	100	300	0	0	100	200	0
OKRUH	200	0	200	100	200	100	-100	0	-100	-100

Tabulka 6 Zhoršení či zlepšení jednotlivců při držení stanovené výšky

V Tabulce 7 je vypočteno průměrné zhoršení či zlepšení každého jednotlivého pilota.

PILOT	PRŮMĚRNÉ ZHORŠENÍ [ft]
1	80
2	-220
3	340
4	60
5	240
6	140
7	-200
8	180
9	200
10	-40

Tabulka 7 Průměrné zhoršení jednotlivců při držení stanovené výšky

Celkový stav měřených letů je průměrné zhoršení přesnosti pilotáže při držení stanovené výšky o 78 stop.

V Tabulce 8 je zpracovaná situace při držení rychlosti jednotlivých dobrovolníků. Data, která obsahují mínus, znamenají zlepšení. Všechna ostatní data značí zhoršení. Všechna data jsou v uzlech.

	PILOT									
ZHORŠENÍ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RACETRACK	10	8	30	-30	-10	20	5	30	15	20
OKRUH	-10	0	0	0	8	0	0	10	10	20

Tabulka 8 Zhoršení či zlepšení jednotlivců při držení stanovené rychlosti

V Tabulce 9 je vypočteno průměrné zhoršení či zlepšení každého jednotlivého pilota.

PILOT	PRŮMĚRNÉ ZHORŠENÍ [kts]
1	0
2	4
3	15
4	-15
5	-1
6	10
7	2,5
8	20
9	12,5
10	20

Tabulka 9 Průměrné zhoršení jednotlivců při držení stanovené rychlosti.

Celkový stav měřených letů je průměrné zhoršení přesnosti pilotáže při držení stanovené rychlosti o 6,8 uzlů.

## 8 ZÁVĚR

Experiment obsažený v této bakalářské práci podle očekávání ukázal negativní vliv na přesnost pilotáže na nočním letu. Na základě těchto měření se dá konstatovat, že denní doba nemá tak zanedbatelný vliv na výkonnost pilota, jak se může zdát. Vzhledem k tomuto zjištění by bylo vhodné pokračovat ve výzkumu s podrobnějšími a složitějšími měřeními.

Noční zhoršení přesnosti pilotáže se prokázalo ve všech částech měřeného letu. Většina pilotů dobrovolníků měla větší problémy udržet zadané parametry letu, tedy výšku a rychlost. Zároveň se u nich projevovalo zhoršení soustředěnosti, na pokyny simulovaného ATC reagovali se zpožděním a často ne úplně správně. Mnohokrát zatočili do špatného kurzu nebo letěli na špatný bod. Zhoršila se také prostorová orientace při postupu přiblížení a rozložení pozornosti v kabině letounu. Piloti také nebyli schopni efektivně zvládat více věcí naráz a v případě reálného letu by tato situace mohla vést k nadměrnému stresu a psychickému vypětí. V neposlední řadě se u části pilotů objevily známky agresivity a špatné nálady, což by se dalo dát za vinu i technické stránce simulátoru, protože jeho ovládání není dokonalé a od reálného letounu se lehce liší. Agresivita a nepozornost pilota by se ale mohla projevit i během reálného letu a ohrozit tak jeho bezpečnost.

Jako opatření proti hrozbám nočních letů navrhuji pozorné plánování směn posádek, což znamená piloty více střídat a poskytnout jim více nocí plných hlubokého spánku. Dále navrhuji používání automatizace v co největším rozsahu, včetně přistání, pokud je toho letadlo schopné. Bylo by vhodné vůbec neakceptovat vizuální přiblížení, pokud letiště nabízí i jiné typy přiblížení. Dále by bylo vhodné zvážit noční létání na letiště, která nenabízí přesné přístrojové přiblížení. Nedoporučovala bych provedení více než jednoho postupu nezdařeného přiblížení, protože to zvyšuje psychickou zátěž pilota. Vždycky je potřeba mít v záloze jiné letiště na které se dá přistát. V neposlední řadě bych doporučovala plánování směn takovým způsobem, aby se v kokpitu nesetkávali piloti, kteří se vzájemně nemusí. Při nočním letu je potřebná maximální spolupráce a vzájemné nesympatie pilotů by mohly přímo ohrozit bezpečnost letu.

Pro zakreslení trati byl použit program Google Earth, který byl synchronizován s instruktorskou stanicí daného simulátoru.

Věřím, že veškeré poznatky získané při tvorbě této bakalářské práce budou v budoucnu využity v dalších pracích.

## 9 POUŽITÉ ZDROJE

- [1] HOTZ VITATERNA, Martha, Joseph S. TAKAHASHI a Fred W. TUREK. Overview of Circadian Rhythms. *National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism* [online]. [cit. 2018-08-25]. Dostupné z: <https://pubs.niaaa.nih.gov/publications/arh25-2/85-93.htm>
- [2] VÁGNEROVÁ, Petra. *Biorytmy* [online]. [cit. 2018-08-25]. Dostupné z: [https://www.pc.fpe.zcu.cz/wp-content/uploads/07\\_chemie/web/2\\_P\\_B\\_Vagnerova\\_Biorytmy.pdf](https://www.pc.fpe.zcu.cz/wp-content/uploads/07_chemie/web/2_P_B_Vagnerova_Biorytmy.pdf)
- [3] YU, Qiang. *Biological clock: the oscillator of gene expression* [online]. [cit. 2018-08-25]. DOI: 10.1007/s11427-017-9239-6. ISBN 1674-7305. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s11427-017-9239-6>
- [4] LACK, Leon C., Nicole LOVATO a Gorica MICIC. *Circadian rhythms and insomnia* [online]. [cit. 2018-08-25]. DOI: 10.1007/s41105-016-0072-8. ISBN 1446-9235. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s41105-016-0072-8>
- [5] ŠPÉROVÁ, Lenka. *Cirkadiánní rytmy u člověka* [online]. Brno, 2008 [cit. 2018-08-25]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/ff1gz6>. Bakalářská práce. Masarykova Univerzita v Brně.
- [6] Melatonin and Sleep. *Tuck. Advancing Better Sleep* [online]. [cit. 2018-08-25]. Dostupné z: <https://www.tuck.com/melatonin/>
- [7] Draft acceptable means of compliance (AMC) and guidance material (GM) to Part-MED. *European Aviation Safety Agency* [online]. [cit. 2018-08-25]. Dostupné z: [https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/Draft%20AMC%20&%20GM%20to%20draft%20Part-MED%20\(For%20information%20only\).pdf](https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/Draft%20AMC%20&%20GM%20to%20draft%20Part-MED%20(For%20information%20only).pdf)
- [8] Epifyza-šišinka mozková. *Intuitivní vidění* [online]. [cit. 2018-08-25]. Dostupné z: <http://intuitivni-videni.cz/epifyza-sisinka-mozkova-corporis-pineale/>
- [9] PAČESOVÁ, Dominika. *Suprachiasmatická jádra jako denní hodiny a kalendář* [online]. Praha, 2011 [cit. 2018-08-25]. Dostupné z: <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/detail/93471>. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze.
- [10] Melatonin-hormon tmy a spánku. *Celostní medicína* [online]. [cit. 2018-08-25]. Dostupné z: <https://www.celostnimedicina.cz/melatonin-hormon-tmy-a-spanku.htm>
- [11] Orgánové hodiny. *Honza z Krkonoš* [online]. [cit. 2018-08-25]. Dostupné z: [https://www.honzazkrkonos.cz/?page\\_id=736](https://www.honzazkrkonos.cz/?page_id=736)



- [12] Biologické rytmy: Spánek. *Funkce buněk a lidského těla* [online]. [cit. 2018-08-25]. Dostupné z: <http://fb.lt.cz/skripta/regulacni-mechanismy-2-nervova-regulace/11-biologicke-rytmy/>
- [13] VAŠUTOVÁ, Kateřina. Spánek a vybrané poruchy spánku a bdění. *Praktické lékárenství*. **2009**(1), 17-20.
- [14] RUSCITTO, Cristina a Jane OGDEN. *Predicting jet lag in long-haul cabin crew: The role of illness cognitions and behaviour* [online]. [cit. 2018-08-25]. DOI: 10.1080/08870446.2017.1314481. ISBN 0887-0446. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/08870446.2017.1314481>
- [15] Night Operations. *Airplane Flying Handbook ASA FAA*. Aviation Supplies & Academics, 2016, 10.1-10.10. ISBN 1619545160.
- [16] F AIR. Fyziologické aspekty nočních letů. *FTO Lety v noci* [online]. , s. 1-5 [cit. 2018-08-25]. Dostupné z: <https://www.f-air.cz/edata/59/Metodika%20-%20Lety%20v%20noci.pdf>
- [17] External Lights. *Skybrary* [online]. [cit. 2018-08-25]. Dostupné z: [https://www.skybrary.aero/index.php/External\\_Lights](https://www.skybrary.aero/index.php/External_Lights)
- [18] *Předpis L-2: Pravidla létání*. In: Ministerstvo dopravy ČR, 2014. Dostupné také z: <https://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-2/index.htm>
- [19] *Předpis L-14: Letiště*. In: Ministerstvo dopravy ČR, 2009. Dostupné také z: <https://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-14/index.htm>
- [20] Illusions Pilots Encounter While Flying. *The Balance Careers* [online]. [cit. 2018-08-25]. Dostupné z: <https://www.thebalancecareers.com/pilot-illusions-while-flying-282856>
- [21] BE20, vicinity North Caicos British West Indies, 2007. *Skybrary* [online]. [cit. 2018-08-25]. Dostupné z: [https://www.skybrary.aero/index.php/BE20\\_vicinity\\_North\\_Caicos\\_British\\_West\\_Indies\\_2007](https://www.skybrary.aero/index.php/BE20_vicinity_North_Caicos_British_West_Indies_2007)
- [22] ACCIDENT OF THE BOEING 757-200 AIRCRAFT OPERATED BY EMPRESA DE TRANSPORTE AÉREO DEL PERÚ S.A. AEROPERÚ. *Skybrary* [online]. [cit. 2018-08-25]. Dostupné z: <https://www.skybrary.aero/bookshelf/books/1719.pdf>
- [23] Baron G58. *Beechcraft Textron Aviation* [online]. [cit. 2018-08-25]. Dostupné z: <https://beechcraft.txtav.com/en/baron-g58>

## 10 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Produkce melatoninu během dne [6]

Obrázek 2 Noční vidění

Obrázek 3 Přibližovací světelná soustava

Obrázek 4 Postup ILS přiblížení dráhy 28

Obrázek 5 Pilot 1 – celková trať

Obrázek 6 Pilot 1 - zatáčka

Obrázek 7 Pilot 1 - přiblížení

Obrázek 8 Pilot 1 - racetrack

Obrázek 9 Pilot 1 – přiblížení okruhem

Obrázek 10 Pilot 2 – celková trať

Obrázek 11 Pilot 2 - zatáčka

Obrázek 12 Pilot 2 - přiblížení

Obrázek 13 Pilot 2 - racetrack

Obrázek 14 Pilot 2 – přiblížení okruhem

Obrázek 15 Pilot 3 – celková trať

Obrázek 16 Pilot 3 - zatáčka

Obrázek 17 Pilot 3 - přiblížení

Obrázek 18 Pilot 3 - racetrack

Obrázek 19 Pilot 3 – přiblížení okruhem

Obrázek 20 Pilot 4 – celková trať

Obrázek 21 Pilot 4 - zatáčka

Obrázek 22 Pilot 4 - přiblížení

Obrázek 23 Pilot 4 - racetrack

Obrázek 24 Pilot 4 – přiblížení okruhem

Obrázek 25 Pilot 5 – celková trať

Obrázek 26 Pilot 5 - zatáčka

Obrázek 27 Pilot 5 - přiblížení

Obrázek 28 Pilot 5 - racetrack

Obrázek 29 Pilot 5 – přiblížení okruhem

Obrázek 30 Pilot 6 – celková trať

Obrázek 31 Pilot 6 - zatáčka

Obrázek 32 Pilot 6 - přiblížení

Obrázek 33 Pilot 6 - racetrack

Obrázek 34 Pilot 6 – přiblížení okruhem

Obrázek 35 Pilot 7 – celková trať  
Obrázek 36 Pilot 7 - zatáčka  
Obrázek 37 Pilot 7 - přiblížení  
Obrázek 38 Pilot 7 - racetrack  
Obrázek 39 Pilot 7 – přiblížení okruhem  
Obrázek 40 Pilot 8 – celková trať  
Obrázek 41 Pilot 8 - zatáčka  
Obrázek 42 Pilot 8 - přiblížení  
Obrázek 43 Pilot 8 - racetrack  
Obrázek 44 Pilot 8 – přiblížení okruhem  
Obrázek 45 Pilot 9 – celková trať  
Obrázek 46 Pilot 9 - zatáčka  
Obrázek 47 Pilot 9 - přiblížení  
Obrázek 48 Pilot 9 - racetrack  
Obrázek 49 Pilot 9 – přiblížení okruhem  
Obrázek 50 Pilot 10 – celková trať  
Obrázek 51 Pilot 10 – zatáčka  
Obrázek 52 Pilot 10 – přiblížení  
Obrázek 53 Pilot 10 - racetrack  
Obrázek 54 Pilot 10 – přiblížení okruhem  
Obrázek 55 Graf průměru odchylek od stanovené výšky letu pro jednotlivé měřené stavy  
Obrázek 56 Graf směrodatné odchyly průměru dat  
Obrázek 57 Graf průměru odchylek od stanovené výšky letu pro jednotlivé měřené stavy  
Obrázek 58 Graf směrodatné odchyly průměru dat  
Obrázek 59 Graf průměru odchylek od stanovené výšky letu pro jednotlivé měřené stavy  
Obrázek 60 Graf směrodatné odchyly průměru dat  
Obrázek 61 Graf průměru odchylek od stanovené výšky letu pro jednotlivé měřené stavy  
Obrázek 62 Graf směrodatné odchyly průměru dat  
Obrázek 63 Graf průměru odchylek od stanovené rychlosti letu pro jednotlivé měřené stavy  
Obrázek 64 Graf směrodatné odchyly průměru dat  
Obrázek 65 Graf průměru odchylek od stanovené výšky letu pro jednotlivé měřené stavy  
Obrázek 66 Graf směrodatné odchyly průměru dat  
Obrázek 67 Graf průměru odchylek od stanovené rychlosti letu pro jednotlivé měřené stavy  
Obrázek 68 Graf směrodatné odchyly průměru dat

# 11 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Výsledné odchylky od stanovených výšek

Tabulka 2 Výsledné odchylky od stanovených výšek

Tabulka 3 Výsledné odchylky od stanovených výšek

Tabulka 4 Výsledné odchylky od stanovených výšek a rychlostí

Tabulka 5 Výsledné odchylky od stanovených výšek a rychlostí

Tabulka 6 Zhoršení či zlepšení jednotlivců při držení stanovené výšky

Tabulka 7 Průměrné zhoršení jednotlivců při držení stanovené výšky

Tabulka 8 Zhoršení či zlepšení jednotlivců při držení stanovené rychlosti

Tabulka 9 Průměrné zhoršení jednotlivců při držení stanovené rychlosti.