



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

LETECKÝ ÚSTAV

INSTITUTE OF AEROSPACE ENGINEERING

PROBLEMATIKA VLÉTNUTÍ DO IMC BĚHEM LETU VFR

THE ISSUE OF ENTERING IMC DURING VFR FLIGHT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Daniel Kocman

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Filip Sklenář, Ph.D.

BRNO 2023

Zadání bakalářské práce

Ústav: Letecký ústav
Student: **Daniel Kocman**
Studijní program: Profesionální pilot
Studijní obor: bez specializace
Vedoucí práce: **Ing. Filip Sklenář, Ph.D.**
Akademický rok: 2022/23

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

Problematika vlétnutí do IMC během letu VFR

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Létání dle pravidel VFR je povoleno za podmínek VMC. V případě vlétnutí do podmínek IMC se jedná o nestandardní situaci, která zvyšuje pracovní zatížení pilota. Zmíněná zátěž do jisté míry závisí na pilotových zkušenostech a kvalifikacích, vybavení letounu a dalších faktorech. Neočekávané vlétnutí do podmínek IMC je častou příčinou nehod ve všeobecném letectví, proto je nezbytné se danou problematikou zabývat.

Cíle bakalářské práce:

1. Přehled nehod ve všeobecném letectví s příčinou vlétnutí do IMC během letu VFR.
2. Návrh programu praktických zkoušek pro simulování vlétnutí do IMC během letu VFR.
3. Realizace zkoušek dle bodu 2. tohoto zadání.
4. Vyhodnocení zkoušek provedených v bodu 3. tohoto zadání.
5. Sestavení bezpečnostních doporučení.

Seznam doporučené literatury:

WILSON, Dale R a Teresa A. SLOAN. VFR flight into IMC: Reducing the hazard. Journal of Aviation/Aerospace Education & Research, 2003, 13.1: 9.

MAJOR, Wesley L., et al. VFR-into-IMC accident trends: Perceptions of deficiencies in training. Journal of Aviation Technology and Engineering, 2017, 7.1: 4.

JOHNSON, Christopher M. a Douglas A. WIEGMANN. VFR into IMC: Using simulation to improve weather-related decision-making. The International Journal of Aviation Psychology, 2015, 25.2: 63-76.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2022/23

V Brně, dne

L. S.

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

doc. Ing. Jiří Hlinka, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato práce řeší problematiku vlétnutí do nestandardních podmínek letu podle přístrojů (IMC) v průběhu letů podle pravidel za viditelnosti (VFR) pro piloty, kteří nemají zkušenosti s létáním podle přístrojů. Cílem je změřit základní údaje simulovaného letu, rychlost, výšku a kurz a následně vyhodnotit, jestli by bylo provedení letu bezpečné. Na základě zpracovaných dat autor činí doporučení.

ABSTRACT

This bachelor deals with the issue of flying into non-standard instrument meteorological conditions (IMC) during visual flight rules (VFR) flights for pilots who do not have experience in instrument flying. The goal is to measure the basic data of the simulated flight, speed, altitude, and course, and then evaluate whether the flight would be safe. Based on the processed data, the author makes a recommendation.

KLÍČOVÁ SLOVA

Podmínky letu podle přístrojů, simulace letu, grafické znázornění letu

KEY WORDS

Instrument meteorological conditions, flight simulation, graphic representation of flight

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KOČMAN, Daniel. *Problematika vlétnutí do IMC během letu VFR* [online].
Brno, 2023 [cit. 2023-02-19].
Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/149333>. Bakalářská práce.
Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Letecký ústav.
Vedoucí práce Filip Sklenář.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením vedoucího pana
Ing. Filipa Sklenáře Ph.D. s využitím uvedené literatury.

V Brně dne 26. 5. 2023

.....
Daniel Kocman

PODĚKOVÁNÍ

Velké poděkování patří panu Ing. Filipu Sklenáři, Ph.D. za jeho odborné vedení mé práce, připomínky, rady a zajištění zázemí pro mé měření. Dále děkuji panu Ing. Petru Dvořákovi, Ph.D. z Ústavu fyzikálního inženýrství FSI VUT v Brně za jeho rady ohledně zpracování dat a tvorbě grafů.

Moc rád bych poděkoval všem, kteří mě podpořili v průběhu psaní této práce. Největší dík patří mé rodině, která mi dodává sílu a energii ve všech životních situacích.

OBSAH

ÚVOD.....	8
1. IMC.....	9
1.1. Počasí.....	9
1.2. Lidský faktor	9
1.3. Pomůcky simulace IMC	10
1.4. Předpis	10
2. INTEGRACE PODNĚTŮ	11
2.1. Iluze	11
2.1.1. Somatogyrální iluze	11
2.1.2. Somatogravické iluze	12
2.2. Dezorientace	12
3. PŘEHLED NEHOD VE VŠEOBECNÉM LETECTVÍ.....	13
3.1. Z-143 LSi.....	13
3.2. Cessna 150M.....	15
3.3. Robinson R 44 Raven II	17
3.4. EV97 EuroStar SL	19
3.5. VUT 100 Cobra 120iX.....	21
4. MĚŘENÁ TRAŤ.....	23
4.1. Návrh tratě.....	24
4.2. Simulovaný letoun.....	26
4.3. Piloti.....	26
4.4. Rozbor výšky	27
4.5. Rozbor kurzu.....	30
4.6. Rozbor rychlosti.....	31
4.7. Zhodnocení měření	33
5. ZÁVĚR	34
Seznam použitých zkratk	35
Seznam použitých zdrojů.....	37
Seznam literatury a internetových zdrojů	37
Zdroje obrázků	38
Seznam příloh	38

ÚVOD

Každá cesta profesionálních pilotů začíná nejen malými krůčky, ale i velkou spoustou vědomostí, které se musí naučit. A po hodinách teorie, kdy pouze poslouchá o zákonitostech létání, jsou konečně jeho smysly opojeny krásou létání. Avšak, stejně jako ve spoustě případech přírody, i k těmto krásám neslučitelně patří i rizika a nebezpečí.

I když je létání velmi rozvinuté odvětví a dnešní technika zajišťuje velmi vysokou úroveň bezpečnosti, pořád je zde lidský faktor, který, jak je známo, není neomylný.

Tato bakalářská práce se věnuje rizikům, která se mohou vyskytnout během letů VFR, když pilot, z jakékoliv příčiny, vletne do podmínek IMC. Nehody rozebrané v druhé kapitole ukazují, že i přes čím dál modernější vybavenost letadel, se jedná o stále aktuální problematiku.

Měřená trať, kterou autor navrhl pro simulování IMC podmínek na simulátoru, se zaměřuje na to, jak dobře jsou piloti schopni provést bezpečný let, když se dostanou právě do těchto nezvyklých situací. Pro bezpečné provedení letu jsou vyhodnocovány základní tři údaje: výška letu, magnetický kurz a rychlost letu.

V případě, že naměřená data poukáží na možné nebezpečí opakování nehod, zmíněných v druhé kapitole, navrhuje autor další postupy, a to primárně pro piloty GA.

Autor může z vlastní zkušenosti potvrdit, že k situacím vletu do IMC může dojít nečekaně rychle a zároveň relativně nenápadně. Při malém množství zkušeností pak může dojít k znejistění pilota při následujícím rozhodování, zda pokračovat ve zhoršených podmínkách (ještě, než dojde k úplnému vletnutí do IMC), nebo změnit směr či výšku letu.

1. IMC

Při pojmu IMC, tedy Instrument Meteorological Conditions, mluvíme o takových povětrnostních podmínkách, při kterých se létá podle pravidel IFR. Jedná se o podmínky dohlednosti, vzdálenosti od oblačnosti a výšku základny nejnižší význačné oblačné vrstvy,¹ které jsou menší než pro lety VFR za VMC.

1.1. Počasí

Velkým a neopomenutelným faktorem je odjakživa počasí. A i když naše technologie a technika v předpovídání počasí dospěly k velkému zlepšení, pořád je to právě měnící se počasí, které stojí za mnohými nehodami.

Problémem je, že i přes pečlivou předletovou přípravu nikdy nemáme naprosto přesné informace o aktuálním stavu vzduchu v daném prostoru a okamžiku. Rychlé zhoršení, nebo naopak pomalé změny, mohou pilota nebezpečně zaskočit.

1.2. Lidský faktor

Většina nehod je zaviněna ať úplně, nebo částečně, lidskou chybou. Ač jsou dnes technologie na vysoké úrovni a rozšiřuje se i automatizace letu, člověk je nedílnou součástí letadla. S tím však přichází i chyby a špatné úsudky. Jednou věcí je stavba člověka a fakt, že se vyvinul k pobytu na zemi a ne ve vzduchu. Druhou stránkou zůstává, že rozhodování a úsudek ovlivňuje i spousta psychických podnětů. A to jak těch, které si vyvoláváme sami, tak i ty, které na nás tlačí z okolí.

Spousta věcí se odvíjí od kvalitní předletové přípravy, která by kromě pečlivého rozboru počasí měla obsahovat i plán pro případ, že nebude možné doletět na cílové letiště. Do této přípravy patří například naplánování alternativní trasy na záložní letiště a možnosti dopravy do města či hotelu. Důležité je též předem zvážit okolnosti, které by vedly k návratu na letiště vzletu.²

Pokud už se pilot setkal například s hraničními meteorologickými podmínkami a dokázal je zvládnout a bezpečně pokračovat v letu či přistát, může mít v jiné, podobné situaci dojem, že je natolik zkušený, že vzniklou situaci opět dokáže bezpečně zvládnout. Neuvědomění si míry rizika může velmi snadno a nečekaně dostat pilota do nebezpečné situace.

Podobné následky se dají pozorovat, pokud má pilot ve svém okolí někoho, kdo těžkou situaci již zvládl. Rozdíly ve zvládnutí problému mohou být diametrálně odlišné, čehož si ne každý může být vědom. Značnou roli hrají možnosti letadla a rozdílné zkušenosti pilotů.³

¹ *Letecká informační služba: Předpis L2*. In: Česká republika: Úřad pro civilní letectví, 2023.

Dostupné také z: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-2/index.htm>

² EUROPEAN GENERAL AVIATION SAFETY TEAM. *Rozhodování*. Letecká amatérská asociace České republiky, 2013. Str. 3

Dostupné také z: <https://www.easa.europa.eu/en/downloads/24147/cs>

³ Tamtéž, str. 4

Velkým faktorem, proč pilot podstoupí větší riziko a špatně vyhodnotí podněty, které se mu dostávají, je tlak okolí. Může se jednat např. o naplnění očekávání od druhých, dopravení pasažérů do cílové oblasti, nebo třeba o zanechání dobrého dojmu na blízkou osobu.⁴

K většině nehod či nebezpečných situací vede sled událostí, které mohou být nejdříve zdánlivě neškodné, ale které v kombinaci s dalšími okolnostmi nabírají na vážnosti. K tomuto sledu může dojít, pokud pilot přijme nebo vykoná sérii špatných rozhodnutí.

Každým letem pilot získává zkušenosti, které mu pomáhají nebezpečné případy překonávat a vyhýbat se jim. Ovšem ve statistikách smrtelných nehod se objevují spíše právě zkušenější piloti, kteří mají nalétáno kolem 200 až 500 hodin.⁵ Právě tito piloti si se svým počtem nalétaných hodin mohou připadat méně ohroženi a varování před nebezpečnými jevy nemusí brát dostatečně vážně. Jedná se jak o nehody v malých výškách, tak i nezvládnutou akrobacii či řízený let do terénu (CFIT).

1.3. Pomůcky simulace IMC

Pro simulování podmínek IMC, aniž by se muselo létat v mraku, se využívají primárně dvě pomůcky. Úkolem obou je zastínit žákovi výhled z kokpitu, aby se soustředil pouze na přístroje. Jednou z pomůcek je štít, který si pilot nasadí na hlavu, druhou pak speciální brýle, které mají ve větší části zorného pole mléčné sklo, přes které není vidět. Další možností, pokud by si pilot chtěl procvičit postupy vlétnutí do IMC, je simulátor, kde se dají podmínky špatného počasí nasimulovat jednoduše. Zde ovšem chybí zásadní vjem letu doprovázený turbulencemi a poryvy, které mohou vyvolávat iluze zmíněné v druhé kapitole.

1.4. Předpis

V průběhu výcviku soukromého pilota (PPL(A)) se problematice vlétnutí do nepříznivého počasí věnuje jedna úloha, a to ta poslední. V rámci předletové přípravy by měl instruktor žáka seznámit s fyziologickým vnímáním, s rozdělením pozornosti mezi přístroje a jejich sledování v různých fázích letu, a s manévry, které vedou k bezpečnému vrácení se do lepších podmínek.⁶

V praktické části výcviku je úloha zastoupena jedním letem s instruktorem o délce minimálně třicet minut. Za tuto dobu by pilot měl ovládnout horizontální let a otočku o 180°, aby mohl vyletět z nepříznivých podmínek, do kterých se dostal, po stejné trase.⁷

⁴ EUROPEAN GENERAL AVIATION SAFETY TEAM. *Rozhodování*. Letecká amatérská asociace České republiky, 2013. Str. 5

Dostupné také z: <https://www.easa.europa.eu/en/downloads/24147/cs>

⁵ Tamtéž, str. 6

⁶ *Program výcviku DTO PPL(A): Výcvikový program pro teoretický a letový výcvik PPL(A)* [online]. Úřad pro civilní letectví, 2019, 47 s. [cit. 2023-05-23]. Str. 18

Dostupné z: <https://www.caa.cz/wp-content/uploads/2021/04/CAA-VP-142-3-Vyuka-teoretickych-znalosti-a-letovy-vycvik-PPLA.docx?cb=a2f8fe31cd95a534bbf95876bd87e77a>

⁷ Tamtéž, str.19

2. INTEGRACE PODNĚTŮ

Vzhledem k tomu, že se lidstvo vyvinulo na souši a dlouhou dobu se lidské tělo zdokonalovalo k pobytu na pevné zemi, mohou nastat situace, kdy smysly a vnímání okolí pilota ve vzduchu zradí a vyvolají klamně iluze a dojmy. Pro bezpečnou orientaci ve vzduchu je potřeba pevného bodu, z kterého může vycházet další vnímání a vyhodnocování. Pro létání VFR je touto referencí povrch země. V případě, že pilot letí s nedostatečně vybaveným letadlem a nemá za sebou výcvik a zkušenosti, může optická ztráta země vést k prostorové dezorientaci.

V prostoru se tělo orientuje pomocí několika smyslů. Nejdůležitějším orgánem jsou oči, které zajišťují největší podíl informací o poloze těla v prostoru. Ovšem zrak může být celkem rychle ošálen a ostatní orgány pomáhající v orientaci nemusí stačit, aby tyto iluze potlačily. Naopak někdy mohou iluze vytvářet a při nemožnosti kontroly očima je může pilot špatně interpretovat a uvést letadlo do velmi nebezpečného manévru.

Kromě očí se tělo orientuje pomocí kůže, která cítí kontakt se sedačkou a podlahou, nitroušního statického čidla s váčky, které informují o poloze hlavy proti zemi, dynamického čidla s polokruhovitými kanálky, které informují o otáčení hlavy, šlachovitého tělíska a svalového vřetenka, která informují o tom, jakou intenzitou svaly musí pracovat, aby udržely tělo vzpřímené.⁸

2.1. Iluze

Vzhledem k množství iluzí, které se mohou u člověka vyskytnout, se autor zabývá těmi, které mohou nejpravděpodobněji nastat v podmínkách IMC.

2.1.1. Somatogyrální iluze

Jedná se o ty iluze, které jsou vyvolávány drážděním polokruhovitých kanálků dynamického čidla.⁹

Iluze náklonu

Prakticky nejčastější somatogyrální iluze se může vyskytnout po dlouhodobé zatáčce jedním směrem, kdy následné vyrovnání navodí pilotovi pocit opačného náklonu.

Coriolisova iluze

Nejnebezpečnější vestibulární iluze, kdy se v průběhu úhlového zrychlení v jedné ose současně přidá zrychlení v jiné. Příkladem je rychlý pohyb hlavy dopředu či dozadu, typicky více než 3 °/s. Pilot může okamžitě pocítit závrať spojenou s dezorientací, která se může spojit s přitažením horní končetiny a zároveň natažením dolní končetiny.¹⁰

⁸ Srov. MELECHOVNSKÝ, David. Rozlité mléko. *Pilot* [online]. 2011, 2011(7) [cit. 2023-05-23].

Dostupné z: <https://www.leteckylekar.cz/kapitoly-z-letecke-mediciny/58-prostorova-dezorientace.html>

⁹ Srov. ŠULC, Jiří. *Lidská výkonnost*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011, 116 s. ISBN 978-80-7204-688-1. Str. 49

¹⁰ Tamtéž, str. 50

Vertigo

Tuto iluzi vytváří dráždění ve všech třech oddílech labyrintu, které nelze ověřit zrakem. Dochází k závratí a pocitu točení nebo houpání těla.¹¹

2.1.2. Somatogravické iluze

Opět se jedná o iluze, při kterých je vyloučena zraková kontrola. Jde o iluze způsobené lineárním zrychlením.

Iluze stoupání

Po zvýšení výkonu motoru v horizontálním letu může mít pilot pocit, že uvedl letadlo do stoupání. Poté záměrně potlačí řízení pro vyrovnání zdánlivého stoupání, čímž převede letadlo do reálného klesání.

Iluze klesání

Během snížení výkonu motoru, případně po deceleraci způsobené vysunutím klapek, dochází k pocitu prudkého klesání, které pilot špatnou interpretací může mít snahu vyrovnat přitažením řízení a tím způsobí nebezpečné zvýšení úhlu náběhu.

Výťahová iluze

Během nalétnutí stoupavého proudu, se může kvůli zrychlení ve svislé ose, dostavit pocit, že přední část letounu stoupá.¹²

2.2. Dezorientace

Ruku v ruce s iluzemi přichází i dezorientace. Podle závažnosti a nebezpečí se dělí na tři typy:

1. Pilot si neuvědomuje, že je dezorientovaný a pokračuje ve svém letu s chybným výkladem podnětů
2. Pilot si uvědomuje dezorientaci a je schopný se vymanit iluzím a opravit let.
3. Pilot si dezorientaci uvědomuje, ovšem kvůli stresu a šoku není pilot schopen nastalou situaci vyřešit.¹³

¹¹ Srov. ŠULC, Jiří. *Lidská výkonnost*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011, 116 s. ISBN 978-80-7204-688-1. Str. 50

¹² Tamtéž, str. 51

¹³ Srov. MELECHOVNSKÝ, David. Rozlité mléko. *Pilot* [online]. 2011, 2011(7) [cit. 2023-05-23].

Dostupné z: <https://www.leteckylekar.cz/kapitoly-z-letecke-mediciny/58-prostorova-dezorientace.html>

3. PŘEHLED NEHOD VE VŠEOBECNÉM LETECTVÍ

3.1. Z-143 LSi

Datum: 12. 9. 2009

Místo: u osady Hlína, cca 8 km od Chotěboře

Imatrikulace: OK-LSI

Skupinový let, který byl naplánován z letiště Příbram na letiště Skuteč, skončil nehodou, při níž zemřeli dva lidé. Kromě havarovaného letounu ve skupině letěly také letouny Z-142, C-182 a Z-50. Počasí v místě odletu nebylo ideální, ovšem nebylo omezující pro plánovaný let.

V 06:00, kdy jednotlivé stroje odstartovaly, přesahovala dohlednost 10 km a spodní základna oblačnosti se pohybovala nad 500 metry nad terénem. Letoun Z-143 LSi odstartoval jako poslední. Až k vodní nádrži Švihov udržovaly posádky vizuální i radiotelefonní kontakt. Na komunikační frekvenci 123,450 MHz si piloti předávali převážně informace o počasí, které se v průběhu letu na trati zhoršovalo, a to od oblasti Světlé nad Sázavou.

Z tohoto důvodu se posádky domluvily, že upraví svoji trať, konkrétně, že změní letiště přistání a divertují na letiště Zbraslavice. Tuto dohodu však provedly posádky pouze tři letadel. I přes několikanásobné výzvy a volání se Z-143 LSi neozýval. Kvůli tomu posádka netušila, že se změnil původní plán a pokračovala na původní trase do Skutče.

V průběhu dalšího letu zbylé tři posádky opakovaně zaslechly, pravděpodobně omylem, zmáčknuté tlačítko intercomu z Z-143 LSi a zaslechly části rozhovoru, ve které posádka řešila nastavení GPS navigace a že se nachází poblíž Chotěboře (otočný bod původní tratě). Posádky zbylých letadel také vypověděly, že v hlasech posádky Z-143 LSi slyšely nervozitu.

I přes nabádání, aby letoun Z-143 LSi změnil svůj let do Zbraslavic, nikdo neodpovídal a veškeré pokusy o spojení zůstaly nevydařené.

Z meteorologické situace v den havárie vyplývá, že v oblasti, do které Z-143 LSi pokračoval, panovala téměř nulová dohlednost i základna oblačnosti. Počasí nesplňovalo podmínky pro lety VFR.

Svědci vypověděli, že letoun Z-143 LSi se dále pohyboval ve velmi nízké výšce a vypadal velmi neurovnaně. Chod motoru popsali jako pravidelný, ale že zněl, jako by pracoval na malý výkon.

Letoun nakonec dopadl na kraj lesa pod úhlem 25–30° a následně se převrátil na záda. Po nárazu došlo k požáru zejména v prostorách motoru, centrolánu a kabiny. Tímto byl letoun zničen a oba muži zahynuli.

Posádku tvořili dva piloti s platným průkazem způsobilosti PPL(A) a platnou zdravotní způsobilostí. Nebyli pod vlivem alkoholu ani žádných jiných omamných látkách. Piloti však nebyli vycvičení pro let v IMC. Letadlo po technické stránce bylo v pořádku a motor pracoval až do nárazu do země.

Lékařská expertiza poukázala na to, že vzhledem k vletnutí do nízké husté oblačnosti a ztrátě prostorové orientace, byli muži vystaveni stresu. Jejich následné rozhodnutí, pokračovat v naplánovaném letu i přes velmi špatné počasí, společně s nezvládnutou pilotáží, vedlo k tragické nehodě.



Obr. 1: Havarovaný letoun na zádech

Posádka

Mladší z pilotů, 48 let, měl nalétáno celkem přibližně 99 hodin, z toho 35 odlétal na tomto typu letadla. Starší z nich, 63 let, nalétal celkem asi 500 hodin a přibližně 150 jich měl právě na Z-143.¹⁴

¹⁴ ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA o odborném zjišťování příčin letecké nehody letounu Z-143 LSi, poznávací značky OK – LSI, dne 12.9.2009 u osady Hlína, část obce Sobiňov. In: Praha: Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod, 2009, číslo 1.
Dostupné také z: <https://uzpln.cz/pdf/2qu3jEA6.pdf>

3.2. Cessna 150M

Datum: 13. 5. 2010

Místo: u Javorníka

Imatrikulace: OK-WWW

Vyhlídkový let mladé pilotky a druhé osoby skončil smrtelnou nehodou pouhých 10 metrů pod vrcholem kopce Javorník, severozápadně od města Vimperk. Pro objasnění příčin nehody pomohl záznam z radaru FID.

Pilotka v ranních hodinách dorazila na letiště v Roudnici nad Labem (LKRO), kde s instruktorem provozovatele provedla naplánování trasy do Strakonice (LKST). Zde pilotka měla přistát, setkat se s cestujícím, kterým byl rodinným příslušníkem, dále měli letět na jih k obcím Čábuze a Zdíkov. Po ukončení vyhlídkové činnosti měla pilotka přistát zpět na LKST, cestující měl vystoupit a pilotka se měla vrátit na LKRO. Instruktor provedl předletovou prohlídku letadla, doplnil palivo, zkontroloval množství oleje i dokumentaci letadla. S pilotkou provedli briefing k letu, zjistili omezenost prostorů a aktuální stav počasí. Pro LKRO i plánovanou trať bylo počasí vyhovující k letu podle pravidel VFR.

Let z LKRO na LKST byl proveden bez letového plánu, pilotka měla nastavený sekundární odpovídač v modu A s kódem 7000. Po přistání na LKST, asi v 09:47, podala pilotka telefonicky zprávu instruktorovi. Na letišti LKST při placení přistávacího poplatku v provozní budově Aeroklubu Strakonice uvedla pouze, že čeká na další osobu a že se plánuje vrátit zpět na LKST. Bližší informace neuvedla.

V průběhu letu, po průletu nad obcemi Čábuze a Zdíkov, se dostala do oblasti s vyšším terénem. V 10:42:10 poprvé kontaktovala FID se slovy, že se dostala do špatného počasí v oblasti Stachů. Uvedla, že nezná dobře svoji polohu, je v mlze v mraku a informaci, že by se potřebovala dostat do Strakonice. Po instrukci dispečera nastavila odpovídač do modu C a dispečerovi se tak zobrazil údaj o výšce letounu: 3 300 ft AMSL. Ze záznamu z radaru a komunikace se ukazuje, že pilotka měla problémy s držením kurzu i výšky. I poté, co ji dispečer doporučil bezpečnou výšku 4 500 ft AMSL a po opravení omylu ji sdělil správný kurz, pilotka nenastoupala dostatečně vysoko a pokračovala v řízeném letu do země.

Letadlo po nárazu do stromů skončilo v převrácené poloze pouhých 162 m od rozhledny na vrcholku kopce.

Letoun byl dle vyšetřovatelů v průběhu letu v pořádku a pilotka nebyla pod vlivem zakázaných látek.

Charakter letové trajektorie po ztrátě viditelnosti naznačuje, že si pilotka do posledních okamžiků nebyla vědoma hrozícího nebezpečí. Z důvodu nedostatku zkušeností a pravděpodobné snahy vést letadlo podle vizuální reference se zemí a přirozeného horizontu, pilotka nestoupala do doporučené hladiny.



Obr. 2: Trosky letounu po dopadu

Posádka

Žena ve věku 29 let byla od 21. 12. 2009 držitelkou průkazu PPL(A). Na typu Cessna 150/152 měla nalétáno celkem 71 h 55 min, jako velící pilot 38 h 25 min. Za posledních 90 dní nalétala pilotka na letounu OK-WWW 5 h 15 min. Byla držitelkou platného osvědčení zdravotní způsobilosti 2. třídy a kvalifikace NIGHT.¹⁵

¹⁵ *ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA o odborném zjišťování příčin letecké nehody letounu Cessna 150M poznávací značky OK-WWW u Javorníku dne 13. 5. 2010.* In: Praha: Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod, 2010, číslo 1.
Dostupné také z: <https://uzpln.cz/pdf/hXZJi6yv.pdf>

3.3. Robinson R 44 Raven II

Datum: 29. 3. 2015

Místo: les u osady Filipova Huť

Imatrikulace: OK-RRJ

Pouhých 9 minut trval poslední let muže, který trávil rodinný víkendový pobyt v penzionu u obce Modrava. Po souhlasu majitele soukromého pozemku pilot přistál 28. 3. 2015 v 17:02. Následujícího rána se rozhodl, i přes značné rozmlouvání rodiny, že odletí zpět do Prahy. I přesto, že rodinným příslušníkům pilot oznámil, že se jde na vrtulník pouze podívat, našli po chvílce přistávací místo prázdné.

Ten den v oblasti panovaly podmínky nevyhovující pro let za VMC. Foukal silný jihozápadní až západní vítr o síle 10–17 kt, nárazy dosahovaly 32 kt. Kvůli horskému terénu a silnému větru došlo k navátí nízké oblačnosti a snížení dohlednosti na 0–200 m.

Díky GPS na palubě vrtulníku se podařilo zrekonstruovat průběh krátkého letu. Pilot startoval ve spěchu, od spuštění GPS ke vzletu uběhlo pouhých 93 vteřin. Dále tomu nasvědčuje špatně nastavený výškoměr. To poukazuje na fakt, že pilot nedbal na předletovou přípravu, nezjistil si situaci ve FIR Praha a navigaci se rozhodl provádět pouze podle GPS podle funkce GoTo (konkrétně na LKKO).

Standartní vzlet se asi po 450 m změnil, když pilota pravděpodobně zaskočila zhoršená dohlednost. Vrtulník výrazně zpomalil, přerušil stoupání a změnil kurz mírně doleva. Pokračoval nad stoupajícím terénem asi 350 m a udržoval si vertikální rozestup asi 25 m od vrcholků stromů. Stoupání mu pravděpodobně znemožnila nízká oblačnost, proto se rozhodl pro otočku o 90° a pokračování v letu na kraj lesa. V průběhu toho ale opět klesal, a to až na 42 m AGL. Povětrnostní podmínky nedovolovaly pokračovat v letu, a protože pilot pravděpodobně vlétl do oblačnosti, rozhodl se otočit stroj o 180°, ve snaze opět z oblačnosti vyletět. To se mu však nepodařilo a asi po dalších 300 m se po ztrátě orientace zřítil do lesa.



Obr. 3: Vrtulník po pádu v lese

Posádka

Muž, 60 let, měl platný průkaz PPL(H) i zdravotní způsobilost 2. třídy. Zkoušku PPL(H) složil 11. 9. 2013, dále pak byl držitelem kvalifikace NIGHT. Jeho celkový nálet byl 391 h 48 min, z toho 28 h 36 min za posledních 90 dní.¹⁶

¹⁶ ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA o odborném zjišťování příčin letecké nehody vrtulníku Robinson R 44 Raven II, poznávací značky OK-RRJ, v lese u osady Filipova Huť, dne 29. března 2015. In: Praha: Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod, 2016. Dostupné také z: https://uzpln.cz/pdf/incident_8vQPkF8H.pdf

3.4. EV97 EuroStar SL

Datum: 24. 10. 2017

Místo: východně u obce Nížkov

Imatrikulace: OK-UUU 72

Dva cizinci, pilot a spoluvlastník, byli po nehodě v novém ultralehkém letounu těžce zraněni a museli být více než měsíc hospitalizováni. Nehoda se stala ve stejný den, kdy si společníci převzali, na letišti v Kunovicích (LKKU), nový stroj. Pilot provedl asi 25 minut dlouhý předávací let s testovacím pilotem firmy, během kterého se přesvědčil, že je letoun dobře ovladatelný.

Po tomto letu plánoval další cestu do Karlových Varů, během které se chtěl vyhnout CTR LKTB a LKPR. S navigací mu měl pomáhat tablet společně s GPS Garmin 695. Pilot získával meteorologické zprávy pouze v podobě METARů z letišť, ale o počasí na trati se příliš neinformoval, a to ani u meteorologa přítomného přímo na letišti. Počasí v místě startu bylo vyhovující, viditelnost přes 10 km a oblačnost SCT 2100 ft.

Ovšem počasí v oblasti Bohdalova bylo velmi rozdílné. Na meteorologické stanici 8,9 km od místa nehody, byla změřena dohlednost 2 500–3 000 m a oblačnost 8/8 ST 090–180 m AGL.

Při přiletu letounu do této oblasti pilot provedl sérii levých zatáček po dobu 55 minut, po kterých hodnotil nastalou meteorologickou situaci. Nakonec se pilot rozhodl pro bezpečnostní přistání na pole, kde se pohyboval muž se zemědělským strojem. Během přistání se však letoun pohyboval jen s malou rychlostní rezervou nad pádovou rychlostí, bez klapek a s větší hmotností, než bylo povoleno. Samotný přistávací manévr pak probíhal za velmi nízké dohlednosti, pilot ztratil přirozený horizont a letoun v malé výšce narazil do zakrytých vrcholů stromů. Po nárazu do pravého křídla se letoun prudce otočil, narazil levým křídlem, přetočil se na záda a z výšky asi 10 m spadl na zem.

Podle závěru vyšetřovatelů k nehodě a zničení letadla došlo v důsledku špatného vyhodnocení místních meteorologických podmínek, které se zhoršily pod minima pro VFR lety, dále z důvodu rozhodnutí pokračovat v letu, místo opuštění těchto podmínek, a také kvůli pokusu přistát bez vizuální reference. K situaci přispěla i pilotova neznalost místní topografie a z toho vyplývající nebezpečí rychle se měnícího počasí i nedostatečná meteorologická příprava právě pro tuto oblast.



Obr. 4: Zničený ultralight

Posádka

Pilot byl letecky aktivní od roku 1997 a měl nalétáno přibližně 450 h, z toho asi 300 h měl nalétat na stejném typu UL letounu.¹⁷

¹⁷ ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA o odborném zjišťování příčin letecké nehody ULL EV97 EuroStar SL poznávací značky OK-UUU 72 2 km E obce Nižkov ze dne 24. října 2017. In: Praha: Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod, 2018.
Dostupné také z: <https://uzpln.cz/pdf/20190304145505.pdf>

3.5. VUT 100 Cobra 120iX

Datum: 27. 8. 2021

Místo: část Mokrá Háj, Skalice

Imatrikulace: OK-MIH

Tři lidské životy a kompletní zničení letounu si vyžádala nehoda letadla letícího z letiště Brno-Tuřany (LKTb). Pilot před osmou hodinou ranní oznámil úmysl odletět z letiště bez letového plánu přes bod SIERRA. Letoun vystoupal do výšky 2 500 ft a pilot udržoval rychlost mezi 110 kt až 120 kt. V 08:22 letadlo sestoupilo do výšky 1 700 ft a zrychlilo na 140 kt. Ve stejném čase se pilot přehlásil z FIC Praha do FIC Bratislava. Poté ohlásil pokračování letu ve směru na Nové Zámky. Zároveň pilot začal měnit kurz, klesal a stoupal mezi 2 200 ft až 2 500 ft a jeho rychlost se pohybovala mezi 90 kt a 100 kt. Poslední kontakt s FIC Bratislava bylo upozornění na jiný provoz, kterému však pilot nerozuměl a prosil o opakování.

Z radarového záznamu vyplývá, že pilot začal točit levotočivou stoupavou zatáčku, během které ztrácel rychlost až k hranici pádové rychlosti. Následně se letadlo ocitlo v levotočivé vývrtce, kterou pilot nezvládl včas vybrat a následoval zničující náraz do země. Letoun na zemi začal hořet, hlavně v oblasti kabiny a motorového prostoru.

Vyšetřování odhalilo, že k nehodě vedla špatná příprava k letu a jeho provedení. Pilot dostatečně nevypočítal hmotnostní zatížení a vyvážení, což vedlo k přetížení letounu a posunutí těžiště za dovolenou mez. Dalším důležitým faktem bylo, že se pilot neseznámil s meteorologickou situací, která byla v místě nehody velmi nepříznivá (základna oblačnosti byla 100–600 m nad zemí), a nepřipravil se na možné divertování na blízké letiště. Počasí nebylo nad Slovenskou republikou dostatečné pro lety VFR a pilot nijak nereagoval na zhoršenou meteorologickou situaci. Jedinou reakcí bylo převedení do stoupavé levotočivé zatáčky, kterou se chtěl dostat z mraků. Po utažení zatáčky letoun ztratil rychlost a spadl do vývrtky, kterou se i přes relativně velkou výšku nad terénem (502 m) nepodařilo vybrat.



Obr. 5: Ohořelý vrak letounu

Posádka

Pilot, 47 let, byl držitelem průkazu PPL(A) od roku 2009. Měl platný průkaz zdravotní způsobilosti. Celkový nálet pilota byl 298 h. Za poslední rok nalétal 22 h 40 min. Neměl zkoušku na létání podle přístrojů IR.¹⁸

¹⁸ *ZÁVEREČNÁ SPRÁVA o bezpečnostnom vyšetrení leteckej nehody*. In: Bratislava: Letecký a námorný vyšetrovací útvar, 2022.

Dostupné také z: <https://www.mindop.sk/ministerstvo-1/doprava-3/letecky-a-namorny-vysetrovaci-utvar/zaverecne-spravy/rok-2021/ska2021002-27-08-2021-ok-mih>

4. MĚŘENÁ TRATĚ

Z rozboru nehod v kapitole 3 vyplývá, že i velmi zkušení piloti s roky zkušeností, a i se stovkami nalétaných hodin, se velmi snadno mohou ocitnout v situaci, na kterou sice v základním výcviku byli cvičeni, ale nejsou schopni se z ní bezpečně dostat. Proto se v následujících kapitolách autor zaměřuje na sestavení cvičné letové trasy pro simulaci vletnutí do IMC, kterou na simulátoru odletělo šest VFR pilotů, Tito jsou držitelé průkazu PPL(A) a mají za sebou několik desítek odlétaných hodin.

Cílem této části je porovnat data od šesti pilotů s plánovanou trasou a zanalyzovat, zda tuto trasu jsou piloti schopni zaletět bezpečně. V případě nestandardního průběhu pak vyhodnotit danou situaci. Porovnávanými faktory budou primárně výška, magnetický kurz a rychlost letu. Tato rychlost pro let není definována, ale pro provedení bezpečného letu je zásadní, aby nebyly překročeny rychlostní limity.

Důležité bude také sledovat průběh výšky a kurzu. V oblačnosti pilot velmi snadno ztratí o těchto údajích přehled, což může vést k fatální nehodě. Pokud letadlo přejde do strmého klesání, může se snadno dostat za rychlostní limity nebo do poloh, ze kterých už nebude možno bezpečného napravení. Nebezpečí též tvoří pomalé klesání, které může být velmi nenápadné, ale kvůli kterému se letoun může velmi snadno přiblížit k zemskému povrchu, kopci či jiné překážce. Totéž platí pro změny kurzu. V případě neustálého mírného zatačení může pilot nevědomky navést letadlo přímo do překážky.

Let byl proveden na simulátoru X-Plane s joystickem i pedály, simulované letadlo bylo Cessna 172S Skyhawk SP s avionikou Garmin G1000¹⁹ (dále jen Cessna 172SP). Piloti vzletli z letiště a nalétli do prvního bodu trasy. Tento start a krátké nalétnutí trasy není měřeno. To jednak z důvodu, aby si piloti alespoň trochu zvykli na simulátor a také z toho důvodu, že v praxi by se do takových podmínek dostali až v průběhu letu, a ne hned od startu.

Měřenou trasu piloti předem neznali a bylo jim až v průběhu letu sděleno, co mají zaletět. Autor se pro tuto metodu rozhodl z toho důvodu, jelikož v reálném případě pilot též není dopředu připraven na tuto situaci. Navíc tyto příkazy v průběhu měly simulovat let, který by byl řízen řídicím letového provozu.

¹⁹ Simulátor X-Plane, od společnosti Laminar Research, verze 11.55, model Cessna_172SP_G1000, od společnosti Laminar Research

4.1. Návrh tratě

Celý let je rozdělen do dvou částí. První část tratě vychází z manévrů, které se cvičí v rámci výcviku PPL(A). Druhá část je navržena autorem a je inspirována rozebíranými nehodami. Každý blok se skládá z několika částí. V tabulkách 1 a 2 jsou popsány jednotlivé úseky daných částí.

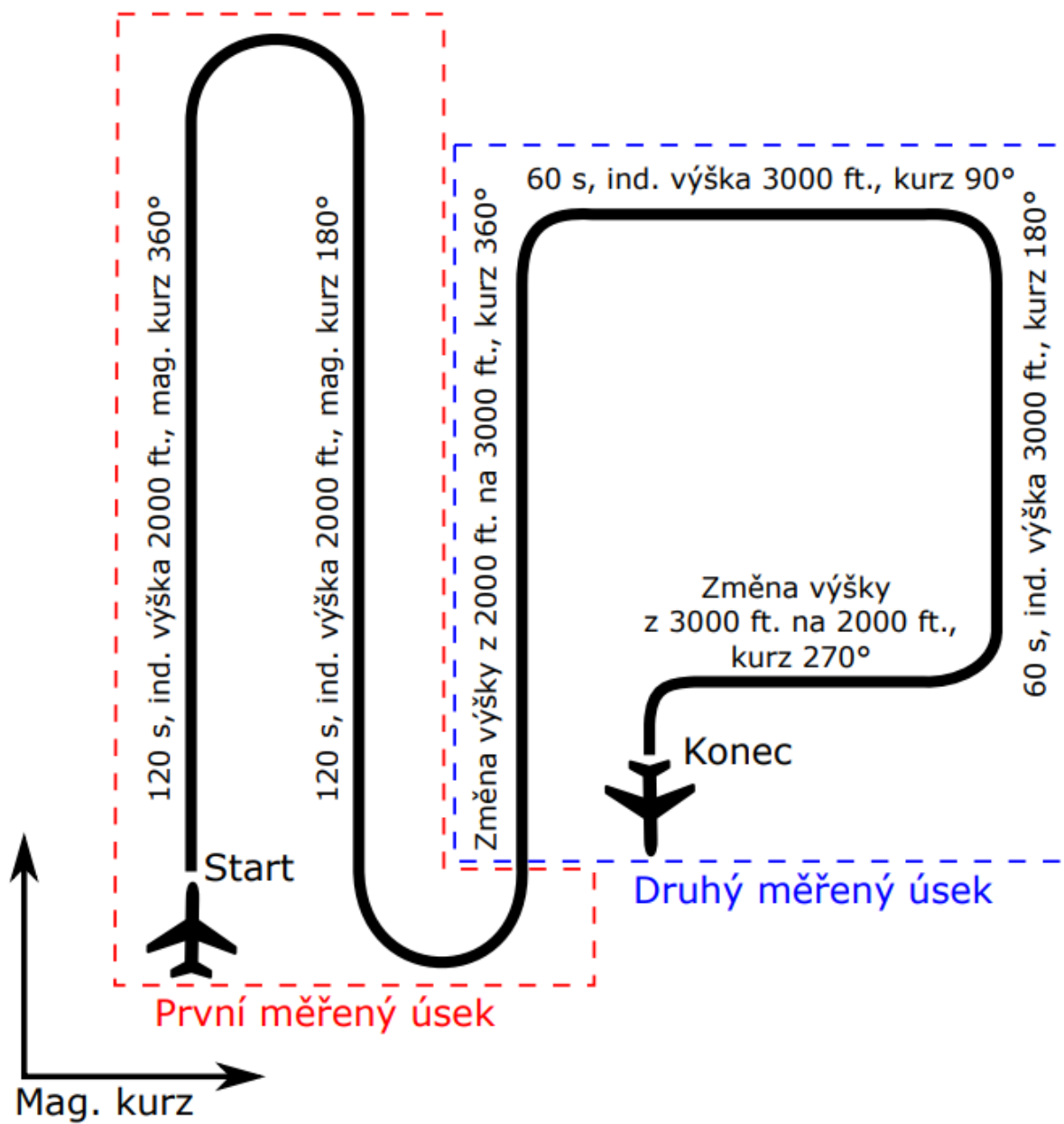
Tab. 1: Rozdělení první části

Úsek	Popis	Magnetický kurz	Čas
1	Horizontální let	360°	2 min
2	Pravá zatáčka	180°	1 min
3	Horizontální let	180°	2 min
4	Levá zatáčka	360°	1 min

Celý první blok se letí ve výšce 2000 ft indikované výšky (altitude).

Tab. 2: Rozdělení druhé části

Úsek	Popis	Kurz	Čas
1	Stoupání přímým letem z 2 000 ft na 3 000 ft	360°	-
2	Horizontální zatáčka	090°	30 s
3	Horizontální let	090°	1 min
4	Horizontální zatáčka	180°	30 s
6	Horizontální let	180°	1 min
7	Horizontální zatáčka	270°	30 s
8	Klesání přímým letem z 3 000 ft do 2 000 ft	270°	-
9	Horizontální zatáčka	180°	30 s



Obr. 6: Znáornění návrhu měřené tratě

4.2. Simulovaný letoun

Jak bylo zmíněno, letadlo, se kterým se provádělo měření byl letoun Cessna 172SP. Pro všechny piloty platily stejné podmínky, startovali ze stejného letiště (LKTB), dostávali stejné instrukce. Oblačnost byla nasimulována ve stejné výšce, vítr nebyl simulován žádný (aby se při vyhodnocování kurzu ukázaly jen pilotovy dovednosti) a letoun byl nastaven na stejnou hodnotu hmotnosti i vyvážení, viz. Tab. 3.

Tab. 3: Hmotnostní nastavení letounu

Prázdná hmotnost letounu	1 721 lbs
Celková hmotnost paliva	96 lbs
Hmotnost pilota + užitečného zatížení	304 lbs
Celková hmotnost	2 121 lbs
Maximální povolená hmotnost	2 558 lbs

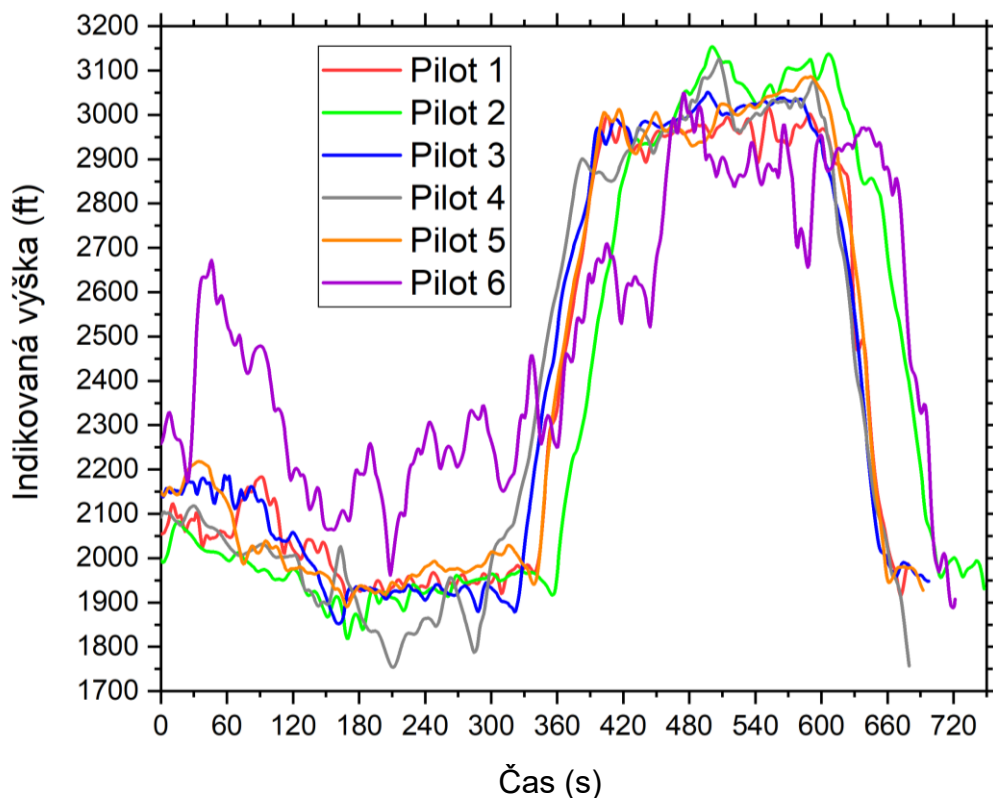
4.3. Piloti

Zúčastněnými piloty byli studenti FSI VUT v Brně, oboru profesionální pilot, ve věku 21–22 let. Údaje jsou vztaženy k datu měření, tedy 3. 5. 2023.

Tab. 4: Přehled pilotů

	Kvalifikace	Celkový nálet	Nálet za posledních 90 dní
Pilot 1	PPL(A), NIGHT	116 h 36 min	23 h
Pilot 2	PPL(A), NIGHT	99 h 59 min	10 h 46 min
Pilot 3	PPL(A), NIGHT	78 h 30 min	10 h 8 min
Pilot 4	PPL(A), NIGHT	94 h	2 h 50 min
Pilot 5	PPL(A), TOW(S)	84 h 27 min	2 h 50 min
Pilot 6	PPL(A), NIGHT	80 h 11 min	3 h 50 min

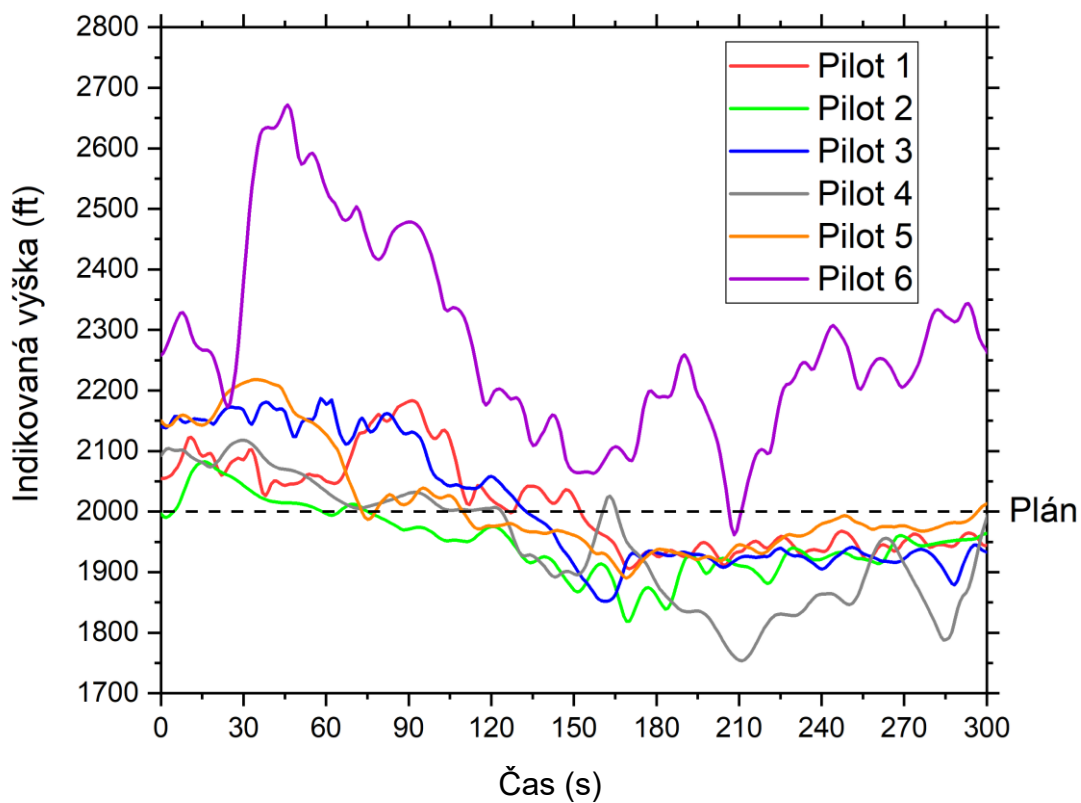
4.4. Rozbor výšky



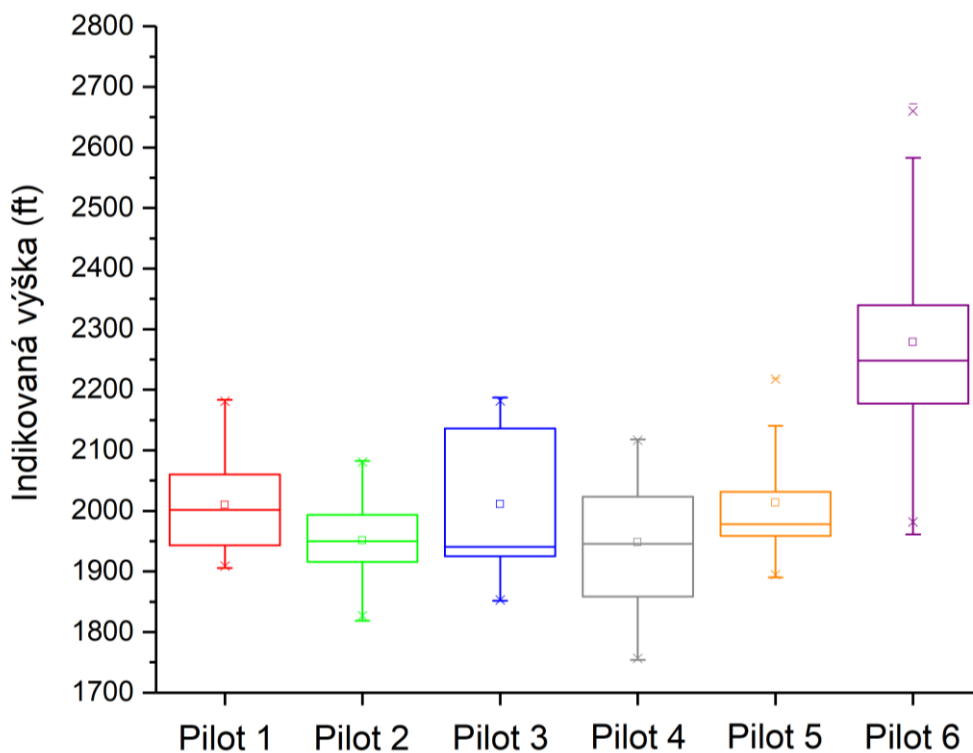
Graf 1: Znárodnění celkového průběhu výšky všech pilotů

Už při prvním pohledu na graf 1 je zřejmé, že i přes zdánlivě jednoduché instrukce nebylo pro piloty snadné udržet požadovanou výšku. Všichni, kromě pilota 2, začali svůj let výš, než bylo určeno, ovšem, než skončil první úsek, tak tuto výšku většinou podklesali, jak je vidět na grafu 2. U většiny pilotů je také vidět, že jejich klesání nebylo náhlé, ale že probíhalo postupně, mírně a neplynule. U pilota 4 jde dokonce o klesání až do výšky 1 754 ft, což je o 246 ft níže, než byla plánovaná výška. V případě neznámého či hornatého terénu by se mohlo jednat o let ohrožující situaci.

V příloze č.1 je možné vidět u jednotlivých pilotů souvislost mezi změnou směru a s tím spojené ztráty výšky. Piloti často měnili kurz rychle, v zatáčkách měli velké náklony (viz. Příloha č.2), a to vše vedlo k poklesům výšky. Jak je vidět v grafu 3, problémem pilotů není jen klesání pod určenou výšku (kromě pilota 1), ale také rozptýl výšek, ve kterém letoun vedli po dobu pouhých pěti minut.



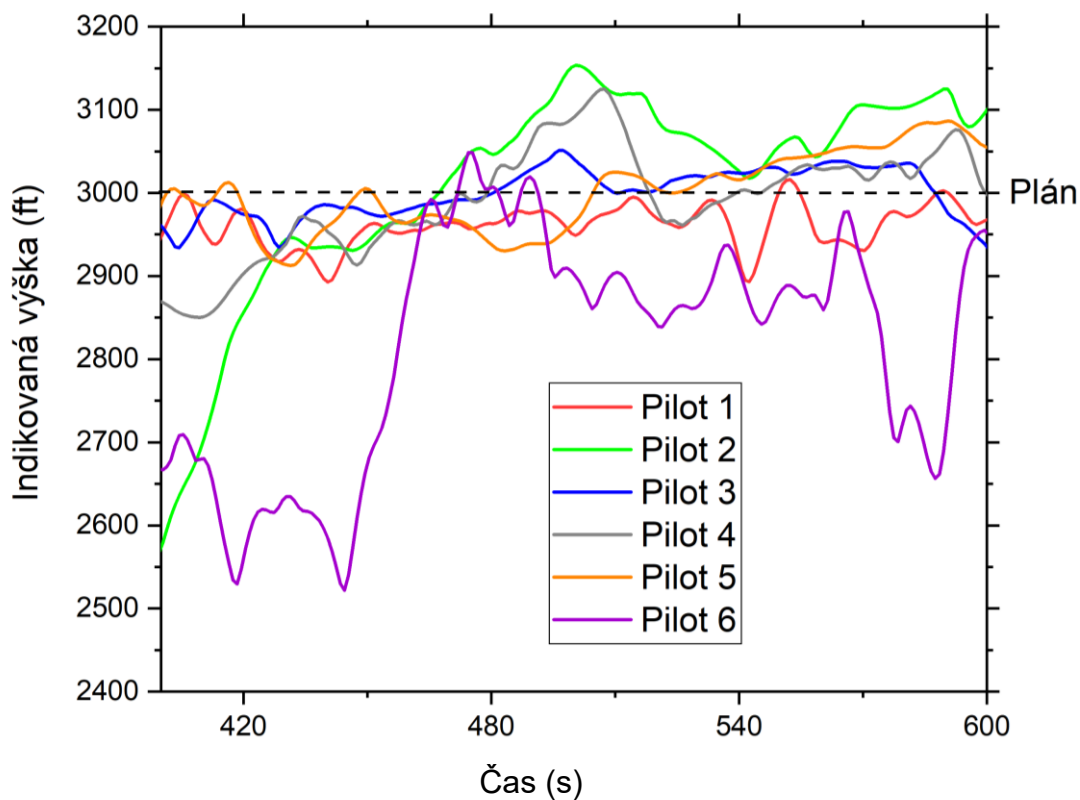
Graf 2: Výšky pilotů v první části



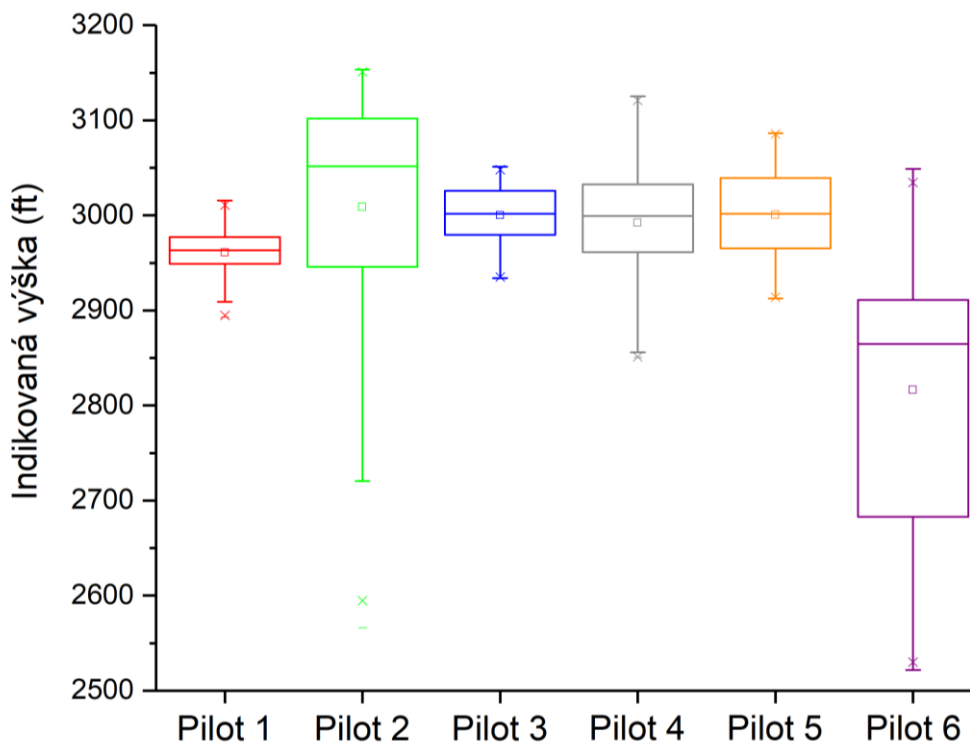
Graf 3: Statistický rozbor výšek pilotů v první části

V druhém úseku, po stoupání do výšky 3 000 ft, naopak můžeme vidět (viz. Graf 4 a graf 5), že se většině pilotů dařilo výšku držet lépe. Autor tuto skutečnost připisuje přizpůsobení pilota na simulátor, adaptací na podmínky, kratšími částmi i menšími zatáčkami.

Přesto, že se průměr letu pilotů více blíží plánu, pořád je vidět velký rozptyl, obzvlášť u pilota 2 a u pilota 6. U pilota 6 je vidět i problémové stoupání na začátku druhého úseku (viz. Příloha č.1).



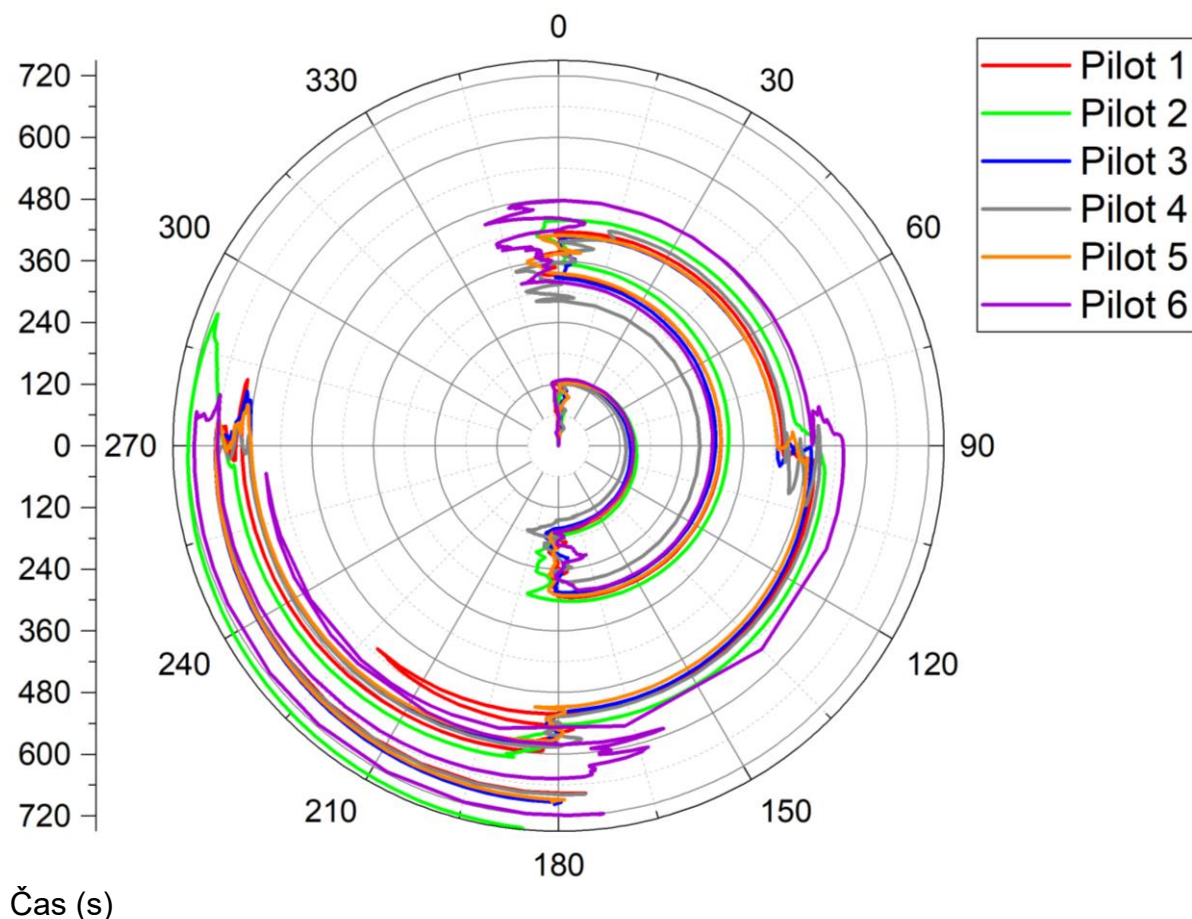
Graf 4: Výšky pilotů v druhé části



Graf 5: Statistický rozbor výšek pilotů v druhé části

Z grafů vyplývá, že v případě vletu do podmínek IMC je pro piloty náročné držet výšku a je nutné mít jistotu výškové rezervy, a to nejen od omezených či zakázaných prostorů (v případě jejich podlétávání), ale hlavně od povrchu země.

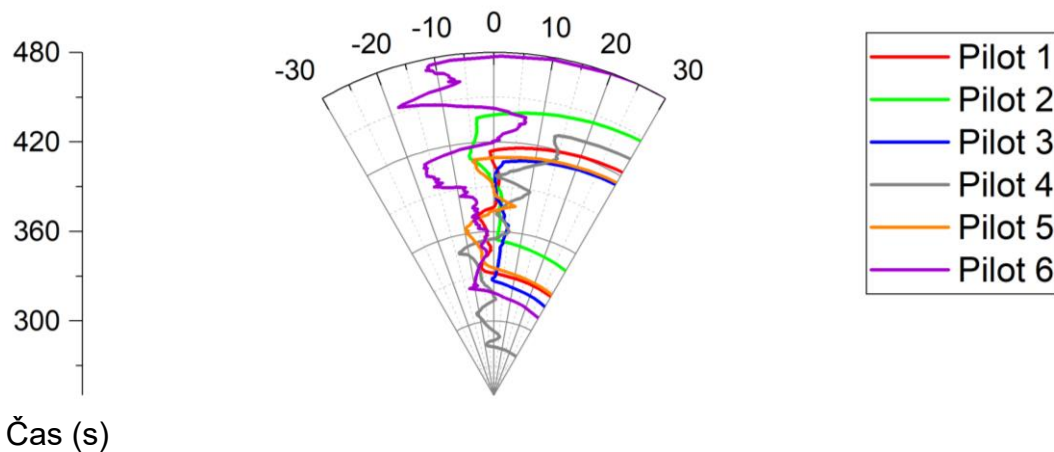
4.5. Rozbor kurzu



Graf 6: Magnetický kurz všech pilotů po celou dobu letu

Graf 6 znázorňuje magnetický kurz pilotů v závislosti na čase (vynesen na poloměru). Na první pohled je zřejmé, že i zde mezi piloty dochází k čím dál větším rozdílům. Je zde několik míst, kde se ať už jedinec, nebo i více pilotů, výrazně odchylují od plánované trati.

Prvním takovým místem je oblast znázorněna na grafu 7, kde pilotům bylo sděleno, aby stoupali do vyšší výšky. Přestože v této části měli všichni piloti letět kurzem 360°, jsou zde vidět odchylky, a to až o 20°. Dá se předpokládat, že tyto větší odchylky jsou spojeny s další zátěží pilota, a to příkazem ke stoupání.



Graf 7: Úsek stoupání

Dalšími místy, které stojí za pozornost, jsou přetočení zatáčky u pilota 1, pilota 3 a pilota 6. Jak je vidět v příloze č.1, tito piloti přetočili některé zatáčky o desítky stupňů, což vede k dalšímu stresování pilota. S tím souvisí i rychlá snaha o nápravu, což může vést k ostrým zatáčkám s velkým náklonem, k poklesu rychlosti a tím zvýšení rizika odtržení proudnic a přechodu do pádu či vývrtky.

Ostré klonění v zatáčkách se projevilo u všech šesti pilotů, kdy se běžný náklon v zatáčkách blížil ke 30°. U pilota 6 docházelo k extrémním náklonům, které dosahovaly až hodnoty 64°. Navíc se v některých fázích letu náklon dost rychle měnil. Je ale nutno podotknout, že takové náklony by s největší pravděpodobností v reálném letu v letadle nenastaly, protože by na piloty působily velké síly, které by mu jasně naznačovaly, že je v ostrém náklonu.

Ovšem i tak zde máme velmi rychlé změny kurzu, přetáčení či nedotáčení zatáček do správných kurzů a klesání při provádění zatáček.

4.6. Rozbor rychlosti

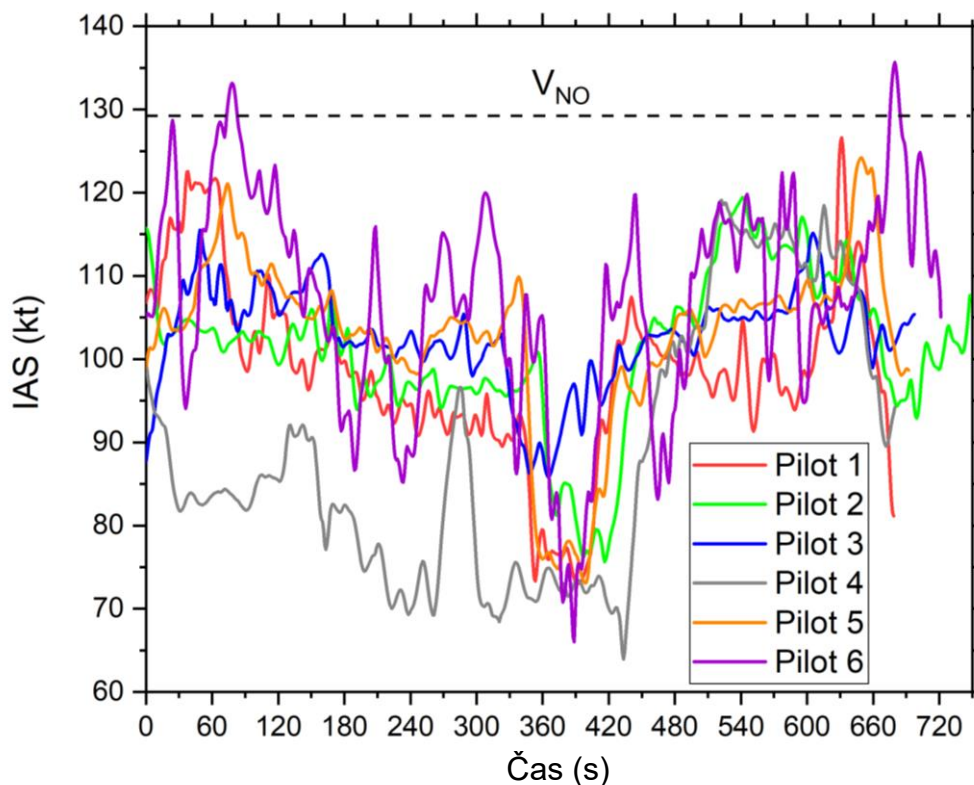
Pro bezpečné provedení letu je velmi limitující rychlost a přiblížení se či překročení limitů pro konkrétní letadlo. Pro Cessnu 172SP platí rychlostní limity uvedené v tabulce 5.

Tab. 5: Rychlosti pro Cessnu 172SP²⁰

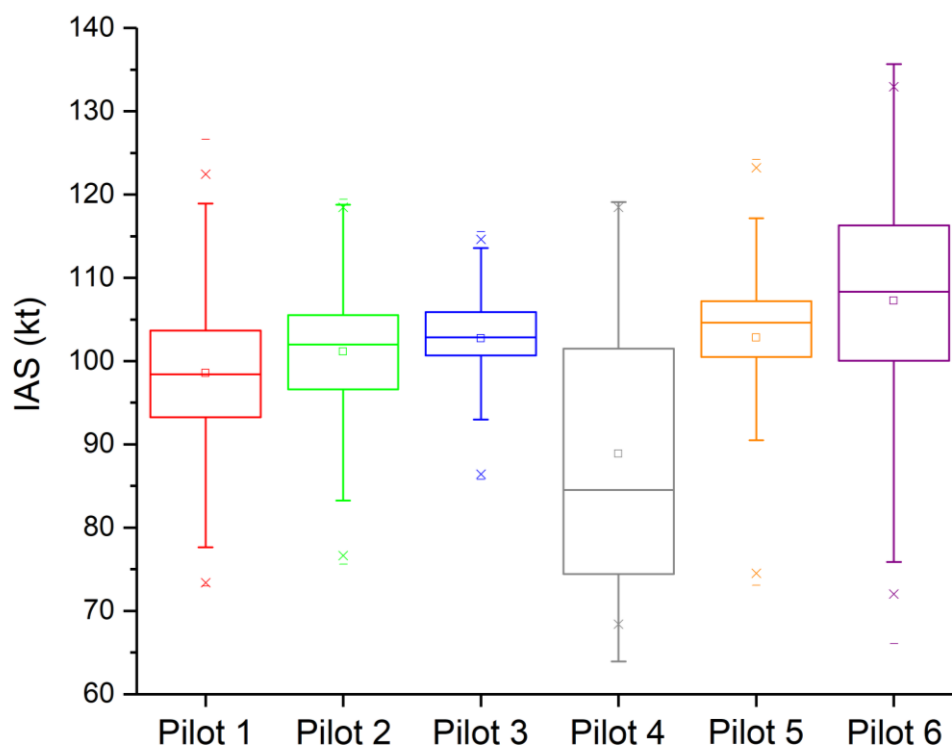
V_{S0}	48 KIAS
V_{S1}	53 KIAS
V_{FE}	
klapky 10°	110 KIAS
všechny výchylky	85 KIAS
V_A	
2 550 lbs	105 KIAS
2 200 lbs	98 KIAS
1 900 lbs	90 KIAS
V_{NO}	129 KIAS
V_{NE}	163 KIAS

²⁰ Operation Manual Skyhawk SP: Model 172S NAV III AVIONICS OPTION - GFC 700 AFCS. In: Wichita, Kansas City: Cessna Aircraft Company, 2007.

Pro toto měření je důležitá rychlost V_{NO} , kterou by pilot neměl překročit mimo oblast klidného vzduchu, případně s velkou opatrností. Pro lepší znázornění a rychlé postřehnutí této rychlosti zde končí zelené značení na rychloměru a začíná žluté.



Graf 8: Rychlosti všech pilotů po celou dobu letu



Graf 9: Statistický rozbor rychlosti

Na grafech 8 a 9 je patrné, že rychlosti pilotů byly jednak různé a velmi nestálé. Pokles rychlosti skoro u všech pilotů, probíhající okolo 420. sekundy, je způsoben stoupáním do vyšší výšky. Ale ani zde není nižší rychlost držena na stálé úrovni.

Z hlediska bezpečného provedení letu se však nikdo z pilotů nepřiblížil pádové rychlosti ani V_{NE} , což je pro bezpečný let kriticky důležité. Ovšem někteří piloti se přiblížili k V_{NO} , a jeden ji dokonce vícekrát překročil, i když jen na velmi krátkou dobu. Na druhou stranu v podmínkách IMC dost často panují takové meteorologické podmínky, ve kterých by let rychlostí nad V_{NO} mohl být nebezpečný.

4.7. Zhodnocení měření

Z naměřených dat, jejich vyhodnocení i z průběhu letu na simulátoru vyplývá, že všichni piloti simulovanou trať proletěli bezpečně, čímž se splnil cíl této části. Avšak tento výsledek není tak jednoznačný a jednoduchý.

Ve všech probíraných kritériích (výška, kurz a rychlost) se našla místa, kde by piloti mohli ohrozit svůj let, případně se přiblížit limitům (ať už rychlostním, či například geografickým).

Největší důsledek simulovaných podmínek IMC není přímo napsaný v datech, ale lze z něj vypořádat. Jedná se o stres, zmatek, nepozornost, chaos a nezkušenost pilotů s takovými podmínkami. Z toho pak vznikají velké odchylky od výšky i kurzu a mají za následek nekonstantní rychlosti. Autor si v průběhu pozorování pilotů během simulace všiml, že jakmile přidal jakýkoliv příkaz, který si museli hlídat (například stoupání), zvýšila se jejich nepozornost k ostatním údajům. Většina pilotů byla schopna si v jednu chvíli hlídat dva, maximálně tři, údaje. Všechny údaje navíc zvyšovaly u pilotů zátěž a stres.

Pravdou ovšem zůstává, že tato simulace na počítači se nedá srovnat s pocitem, kdy pilot sedí v letadle, jeho vnímání je ovlivněno aerodynamickými silami a mohou se vyskytnout iluze popsané v druhé kapitole. Dalším faktem je nedostatečný počet pilotů pro statistické vyhodnocení.

Naproti tomu i v tak malém počtu se ukazují problémy, které by mohly v reálném letu přerůst ve větší nebezpečí.

5. ZÁVĚR

I když se lety v podmínkách IMC ve výcviku PPL(A) cvičí, jak ukazují zmíněné nehody a měřená trať, rizika vlétnutí do IMC jsou pořád velmi aktuální. Dlouhodobým létáním pouze za VMC mohou někteří piloti, převážně pak ti, co létají podle VFR, nabýt dojmu, že je jejich zkušenosti dostanou z jakékoliv situace.

Nedostatečná příprava, špatné vyhodnocení situace, iluze a interpretace vjemů, to vše může vyústit do situace, které dostanou pilota do stresu, sníží jeho soustředění a v nejhorším případě mohou vést k tragické nehodě.

Vzhledem k tomu, že se po ukončení výcviku PPL(A) už létání v IMC podmínkách nemusí zkoušet, doporučil by autor každému pilotovi pravidelně tyto situace simulovat, ať už na simulátoru, či lépe s instruktorem a zakrytým výhledem z kabiny.

Z letecké školy si každý pilot odnáší jiné návyky, jiné zkušenosti a vědomosti. Byla by ovšem velká chyba domnívat se, že po výcviku a obdržení licence již není třeba dalšího vzdělávání a zlepšování svých dovedností. V tu chvíli je právě na každém pilotovi, aby se ještě více zaměřil na svoji techniku létání, pečlivost přípravy a udržování svých znalostí co nejvíce aktuální.

Tato práce se věnuje problematice, ve které hraje největší roli lidský faktor. Ten měl, má a bude mít stále v letectví majoritní roli. Z tohoto důvodu tato práce slouží nejen jako podnět pro další měření, ale i jako doporučení všem pilotům dělat maximum pro to, aby se těmto podmínkám vyhnuli, a v případě, že už se do těchto situací dostanou, tak na ně byli dostatečně připraveni.

Seznam použitých zkratk

°	stupeň	
°/s	Stupně za sekundu	
AGL	Nad úrovní země	Above ground level
AMSL	Nad střední hladinou moře	Above mean sea level
CFIT	Řízený let do terénu	Controlled flight into terrain
CTR	Řízený okresek	Control zone
č.	číslo	
deg	stupeň	degree
FIC	Letové informační středisko	Flight information centre
FID	Dispečer letové informační služby	
FIR	Letová informační oblast	Flight information region
FSI	Fakulta strojního inženýrství	
ft	stopa	feet
GA	Všeobecné letectví	General aviation
GPS	Globální navigační systém	Global positioning systém
h	hodina	
IAS	Indikovaná vzdušná rychlost	Indicated airspeed
IFR	Pravidla pro let podle přístrojů	Instrument flight rules
IMC	Meteorologické podmínky pro let podle přístrojů	Instrument meteorological conditions
KIAS	Indikovaná vzdušná rychlost v uzlech	Knots indicated airspeed
km	kilometr	
kt	uzel	knots
lbs	libry	
LKKO	Kolín	
LKKU	Kunovice	
LKPR	Praha/Ruzyně	
LKRO	Roudnice	
LKST	Strakonice	
LKTB	Brno/Tuřany	
m	metr	
Mag.	Magnetický	
METAR	Pravidelná letištní zpráva	Aerodrome routine meteorological report
MHz	Megahertz	
min	minuta	
např.	například	
PPL(A)	Licence soukromého pilota letounů	Private pilot license (aeroplanes)
PPL(H)	Licence soukromého pilota vrtulníků	Private pilot license (helicopters)
s	sekunda	
SCT	Polojasno	Scattered
ST	Stratus	Stratus
str.	strana	
TOW(S)	Kvalifikace pro vlečení větroňů motorovým letounem	
V _A	Návrhová rychlost obratu	Maneuvering speed
V _{FE}	Maximální rychlost s vysunutými klapkami	Maximum flap extended speed

VFR	Pravidla pro let za viditelnosti	Visual flight rules
VMC	Meteorologické podmínky pro let za viditelnosti	Visual meteorological rules
V _{NE}	Maximální přípustná rychlost letu	Never exceed speed
V _{NO}	Maximální konstrukční cestovní rychlost	Normal operations speed
V _{S0}	Pádová rychlost (přistávací konfigurace)	Stall speed (landing configuration)
V _{S1}	Pádová rychlost	Stall speed
VUT	Vysoké učení technické	

Seznam použitých zdrojů

Seznam literatury a internetových zdrojů

- [1] EUROPEAN GENERAL AVIATION SAFETY TEAM. *Rozhodování*. Letecká amatérská asociace České republiky, 2013.
Dostupné také z: <https://www.easa.europa.eu/en/downloads/24147/cs>
- [2] IATA. *Controlled Flight Into Terrain* [online]. [cit. 2023-05-23].
Dostupné z: <https://www.iata.org/en/programs/safety/operational-safety/controlled-flight-into-terrain/>
- [3] *Inkscape* [online]. 2023 [cit. 2023-05-24].
Dostupné z: <https://inkscape.org/>
- [4] *Letecká informační služba: Předpis L2*. In: Česká republika: Úřad pro civilní letectví, 2023.
Dostupné také z: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-2/index.htm>
- [5] MELECHOVNSKÝ, David. Rozlité mléko. *Pilot* [online]. 2011, 2011(7) [cit. 2023-05-23].
Dostupné z: <https://www.leteckylekar.cz/kapitoly-z-letecke-mediciny/58-prostorova-dezorientace.html>
- [6] *Operation Manual Skyhawk SP: Model 172S NAV III AVIONICS OPTION - GFC 700 AFCS*. In: Wichita, Kansas City: Cessna Aircraft Company, 2007.
- [7] *OriginLab* [online]. Northampton, Massachusetts, USA, 2023 [cit. 2023-05-23].
Dostupné z: <https://www.originlab.com/>
- [8] *Program výcviku DTO PPL(A): Výcvikový program pro teoretický a letový výcvik PPL(A)* [online]. Úřad pro civilní letectví, 2019, 47 s. [cit. 2023-05-23].
Dostupné z: <https://www.caa.cz/wp-content/uploads/2021/04/CAA-VP-142-3-Vyuka-teoretickych-znalosti-a-letovy-vycvik-PPLA.docx?cb=a2f8fe31cd95a534bbf95876bd87e77a>
- [9] ŠULC, Jiří. *Lidská výkonnost*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011, 116 s. ISBN 978-80-7204-688-1.
- [10] *ZÁVĚREČNÁ SPRÁVA o bezpečnostnom vyšetřování leteckej nehody*. In: Bratislava: Letecký a námorný vyšetřovací útvar, 2022.
Dostupné také z: <https://www.mindop.sk/ministerstvo-1/doprava-3/letecky-a-namorny-vysetrovaci-utvar/zaverecne-spravy/rok-2021/ska2021002-27-08-2021-ok-mih>
- [11] *ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA o odborném zjišťování příčin letecké nehody letounu Z-143 LSi, poznávací značky OK – LSI, dne 12.9.2009 u osady Hlína, část obce Sobiňov*. In: Praha: Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod, 2009, číslo 1.
Dostupné také z: <https://uzpln.cz/pdf/2qu3jEA6.pdf>
- [12] *ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA o odborném zjišťování příčin letecké nehody letounu Cessna 150M poznávací značky OK-WWW u Javorníku dne 13. 5. 2010*. In: Praha: Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod, 2010, číslo 1.
Dostupné také z: <https://uzpln.cz/pdf/hXZJi6yv.pdf>
- [13] *ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA o odborném zjišťování příčin letecké nehody ULL EV97 EuroStar SL poznávací značky OK-UUU 72 2 km E obce Nížkov ze dne 24. října 2017*. In: Praha: Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod, 2018.
Dostupné také z: <https://uzpln.cz/pdf/20190304145505.pdf>

[14] *ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA o odborném zjišťování příčin letecké nehody vrtulníku Robinson R 44 Raven II, poznávací značky OK-RRJ, v lese u osady Filipova Huť, dne 29. března 2015.* In: Praha: Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod, 2016.
Dostupné také z: https://uzpln.cz/pdf/incident_8vQPkF8H.pdf

Zdroje obrázků

Obr. 1: Havarovaný letoun na zádech – viz. Zdroj 11

Obr. 2: Trosky letounu po dopadu – viz. Zdroj 12

Obr. 3: Vrtulník po pádu v lese – viz. Zdroj 14

Obr. 4: Zničený ultralight – viz. Zdroj 13

Obr. 5: Ohořelý vrak letounu – viz. Zdroj 10

Obr. 6: Znázornění návrhu měřené tratě – autorský obrázek v programu Inkscape

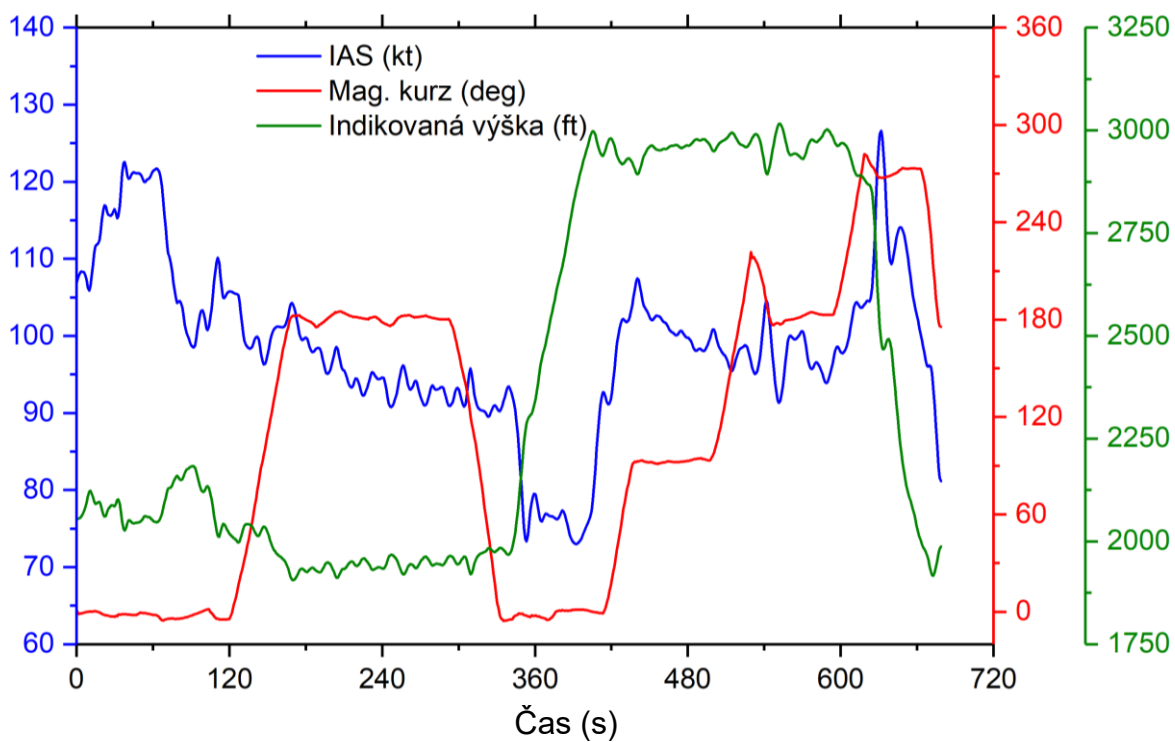
Seznam příloh

Příloha 1 – Průběhy měřených údajů u jednotlivých pilotů

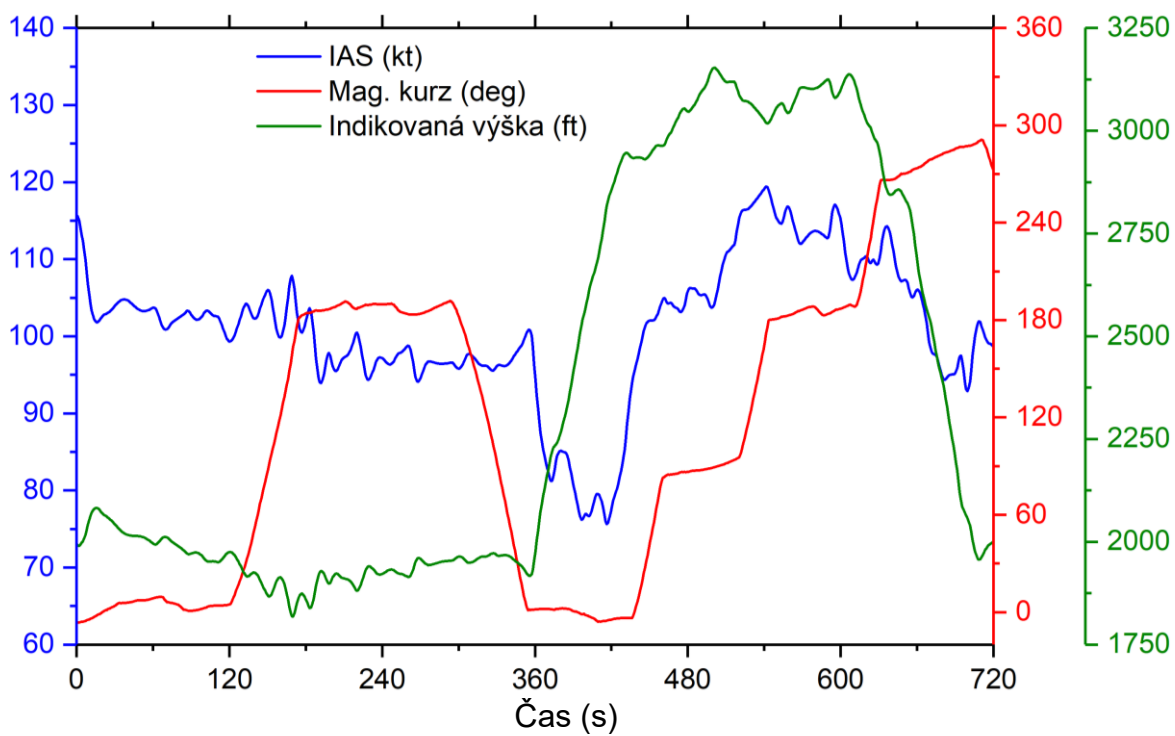
Příloha 2 – Průběhy magnetických kurzů a náklonů u jednotlivých pilotů

Příloha č.1

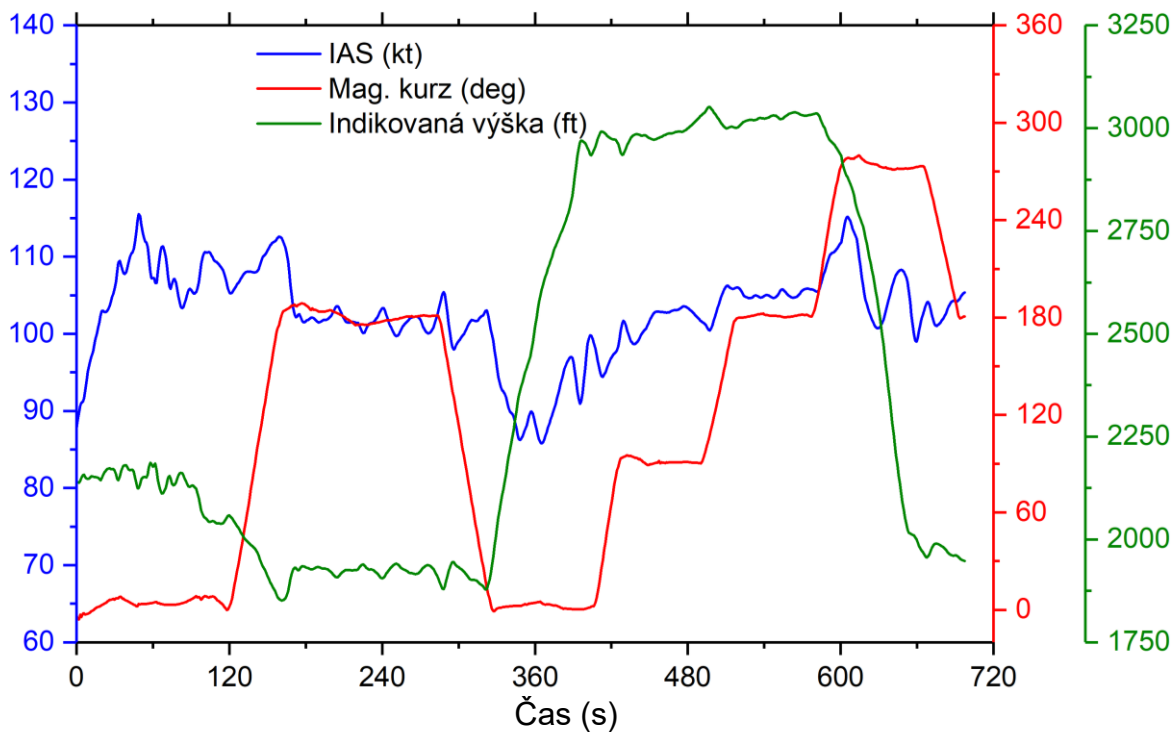
Pilot 1



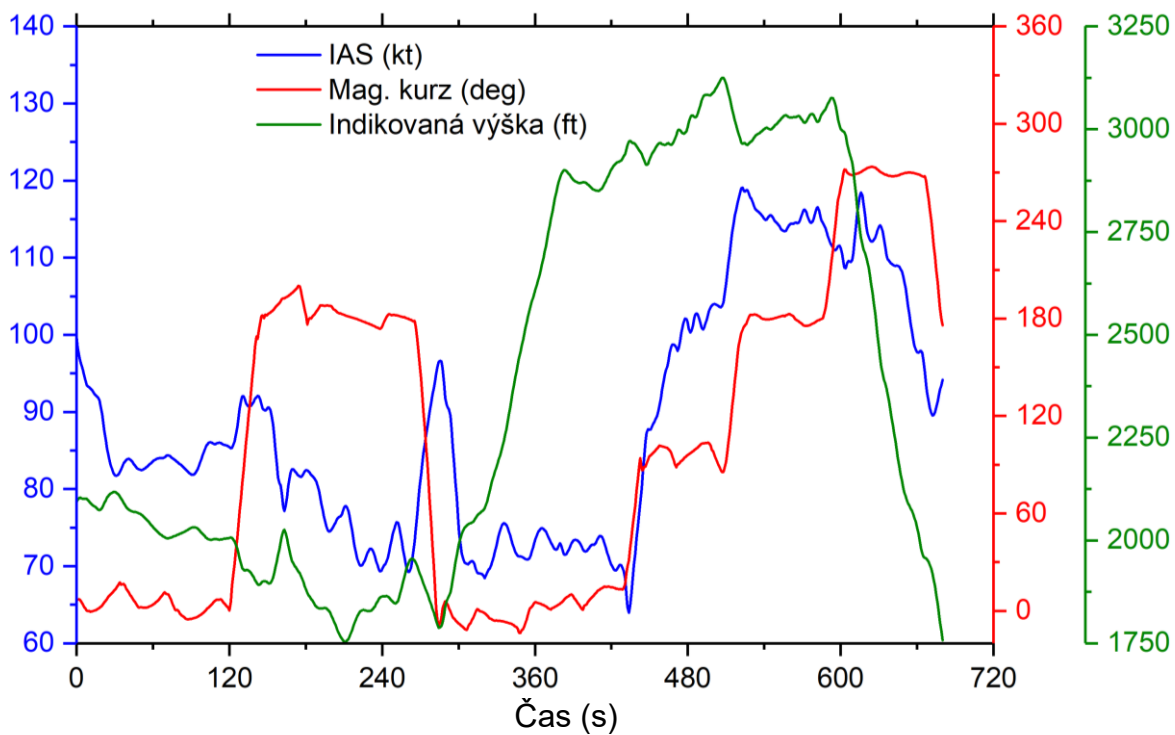
Pilot 2



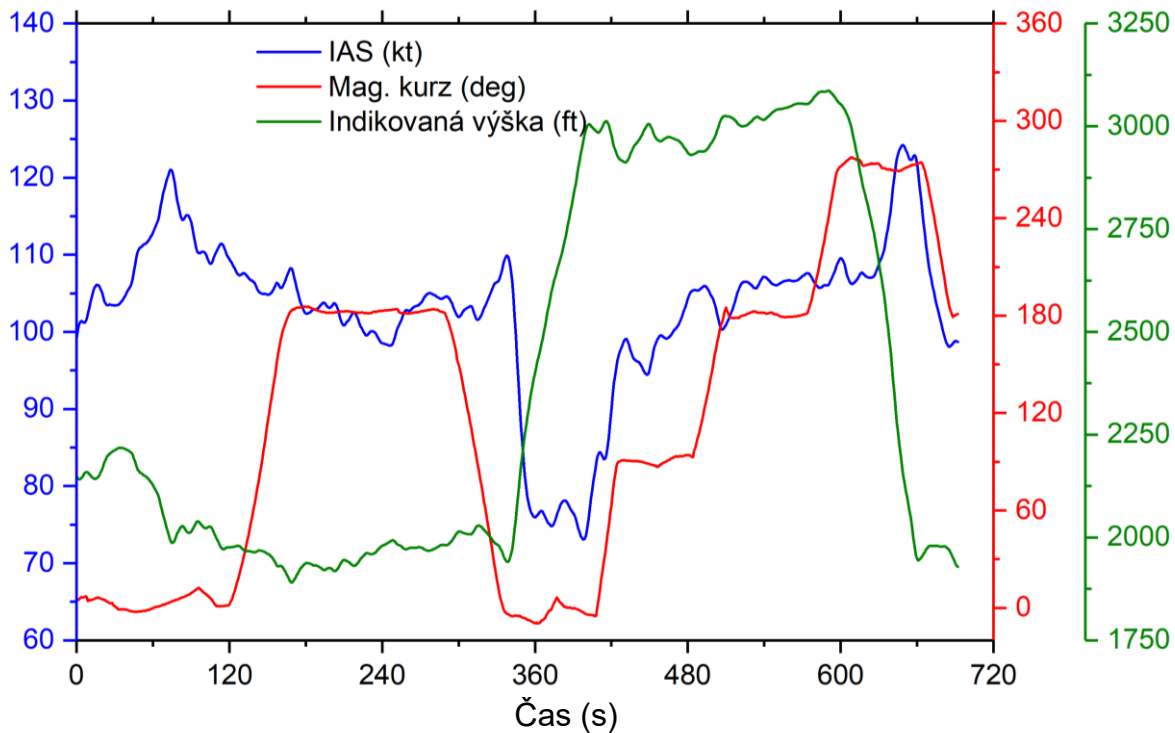
Pilot 3



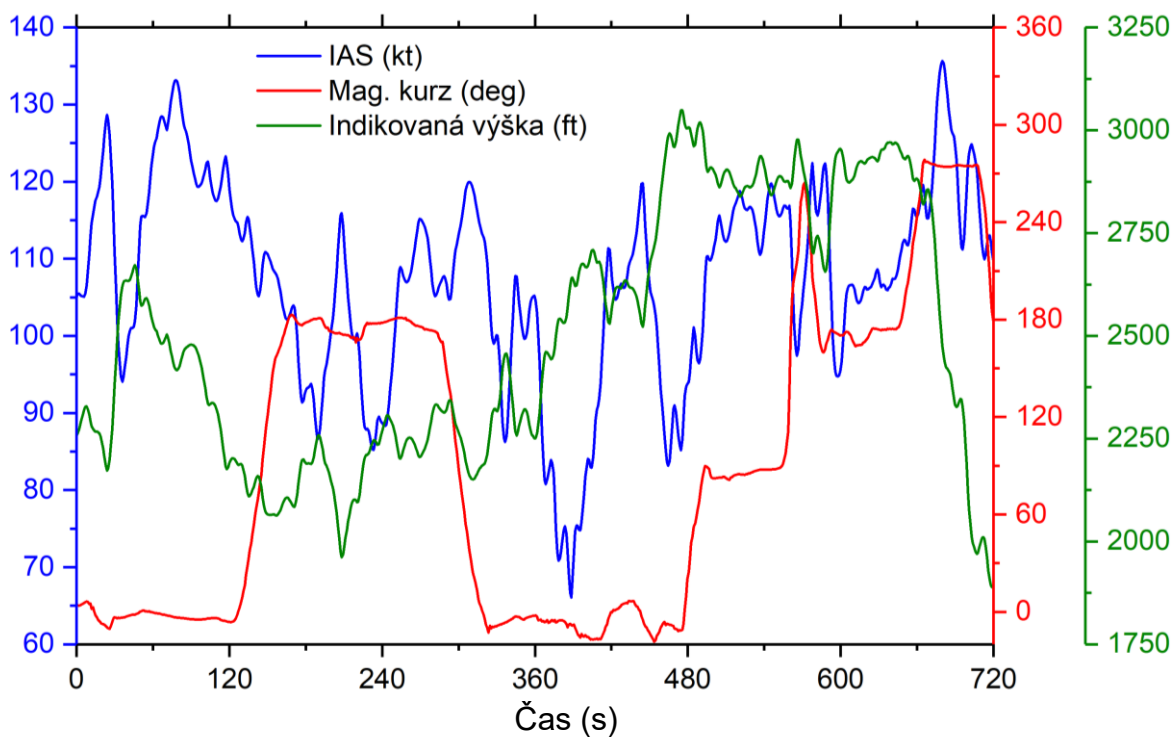
Pilot 4



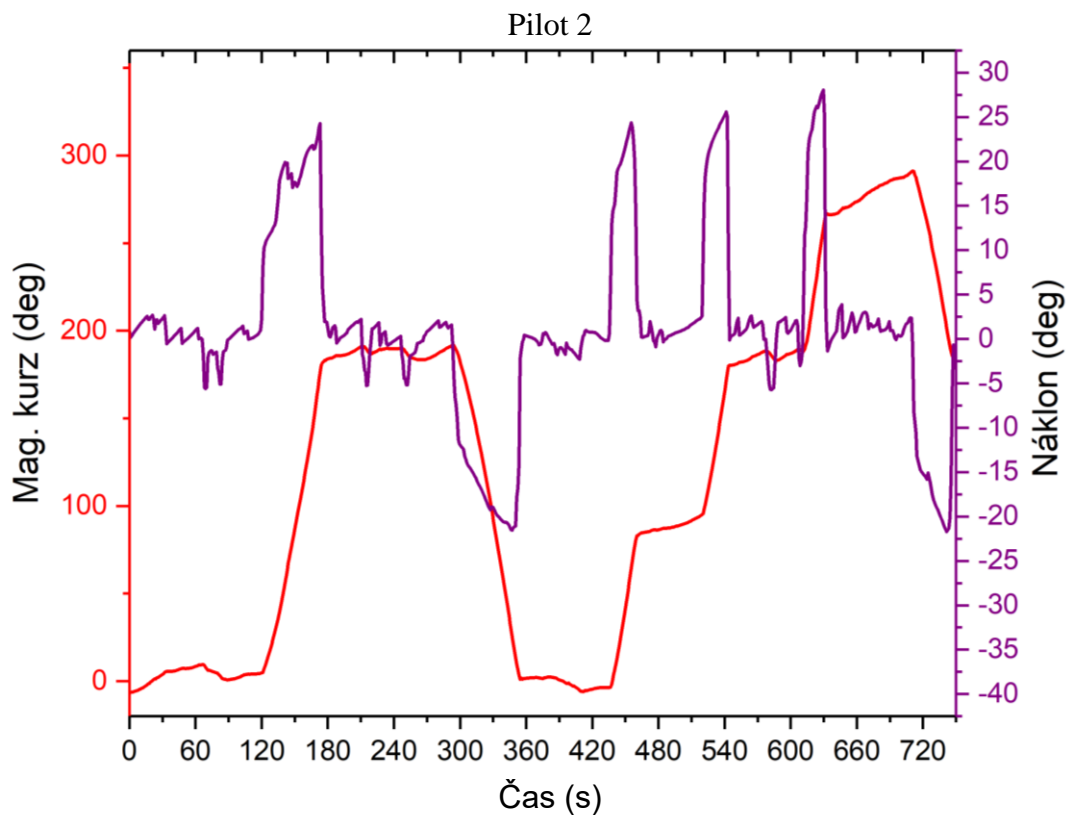
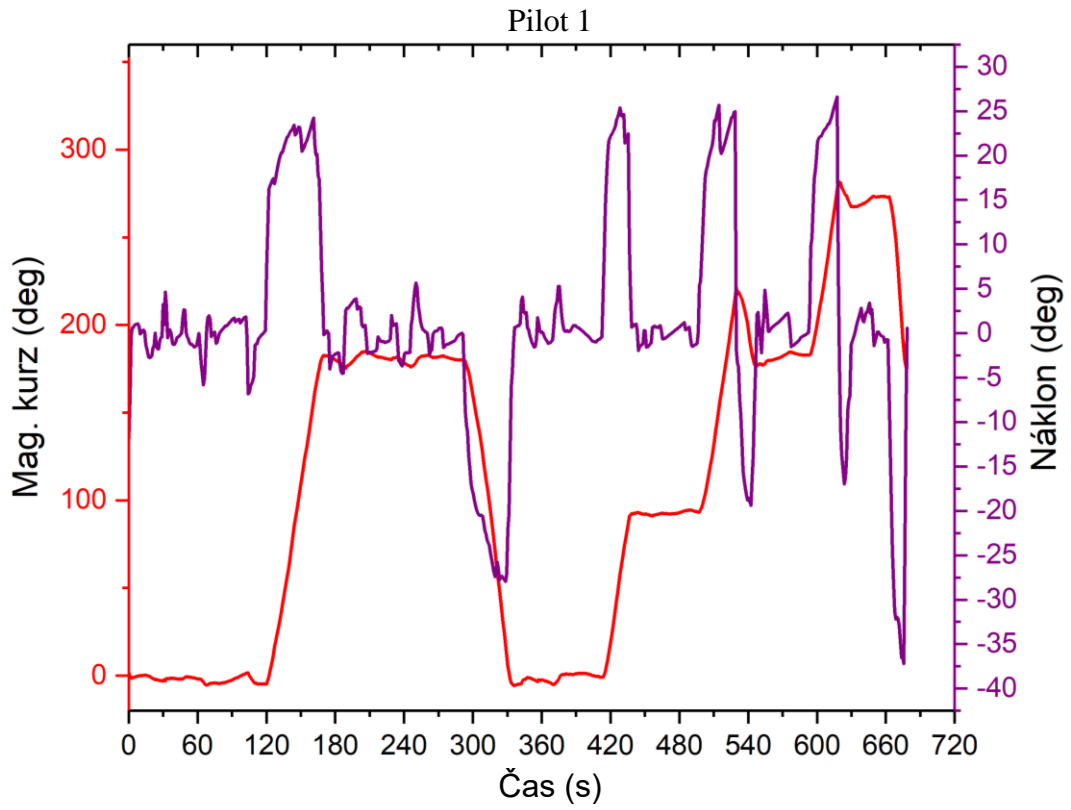
Pilot 5

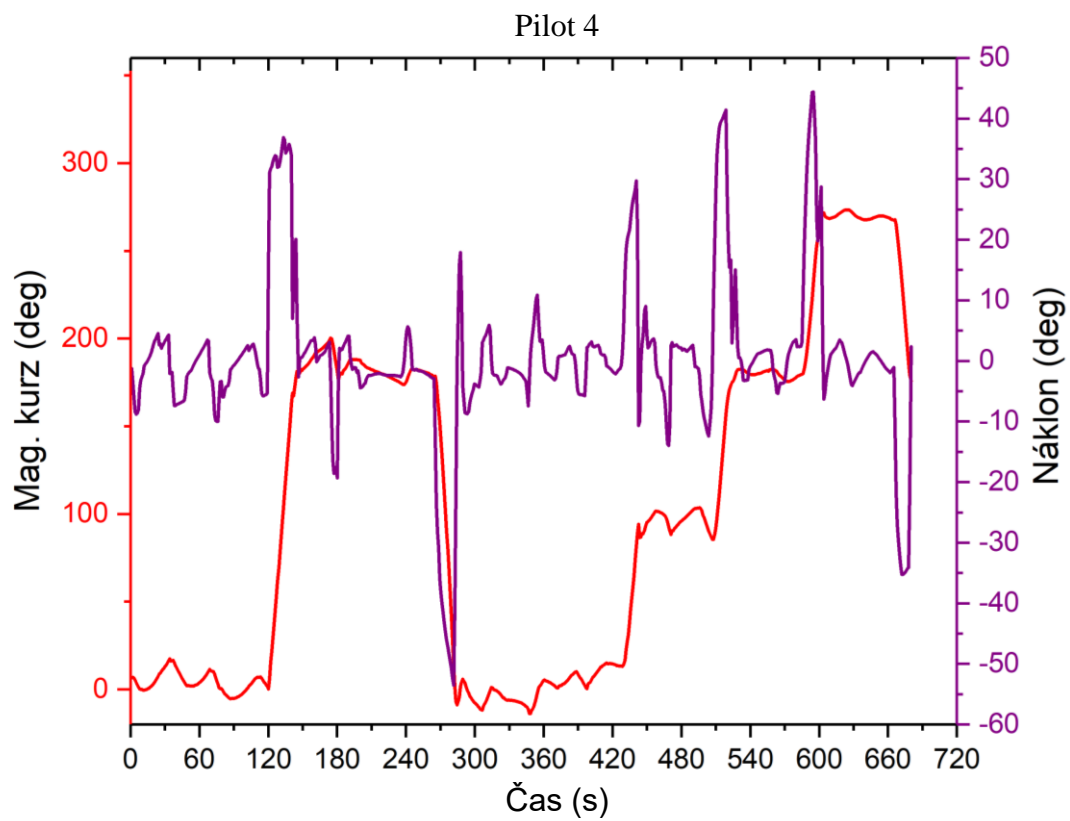
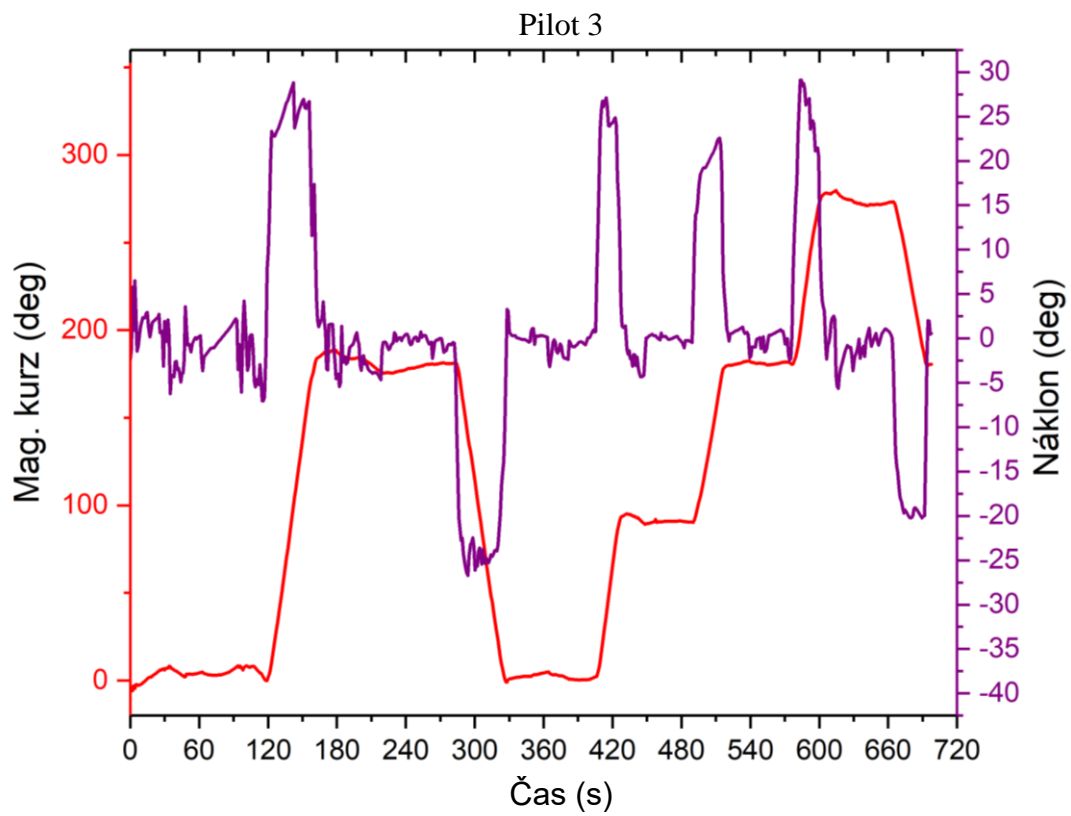


Pilot 6

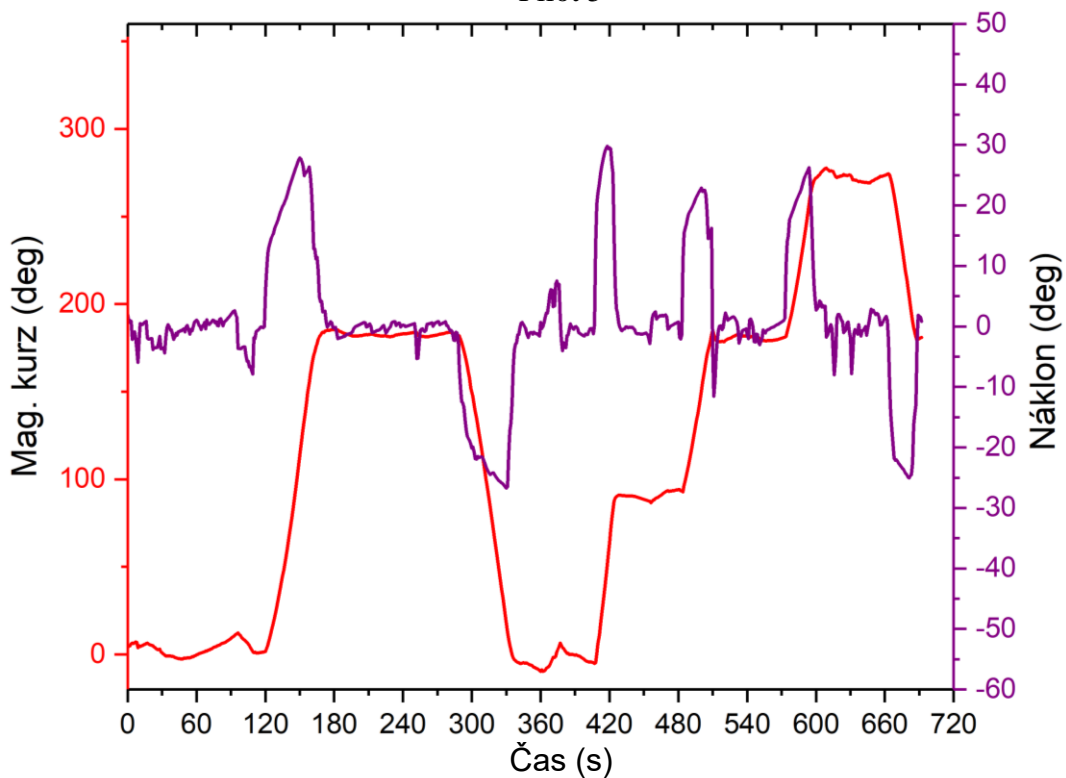


Příloha č.2





Pilot 5



Pilot 6

