



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**  
**FAKULTA DOPRAVNÍ**

*Martin Málek*

**VÝUKA VYBRANÝCH ÚLOH PŘÍSTROJOVÉHO  
LÉTÁNÍ NA LETOVÉM SIMULÁTORU FD**

Bakalářská práce

**2015**



**K621..... Ústav letecké dopravy**

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Martin Málek**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**B 3710 – PIL – Profesionální pilot**

Název tématu (česky): **Výuka vybraných úloh přístrojového létání  
na letovém simulátoru FD**

Název tématu (anglicky): Practice of Chosen Instrument Flying Tasks  
on Department's Flight Simulator

### **Zásady pro vypracování**

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

- Úvod
- Výcvik létání podle přístrojů
- Simulátor FD a jeho možnosti
- Návrh praktických cvičení pro studenty, jejich osnova a program
- Osnovy pro instruktora a způsob zhodnocení výukového letu
- Závěr

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: Letové postupy a provoz letadel, V. Soldán  
Microsoft Flight Simulator as a Training Aid, B. Williams  
Předpisy a dokumenty ICAO

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jiří Frynta**  
**Ing. Bc. Jakub Hospodka Ph.D.**

Datum zadání bakalářské práce: **24. října 2014**  
(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: **24. srpna 2015**  
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



doc. Ing. Daniel Hanus, CSc.  
vedoucí  
Ústavu letecké dopravy



prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek  
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.



Martin Málek  
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 24. října 2014

## **Poděkování**

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi pomáhali při tvorbě této práce. Zejména děkuji panu Ing. Jiřímu Fryntovi za odborné vedení a konzultování podoby a obsahu práce. Dále bych rád poděkoval také panu Ing. Bc. Jakubu Hospodkovi, Ph.D. za umožnění přístupu na simulátor Ústavu letecké dopravy a dále Ing. Anně Polánecké, Ph.D. a Ing. Jaroslavu Slováčkovi za jejich cenné rady a připomínky.

V neposlední řadě bych rád poděkoval svým rodičům za jejich materiální a morální podporu, které se mi dostávalo v průběhu celého mého studia a bez kterých by moje studium nebylo vůbec možné.

## **Prohlášení**

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze, Fakultě dopravní.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

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).

V Praze dne 22. srpna 2015

.....

podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

VÝUKA VYBRANÝCH ÚLOH PŘÍSTROJOVÉHO LÉTÁNÍ NA LETOVÉM SIMULÁTORU  
FD

Bakalářská práce  
Srpen 2015  
Martin Málek

**ABSTRAKT**

Předmětem této bakalářské práce je vytvoření výukového materiálu pro využití na letovém simulátoru Ústavu letecké dopravy, Fakulty dopravní ČVUT v Praze. Účelem tohoto materiálu je praktická výuka studentů oboru Profesionální pilot v základní pilotáži podle přístrojů a radionavigaci. Jedná se o přípravu na výcvik v létání podle přístrojů, který studenti absolvují ve školách praktického výcviku během integrovaného kurzu dopravního pilota ATP (A), jehož teoretická část je vyučována na ČVUT. Výukový materiál má formu příručky pro žáka a příručky pro instruktora, které jsou umístěny na konci práce jako přílohy. V bakalářské práci je obsažen komentář k podobě a náplni výukových letů. Dále je obsažen popis metod, využívaných k letu podle přístrojů a použitých při výuce. Součástí je také rozbor činnosti instruktora během výuky a je navržen způsob pro využití záznamu výukového letu k vyhodnocení chyb a zdokonalení pilotáže.

**Klíčová slova**

Létání podle přístrojů, základní letové manévry, radionavigace podle ADF, simulace letu, výcvik pilotů, postupy pro lety podle přístrojů, předpisová zatáčka, vyčkávací obrazec

# CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE

Faculty of Transportation Sciences

## PRACTICE OF CHOSEN INSTRUMENT FLYING TASKS ON DEPARTMENT'S FLIGHT SIMULATOR

Bachelor thesis  
August 2015  
Martin Málek

### **ABSTRACT**

The subject of this bachelor thesis is development of teaching material for utilization on flight simulator operated at the Department of Air Transport, Faculty of Transportation sciences, CTU in Prague. The purpose of this material is practical tuition of students of study field Professional Pilot in basic attitude instrument flying and radio-navigation. It is considered as a preparation for instrument flight training, which takes place in flight training organisations during integrated airline transport pilot ATP (A) training course, whose theoretical part is taught at CTU. The teaching material has a form of student's handbook and instructor's handbook, which are enclosed at the end of this thesis as annexes. The thesis itself comments on form and content of practice flights. Moreover, description of instrument flying methods used during tuition is included. Another part is analysis of instructor's job during tuition. Also, a way for utilization of training flight record for evaluation of mistakes and improvement of piloting skill is suggested.

### **Keywords**

Attitude instrument flying, basic flight manoeuvres, radio-navigation using ADF, flight simulation, pilot training, instrument flight procedures, procedure turn, holding pattern

# Obsah

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Seznam zkratek.....</b>                                   | <b>8</b>  |
| <b>1. Úvod.....</b>  | <b>10</b> |
| 1.1. Hlavní úkol bakalářské práce .....                      | 10        |
| 1.2. Výhody využití simulace pro výuku létání .....          | 12        |
| <b>2. Simulátor Ústavu letecké dopravy .....</b>             | <b>14</b> |
| 2.1. Technický popis simulovaného letounu: .....             | 15        |
| 2.1.1. Důležité rychlosti: .....                             | 15        |
| 2.1.2. Nastavení motoru (režimy): .....                      | 16        |
| 2.2. Přístrojové vybavení simulátoru .....                   | 17        |
| 2.2.1. Umělý horizont.....                                   | 17        |
| 2.2.2. Směrový setrvačnick .....                             | 19        |
| 2.2.3. Výškoměr .....  | 20        |
| 2.2.4. Rychloměr .....                                       | 21        |
| 2.2.5. Zatáčkoměr a příčný relativní sklonoměr .....         | 22        |
| 2.2.6. Variometr.....  | 23        |
| 2.2.7. Automatický radiokompas (ADF) .....                   | 24        |
| <b>3. Praktická cvičení na simulátoru ÚLD.....</b>           | <b>25</b> |
| 3.1. Využití praktických úloh.....                           | 25        |
| 3.1.1. Využití úloh během výcviku dopravních pilotů.....     | 25        |
| 3.1.2. Využití praktických úloh pro soukromé piloty .....    | 26        |
| 3.2. Zařazení praktických úloh během výcviku .....           | 27        |
| 3.3. Osnova výuky .....                                      | 28        |
| 3.4. Výuka základů létání podle přístrojů.....               | 29        |
| 3.4.1. Výuka základních manévrů.....                         | 29        |
| 3.4.2. Létání podle obrazců .....                            | 30        |
| 3.5. Výuka základů radionavigace.....                        | 31        |
| 3.5.1. Lety po směrníku NDB a předpisové zatáčky .....       | 31        |
| 3.5.2. Výuka postupů pro vyčkávání .....                     | 31        |
| 3.6. Teoretický základ využitý v úlohách .....               | 32        |
| 3.6.1. Rozdíl mezi lety podle „vidu“ a podle přístrojů ..... | 32        |
| 3.6.2. Metoda řídicích a kontrolních přístrojů.....          | 34        |
| 3.6.3. Metoda radiálního sledování.....                      | 35        |
| 3.6.4. Výuka metody sledování.....                           | 37        |
| 3.7. Úloha instruktora během cvičení .....                   | 38        |
| 3.8. Příklad zhodnocení výukového letu .....                 | 40        |
| 3.8.1. Zhodnocení horizontálního průmětu trati .....         | 40        |
| 3.8.2. Zhodnocení výškového profilu letu.....                | 42        |
| <b>4. Závěr .....</b>  | <b>45</b> |
| <b>5. Použité zdroje.....</b>                                | <b>47</b> |

**Příloha A: PŘÍRUČKA PRO ŽÁKA.....(30 stran, vlastní číslování)**

|  |      |
|--|------|
| Část 0. Úvodní let za VMC .....  | A-2  |
| Část 1. Základní pilotáž podle přístrojů.....                            | A-3  |
| Stručný teoretický úvod .....  | A-3  |
| 1-a) Udržování horizontálního přímočarého letu .....                     | A-6  |
| 1-b) Změny rychlosti a konfigurace v horizontálním přímočarém letu.....  | A-7  |
| 1-c) Standardní přístrojová zatáčka a přechody do přímočarého letu ..... | A-8  |
| 1-d) Stoupání a přechody do horizontálního letu.....                     | A-10 |
| 1-e) Klesání a přechody do horizontálního letu .....                     | A-12 |
| 1-f) Přístrojové zatáčky během stoupání a klesání.....                   | A-14 |
| Část 2. Létání obrazců .....   | A-15 |
| 2-a) Obrazec 1.....  | A-15 |
| 2-b) Obrazec 2.....  | A-16 |
| 2-c) Obrazec 3.....  | A-18 |
| Část 3. Základy radionavigace využitím ADF .....                         | A-19 |
| Teoretický úvod .....  | A-19 |
| 3-a) Aktivní let po směrníku NDB .....                                   | A-20 |
| 3-b) Nalétávání směrníku NDB .....                                       | A-24 |
| 3-c) Předpisová zatáčka 45°/180° .....                                   | A-25 |
| 3-d) Předpisová zatáčka 80°/260° .....                                   | A-26 |
| Část 4. Vstupy do vyčkávacího obrazce a vyčkávání .....                  | A-29 |

**Příloha B: PŘÍRUČKA PRO INSTRUKTORA.....(9 stran, vlastní číslování)**

|  |     |
|--|-----|
| Část 0. Úvodní let za VMC .....  | B-2 |
| Část 1. Základní pilotáž podle přístrojů.....                            | B-2 |
| 1-a) Udržování přímočarého horizontálního letu .....                     | B-2 |
| 1-b) Změny rychlosti a konfigurace v přímočarém horizontálním letu.....  | B-4 |
| 1-c) Standardní přístrojová zatáčka a přechody do přímočarého letu ..... | B-4 |
| 1-d) Stoupání a přechody do horizontálního letu.....                     | B-6 |
| 1-e) Klesání a přechody do horizontálního letu .....                     | B-7 |
| 1-f) Přístrojové zatáčky během stoupání a klesání.....                   | B-7 |
| Část 2. Létání obrazců .....   | B-8 |
| Část 3. Základy radionavigace využitím ADF .....                         | B-8 |
| 3-a) Aktivní let po směrníku NDB .....                                   | B-8 |
| 3-b) Nalétávání směrníku NDB .....                                       | B-8 |
| 3-c) Předpisová zatáčka 45°/180° .....                                   | B-9 |
| 3-d) Předpisová zatáčka 80°/260° .....                                   | B-9 |
| Část 4. Vstupy do vyčkávacího obrazce a vyčkávání .....                  | B-9 |



# Seznam zkratek

|          |  |
|----------|--|
| ADF      | automatický radiokompas                        |
| ALT      | výška nad střední hladinou moře                |
| ATC      | řízení letového provozu                        |
| ATO      | schválená organizace pro výcvik                |
| ATP      | dopravní pilot                                 |
| ATPL (A) | průkaz způsobilosti dopravního pilota (letoun) |
| BITD     | zařízení pro základní výcvik podle přístrojů   |
| CPL (A)  | průkaz způsobilosti obchodního pilota (letoun) |
| DME      | měřič vzdálenosti                              |
| EGT      | teplota výfukových plynů                       |
| FD       | Fakulta dopravní                               |
| FDR      | záznamník letových dat                         |
| FT       | stopy  |
| GNS      | družicová navigace                             |
| HDG      | kurz   |
| IAS      | indikovaná vzdušná rychlost                    |
| IFR      | let podle přístrojů                            |
| IMC      | přístrojové meteorologické podmínky            |
| IN HG    | palce rtuťového sloupce                        |
| IR       | přístrojová doložka                            |
| KG       | kilogramy                                      |
| KIAS     | uzly indikované rychlosti                      |
| KT       | uzly   |
| LBS      | libry  |
| LOC      | kurzový maják přistávacího systému             |
| M        | metry  |

|         |   |
|---------|---|
| MAP     | tlak vzduchu v rozvodovém potrubí (také MP)           |
| MDI     | ukazatel s ručně nastavitelnou kompasovou rúžicí      |
| MIN     | minuty  |
| MTOW    | maximální vzletová hmotnost                           |
| NDB     | nesměrový radiomaják                                  |
| PPL (A) | průkaz způsobilosti soukromého pilota (letoun)        |
| QDM     | magnetické zaměření od letadla směrem ke stanici      |
| QNH     | tlak přepočtený na střední hladinu moře               |
| RB      | boční zaměření  |
| RBI     | ukazatel bočního zaměření                             |
| RMI     | radiově-magnetický ukazatel                           |
| RPM     | počet otáček za minutu                                |
| SS      | směrový setrvačnick                                   |
| TAS     | pravá vzdušná rychlost                                |
| UH      | umělý horizont  |
| ÚCL     | Úřad pro civilní letectví                             |
| ÚLD     | ústav letecké dopravy                                 |
| VFR     | let podle pravidel za viditelnosti                    |
| VMC     | meteorologické podmínky pro let za viditelnosti (VFR) |
| VOR     | všesměrový radiomaják                                 |

# 1. Úvod

## 1.1. Hlavní úkol bakalářské práce

Tato bakalářská práce se zabývá výukou přístrojového létání na zařízení pro simulaci letu, provozovaném na Ústavu letecké dopravy Fakulty dopravní ČVUT. Cílem bakalářské práce je vytvořit výukový materiál pro přípravu studentů na výcvik létání podle přístrojů (IFR) formou praktických cvičení na simulátoru ÚLD. Práce obsahuje nejdříve v teoretické části popis školního simulátoru, zejména z hlediska faktů potřebných pro létání: rychlosti a režimy motorů a přístrojové vybavení. V praktické části práce jsou popsány metody přístrojového létání využitě při tvorbě letových úloh, dále je rozebrána činnost instruktora během výuky a způsob vyhodnocení výstupu (záznamu) letu žákem a instruktorem. Přílohy k této bakalářské práci, které jsou její nedílnou součástí, mají formu příruček pro žáka a instruktora. Praktické úlohy zpracované v přílohách obsahují výuku základních manévru při pilotáži podle přístrojů (bez vnějších vizuálních referencí) a jejich procvičování, výuku základní navigace pomocí ADF, přístrojových zatáček, vstupů do vyčkávacího obrazce a postupu vyčkávání.

Název „Výuka vybraných úloh ...“ byl zvolen proto, že cílem této práce není nahradit výcvikové hodiny, které studenti absolvují ve schválených organizacích pro výcvik (ATO) na certifikovaném zařízení pod dohledem kvalifikovaných instruktorů za účelem získání pilotních kvalifikací. Proto je použito označení výuka, nikoli výcvik. Slovo výcvik v této práci používám pouze ve spojení s „oficiálním“ výcvikem v oprávněných organizacích. „Vybrané“ úlohy mají za cíl věnovat větší pozornost oblastem při přístrojovém výcviku, jejichž zvládnutí nebývá pro studenty snadné a doplňující zkušenost v podobě „neoficiální“ výuky na školním simulátoru může přispět k lepším výsledkům a snadnějšímu postupu ve výcviku. Cílem bakalářské práce je vytvořit výukový materiál pro přípravu studentů na výcvik létání podle přístrojů (IFR) formou praktických cvičení na simulátoru ÚLD.

Jednou z největších překážek během výcviku profesionálního pilota je právě přechod mezi metodou řízení letadla podle vnějších vizuálních referencí a metodou řízení s referencí pouze na přístroje. Výuka zpracovaná v příručkách pro žáka a instruktora výcvik doplňuje a může být zařazena před zahájením anebo v průběhu prvních několika hodin přístrojového výcviku pro zdokonalení techniky prohlížení letových přístrojů a pro výuku radionavigace.

První část navržených úloh se zabývá výukou efektivní metody prohlížení letových přístrojů při základních manévrech tak, aby bylo možno řídit letoun s co největší přesností a zároveň uvolnit kapacitu pozornosti pro řešení dalších úkolů během létání. Následují úlohy pro procvičení těchto manévru: létání podle obrazců. Tyto obrazce mají přesně zadané parametry a létají se za nulového větru, bez využití radionavigačních přístrojů a s využitím měření času.

Po úlohách s obrazci následuje výuka radionavigace využitím radiomajáku NDB a automatického radiokompasu (ADF). Tyto úlohy jsou zařazeny zejména proto, že školní simulátor je vybaven jednodušší verzí ukazatele ADF (typ MDI) bez funkce kompasové růžice se automaticky otáčet podle kurzu letadla. S touto indikací se studenti na simulátorech při výcviku nesetkají. Simulátory ve školách praktického výcviku, do kterých dochází většina studentů, jsou vybavené indikátory typu RMI. Avšak v mnohých letadlech, používaných ve výcviku i poté v praxi, se jednodušší typy indikátorů (typu RBI a MDI) stále objevují a skutečné letadlo není vhodným místem pro prvotní seznámení s principem navigace podle těchto přístrojů.

Orientace pomocí ADF je následně procvičována v závěrečných úlohách společně s výukou předpisových zatáček a postupů pro vyčkávání.

Každá ze zpracovaných úloh obsahuje v příručce pro žáka stručný teoretický základ, který studentovi vysvětluje, na co se v dané úloze zaměřit a jakým způsobem efektivně prohlížet přístroje. Příručka pro instruktora obsahuje parametry, s jakými danou úlohu na simulátoru spustit a dále seznam nejčastějších chyb, kterých se piloti během létání daných prvků dopouštějí, a jejich možné příčiny.

V samotné bakalářské práci jsou rozebírány výhody výuky na simulátorech a je popsáno zařízení Ústavu letecké dopravy z hlediska ovládání a vybavení. Dále se rozebírají možnosti využití vytvořených příruček pro výuku. Je komentován jejich obsah, podoba a program. Je vysvětlen úkol a účel instruktora přítomného během výuky. Následuje popis metod sledování letových přístrojů a řízení letadla v podmínkách bez vizuálních referencí z okolí letadla. Nakonec je předvedena ukázka vyhodnocení záznamu z výukového letu.

## 1.2. Výhody využití simulace pro výuku létání

Simulátor má oproti letadlu jednu velkou výhodu. Je možné rozdělit komplexní činnost na menší části, zvláště při výuce nových postupů. Tyto menší části jsou pro studenta při učení snáze a rychleji zpracovatelné. Po jejich zvládnutí následuje spojování úkolů ve složitější problémy.

Celé lety od vzletu do přistání nejsou vhodné pro demonstraci základních principů. Žák se totiž musí během letu soustředit na příliš mnoho úkolů najednou: postupy pro ovládání letadla, checklisty, komunikaci s ATC, vyhýbání se ostatnímu provozu, navigaci, meteorologické vlivy a další. Nový prvek, který je třeba se naučit, se v záplavě úkolů na studenta kladených snadno ztratí. Dále, než se letadlo po letové úloze z výcvikového prostoru dostane na zem a žák s instruktorem mají čas na poletový rozbor chyb, uplyne dlouhá doba, během které se řeší další úkoly. Snadno tedy oba zapomenou, jakých chyb se student při výuce vlastně dopustil. [26]

Během letu na simulátoru je možné letoun přesunout rovnou do požadované polohy. Je možné se tedy zaměřit hned přímo na konkrétní úkol. Provoz simulátoru fakulty dopravní rovněž není tolik finančně nákladný, jako certifikovaná zařízení v komerčních školách. Student a instruktor tedy nejsou pod časovým tlakem a mohou se více zaměřit na problematiku oblasti podle potřeb studenta. Během letu je možné simulaci kdykoliv zastavit a rozebrat aktuální stav a indikaci přístrojů. Další velmi vhodnou pomůckou je využití autopilota během výuky radionavigace. Pokud student nemusí řídit letoun, nemusí rozdělovat pozornost mezi učení a řízení letadla a může se snadno soustředit přímo na výuku nového problému. [26]

Rozdělení komplexní činnosti, jako například vstup a let ve vyčkávacím obrazci, může vypadat následovně: Student zná teorii, pro její zafixování a převedení do praktických znalostí je využit simulátor. Při první demonstraci žák ovládá letoun pomocí režimů autopilota pro udržování kurzu a výšky (HDG HOLD a ALT HOLD). Přitom sleduje indikaci radionavigačních přístrojů a měří čas využitím stopek. Řízení letounu mu nezabírá příliš pozornosti, pouze otáčí „heading bug“ do požadovaných kurzů, autopilot točí přístrojovou zatáčku a drží výšku. Žák se tak může lépe soustředit na indikaci přístrojů, prostorovou orientaci a pochopení principů. Ve chvíli, kdy problematiku vstupů do obrazce a letu v obrazci chápe a pamatuje si ji, může se přejít k ručnímu řízení za VMC, později za IMC. Po zvládnutí této problematiky v přístrojových podmínkách při manuálním řízení se přidá

vliv větru. Tím se přidává další problém – vylučování snosu. Mohou následovat i další úkoly v podobě stoupání nebo klesání v obrazci a tak dále.

Velkou výhodou využití simulátoru je rovněž možnost překonání překážek, které mohou vznikat ve výcviku. Pro postup v letovém výcviku od jedné úlohy k dalším je nutné, aby student danou problematiku chápal a zvládal. Pakliže se mu to během času předepsaného rozsahem úlohy nepodaří, musí instruktor navrhnout dodatečný výcvik a hodiny navíc. Tímto se finanční náklady na výcvik znatelně zvyšují. Toto by nebylo nutné, pokud by se student věnoval problému podrobně na simulátoru FD do té doby, než princip skutečně pochopí. Následný výcvik v letadle by už sloužil pouze k převedení schopností na podmínky skutečného letadla (případně certifikovaného výcvikového simulátoru). [26]

## 2. Simulátor Ústavu letecké dopravy

Na Ústavu letecké dopravy Fakulty dopravní jsou v současné době v provozu dvě zařízení. Starší simulátor jednomotorového letounu Cessna 182 RG a novější trenažér letounu Beechcraft Baron G58 s dvojitým řízením. Obě zařízení jsou s pevnou základnou s analogovou indikací letových přístrojů a bez zavedení umělého citu do řízení.

Zpracované úlohy jsou primárně koncipovány pro nový simulátor, avšak lze je využít i pro výuku na školním simulátoru C182RG nebo jakémkoli jiném trenažéru nebo simulátoru.

Dvou-pilotní simulátor využívá pro svou funkci software Flight Simulator X od společnosti Microsoft. Letové výkony a dynamika letounu jsou nastaveny tak, aby přibližně odpovídaly výše zmíněnému šestimístnímu dvumotorovému pístovému letounu americké výroby. Na obrázku 1 je pohled na přístrojovou desku simulátoru.

Vlastnosti simulovaného letounu a přístrojové vybavení popíši v následujících odstavcích.



Obrázek 1. Přístrojová deska simulátoru

## 2.1. Technický popis simulovaného letounu:

*Výrobce: Hawker Beechcraft Corporation*

*Rozměry: délka: 9,09 m, rozpětí: 11,53 m, výška: 2,97 m*

*MTOW: 5500 lbs (2509 kg)*

*Užitečné zatížení: 1613 lbs (732 kg)*

*Praktický dostup: 20 688 ft*

### Motory:

*2 pístové vzduchem chlazené šestiválce se vstřikováním paliva, značka Teledyne Continental Motors IO-550-C, každý s výkonem 300 koní*

### Vrtule:

*Třílísté vrtule značky McCauley konstantních otáček. S měnitelným úhlem nastavení listů.*

[7, 18]

### 2.1.1. Důležité rychlosti:

*Rotace: 85 kts*

*Nejlepší úhel stoupání – oba motory: ( $V_x$ ): 92 kt*

*Nejrychlejší stoupání – oba motory ( $V_y$ ): 105 kt*

*Nejlepší úhel stoupání – jeden motor: ( $V_{xSE}$ ): 100 kt*

*Nejrychlejší stoupání – jeden motor ( $V_{ySE}$ ): 101 kt*

*Maximální dokluz: 115 kt*

*Cestovní stoupání: 136 kt*

*Manévrovací rychlost ( $V_A$ ): 156 kt*

*Max pro vysunutý podvozek ( $V_{L0}$ ,  $V_{LE}$ ): 152 kt*

*Max pro klapky 15°: 152 kt*

*Max pro klapky 30° ( $V_{FE}$ ): 122 kt*



*Maximální přípustná ( $V_{NE}$ ): 223 kt*

*Pádová v cestovní konfiguraci ( $V_S$ ): 84 kt*

*Pádová v přistávací konfiguraci ( $V_{S0}$ ): 75 kt*

*Přiblížení na přistání (5400 lbs, klapky 30°): 95 kt*

*Přerušené přistání: 95 kt*

*Minimální říditelná ( $V_{MCA}$ ): 84 kt*

*Doporučená rychlost klesání: 170 kt [7]*

### **2.1.2. Nastavení motoru (režimy):**

*Maximální dlouhodobý výkon: Přípust' plně dopředu, vrtule 2700 RPM*

*Cestovní stoupání: Přípust' plně dopředu, 2500 RPM*

*Maximální výkon pro let v hladině:*

*25 IN HG (nebo plná přípust'), 2500 RPM, směs 20° C pod maximem EGT do bohata*

*Doporučený výkon pro let v hladině (nastavení 1):*

*25 IN HG (nebo plná přípust'), 2500 RPM, směs 20° C pod maximem EGT do chuda*

*Doporučený výkon pro let v hladině (nastavení 2):*

*23 IN HG (nebo plná přípust'), 2300 RPM, směs 20° C pod maximem EGT do bohata [8]*

## 2.2. Přístrojové vybavení simulátoru

Rozložení a podoba základních šesti pilotážních přístrojů, ukazatele VOR 1, VOR 2, ADF a magnetického kompasu, přibližně odpovídá palubní desce letounu Cessna 172 SP, avšak všechny přístroje (kromě magnetického kompasu) jsou na palubní desce dvakrát (pro oba piloty). Jedná se o elektrické analogové ukazatele poháněné servomotory. Každý přístroj je vybaven mikroprocesorem, který je připojen k řídicímu počítači přes USB kabel. Výrobce je nizozemská firma TRC Simulators. Každý přístroj je vybaven vlastním zabudovaným osvětlením v horní části přístroje. [9] V následujících odstavcích popíši funkci těch přístrojů, které budou využívány během praktických úloh.

### 2.2.1. Umělý horizont

Jedná se věrnou kopii tradičního umělého horizontu. Snímek přístroje je na obrázku 2. Indikace přístroje odpovídá velmi přesně v letadlech často používanému vzduchem poháněnému umělému horizontu Falcon GH02V-3. [3]

Použitý umělý horizont je tvořen pevným, nastavitelným ukazatelem letadélka a dvěma servomotory. Jeden servomotor otáčí vnější rám s okrajovou stupnicí i vnitřní destičkou okolo podélné osy letounu, čímž je dosaženo indikace klonění. Druhý servomotor posouvá vnitřní destičku v rámci prvního rámu nahoru a dolů, čímž indikuje podélný sklon letounu. Takto je dosaženo indikace podle principu obrazového realismu. Čára horizontu se pohybuje vůči symbolu letadélka stejným způsobem, jako je tomu se skutečným horizontem při pohledu pilota z kabiny letadla ven. [1,9]

Stupnice na umělém horizontu není číselně ocejchována, přístroj ale odpovídá logice většiny skutečných umělých horizontů. Pro podélný sklon jsou na vnitřní destičce, kromě čáry horizontu, natištěny čtyři rysky. Indikují hodnoty podélného sklonu  $+20^\circ$ ,  $+10^\circ$ ,  $-10^\circ$  a  $-20^\circ$  (v pořadí odshora dolů). Ten se odečítá vzájemnou pozicí miniatury letadélka a této stupnice. Rozsah indikace podélného sklonu je u tohoto typu UH pouze  $\pm 30^\circ$ . Po překročení těchto hodnot zůstává ukazatel v krajní poloze.

Symbol letadélka je propojen s otočným ovladačem, čímž se nastavuje jeho vertikální pozice. Mezera mezi indikační stupnicí a tělesem letadélka totiž způsobí různou indikaci v závislosti na výšce pilotových očí. Letadélko je proto třeba nastavit před každým letem. Sedačky simulátoru nejsou výškově polohovatelné a poloha očí pilota tedy závisí na výšce jeho postavy.

Velikost příčného sklonu je odečítána v horní části přístroje pomocí červeného trojúhelníčku nabarveného na skle přístroje. Naproti trojúhelníčku se pohybuje vnější otočná stupnice. Jednotlivé rysky indikují hodnoty náklonu 0°, 10°, 20°, 30°, 60° a 90° na každou stranu. Maximální hodnota indikace příčného sklonu je 95° doleva i doprava. Po překročení těchto hodnot dojde k přetočení ukazatele na druhou stranu a indikace neodpovídá skutečnosti, dokud se náklon nevrátí zpět do rozmezí  $\pm 95^\circ$ .



Obrázek 2: Umělý horizont simulátoru ÚLD

### 2.2.2. Směrový setrvačnick

Tento přístroj obsahuje servomotor otáčející desku ocejchovanou jako klasický směrový setrvačnick, kroky po 5°. Indikační část přístroje je na obrázku 3. Hodnota kurzu je značena číselně po 30°. Významné kurzy (360°, 090°, 180° a 270°) jsou označeny symboly N, E, S a W. Symbol letadélka na skle přístroje indikuje směr podélné osy letounu. Směrový setrvačnick indikuje kompasový kurz (je automaticky nastaven pro sesouhlasení s magnetickým kompasem). Na skle jsou dále vytištěné oranžové trojúhelníčky, které ukazují úhly 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270° a 315° vůči podélné ose letadla. Přístroj dále obsahuje plastový jezdec („heading bug“), který slouží pro označení kurzu nebo ovládání autopilota v módu udržování kurzu (HDG HOLD). Jezdec se ovládá zamáčknutím a rotací černého otočného ovladače. [9]



Obrázek 3: Směrový setrvačnick simulátoru ÚLD

### 2.2.3. Výškoměr

Jedná se o repliku klasického trojručkového barometrického výškoměru ukazujícího výšku ve stopách (obrázek 4). Přístroj má pevnou stupnici, ocejchovanou číslicemi 0-9 ve směru hodinových ručiček. Pro dlouhou ručičku jsou tedy číslice stovkami stop, mezi číslicemi jsou čtyři kratší značky. Nejmenší krok pro odečtení výšky je tedy 20 stop. Kratší ručička ukazuje na číslicích tisíce stop, destička uprostřed přístroje je otočná a natištěná bílá kapka ukazuje na číslicích desetitisíce stop. Nastavení referenčního tlaku lze měnit stejně, jako u skutečného výškoměru. Otočný ovladač má bílou barvu s označením „BARO“ a je umístěn vlevo pod výškoměrem. Nastavený tlak je indikován v levé části přístroje v milibarech a v pravé části v palcích rtuťového sloupce.[1, 9]



Obrázek 4: Výškoměr simulátoru ÚLD

#### 2.2.4. Rychloměr

Jedná se o kopii aerometrického membránového rychloměru cejchovaného v uzlech indikované rychlosti (IAS) s kroky po pěti uzlech (obrázek 5). Přístroj má pevnou stupnici a pohyblivou ručku poháněnou servomotorem. Pro lepší přehlednost jsou rychlosti značeny pomocí barevných oblouků. Bílý oblouk označuje rychlosti pro let s plně vysunutými vztlačovými klapkami, tedy začíná pádovou rychlostí v přistávací konfiguraci ( $V_{S0}$ ) a je ukončen maximální rychlostí pro let s klapkami vytaženými na  $30^\circ$  ( $V_{FE}$ ). Zelený oblouk je rozsah rychlostí, ve kterých je možno letět pouze v klidném vzduchu se zvýšenou opatrností, tedy od 194 kt až po maximální přípustnou rychlost ( $V_{NE}$ ). Dále jsou na rychloměru označeny barevnými čarami důležité rychlosti: červenou barvou minimální říditelná rychlost ( $V_{MCA}$ ) a  $V_{NE}$  a modrou barvou rychlost pro nejrychlejší stoupání na jeden motor ( $V_{YSE}$ ). [1, 18]



Obrázek 5: Rychloměr simulátoru ÚLD

### 2.2.5. Zatáčkoměr a příčný relativní sklonoměr

Tento přístroj je věrnou kopií běžně používaného sdruženého přístroje – zatáčkoměru a příčného relativního sklonoměru. Zabudovány jsou 2 servomotory. Jeden otáčí malým letadélkem okolo podélné osy letounu. Druhý pohybuje kuličkou uvnitř průhledné trubice (obrázek 6) [9]

Zatáčkoměr je koncipován jako klasický přístroj s odkloněnou rovinou rámu od horizontální roviny, tzv. „turn coordinator“. Zobrazuje tedy sdruženou indikaci náklonu a zatáčení (je schopen indikovat i náklon bez zatáčení). Bílé rysky na okraji indikační části přístroje označují, při sesouhlasení konce křídla letadélka se značkou, nulový náklon (vodorovné značky) a standardní přístrojovou zatáčku ( $3^\circ/\text{s}$ ) nalevo a napravo (značky L a R). Relativní sklonoměr označuje výslednici sil působících na letadlo. Pokud je uprostřed, indikuje správnou zatáčku nebo normální přímočarý let. [1, 16]



Obrázek 6: Zatáčkoměr s příčným relativním sklonoměrem

### 2.2.6. Variometr

Jedná se o repliku variometru letounu C172 nebo C182. Originální přístroj je membránový aerometrický, měřící na principu změny statického tlaku, proto má určité zpoždění. Přístroj použitý na simulátoru je poháněn servomotorem a indikuje hodnoty vertikální rychlosti letadla téměř s nulovým zpožděním. Stupnice je cejchována ve stopách za minutu. Nulová hodnota se nachází vlevo uprostřed. Ručička vychýlená nahoru indikuje stoupání, dolů klesání. Stupnice je značena číselnými hodnotami ve stovkách stop za minutu a má rozsah -2000 ft/min až +2000 ft/min. Při větších hodnotách stoupání nebo klesání zůstává ručka v krajní poloze. Hodnoty stoupání/klesání do 1000 ft/min jsou rozděleny čarami po 100 stopách za minutu. Pro větší hodnoty vertikální rychlosti jsou značeny už jenom hodnoty 1500 a 2000 stop za minutu. [1, 9, 16]



Obrázek 7: Variometr simulátoru ÚLD



### 2.2.7. Automatický radiokompas (ADF)

Automatický radiokompas je palubní přístroj schopný kontinuálně zaměřovat pozemní nesměrový radiomaják NDB. Nastavení frekvence zařízení je možné na středovém panelu simulátoru pomocí otočných ovladačů. Indikace zvolené frekvence je zobrazena v pravé části středového displeje. Identifikaci majáku je možno odposlechnout pomocí bílého tlačítka s označením ADF na středovém panelu.

Snímek přístroje je na obrázku 8. Přístroj je typu MDI, obsahuje tedy otočnou stupnici s kurzy, ovládanou v případě potřeby manuálně otočným knoflíkem v blízkosti přístroje. Největší oranžová značka společně se symbolem letadélka určuje směr podélné osy letadla. Pro rychlejší orientaci jsou naznačeny krátkými značkami úhly  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $135^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $225^\circ$ ,  $270^\circ$  a  $315^\circ$  vzhledem k ose letadélka. Ručička přístroje je poháněná servomotorem a vždy ukazuje k radiomajáku. Při sesouhlasení severu na stupnici s podélnou osou letadélka indikuje ručička boční zaměření vůči radiomajáku (relative bearing, RB). Pokud je nastaven na podélnou osu letěný magnetický kurz, ručička ukáže tzv. QDM, neboli magnetický směr k radiomajáku. [16]

Pilot tedy může používat přístroj jako RBI (indikátor bočního zaměření) a QDM určit výpočtem anebo rychlým přenášením pohledu mezi směrovým setrvačником nebo kompasem a ADF. Nebo je možné točit stupnicí na letěný kurz a přímo odečítat QDM.



Obrázek 8: Automatický radiokompas

## 3. Praktická cvičení na simulátoru ÚLD

### 3.1. Využití praktických úloh

#### 3.1.1. Využití úloh během výcviku dopravních pilotů

Na Fakultě dopravní ČVUT probíhá teoretická část integrovaného kurzu dopravních pilotů (ATP). Během tří let zde student absolvuje výuku veškeré teorie nutné pro absolvování teoretických zkoušek ATPL (A) na Úřadu pro civilní letectví (ÚCL). Zároveň s teoretickou výukou probíhá praktický výcvik v některé ze schválených organizací pro výcvik, se kterými má ČVUT uzavřenou smlouvu. Teorie a praxe na sebe ne vždy přímo navazují. Student se tak například učí teorii létání podle přístrojů (IFR), avšak praktický výcvik započne až za několik měsíců a tak bez okamžitého procvičení problematiku snadno zapomene. Před započatím praktického výcviku je tedy vhodné zařadit nějakou formu opakování. Praktická cvičení na školním simulátoru jsou vhodnou formou zejména proto, že spojují teorii s praxí. Teorii žák snadno a rychle zapomene, avšak praktickou zkušenost nikoliv. V příloze jsou jako ukázka tohoto využití zpracovány úlohy pro nácvik předpisových zatáček, vstupů do vyčkávání a letu ve vyčkávacích obrazcích.

Před těmito úlohami je zpracována výuka základů létání podle přístrojů. Zkušenost s létáním podle přístrojů ze školního zařízení má především studentům, budoucím profesionálním pilotům, usnadnit přechod mezi výcvikem za viditelnosti (VFR) a výcvikem podle přístrojů (IFR). Další možné využití této části může být pro piloty, kteří zatím neabsolvovali výcvik podle přístrojů anebo nemají v úmyslu získat přístrojovou doložku. Těmto pilotům může zkušenost na simulátoru přijít vhod v případě neúmyslného vletnutí do meteorologických podmínek neumožňující pilotáž podle vizuálních referencí z okolí letounu (IMC).

### **3.1.2. Využití praktických úloh pro soukromé piloty**

Úlohy pro výuku základních manévrů při letu podle přístrojů by mohly být také zařazeny jako doplněk výcviku pro získání kvalifikace PPL (A). V předpisem stanovených požadavcích ke zkoušce PPL (A) je stanoveno, že žadatel musí mít provozní zkušenost v „letu výhradně podle přístrojů včetně zatáčky o 180°“ [19].

Podle osnov výcviku soukromého pilota, uvedených v Part-FCL, žadatelé absolvují následující výcvik základů letu podle přístrojů:

#### *Úloha 19 Základy letu podle přístrojů*

- *fyziologické vnímání*
- *docenění přístrojů*
- *let s polohou podle přístrojů*
- *omezení pro přístroje*
- *letecké umění*
- *základní obraty*
  - *přímý a vodorovný let při různých rychlostech letu a konfiguracích*
  - *stoupání a klesání*
  - *standardní úhlové rychlosti zatáček, stoupání a klesání do zvolených kurzů*
  - *přechod do vodorovného letu ze stoupavých a klesavých zatáček [2]*

Délka těchto cvičení je 2 hodiny letové doby. Naučit se letět podle přístrojů během dvou hodin v letadle, je dle mého názoru úkol velmi těžký. Mimo to, tento výcvik probíhá v letadle podle pravidel VFR, tedy za VMC (část může probíhat na BITD, ale musí být doplněna výcvikem v letadle). [2] Navzdory využití různých pomůcek pro zakrytí pilotova výhledu (IFR brýle, apod.), pilot stále periferně získává určité vizuální reference o svojí poloze zvenčí.

Zařadit tuto „neoficiální“ výuku pro soukromé piloty by mohlo být přínosem k bezpečnosti. Případy fatálních nehod v důsledku vlétnutí nezkušeného pilota do IMC, následná neschopnost zachovat v těchto podmínkách prostorovou orientaci a řídit letadlo podle přístrojů, jsou ve všeobecném letectví časté. Jakákoliv zkušenost navíc se v nouzové situaci tohoto typu může pilotovi velice hodit.

## 3.2. Zařazení praktických úloh během výcviku

Úlohy jsou rozděleny do čtyř částí (nepočítaje úvodní let za VMC). Části 1 a 2 slouží pro výuku létání základních manévrů podle přístrojů a jejich procvičení. Část 3 slouží pro výuku základů radionavigace podle ADF, která je následně procvičována společně s výukou postupů reversal (předpisové zatáčky  $45^\circ/180^\circ$  a  $80^\circ/260^\circ$ ) a postupu vyčkávání v části 4. Část 3 a 4 se může procvičovat buďto za podmínek VMC za účelem lepšího zapamatování postupů a principů kdykoliv po absolvování teoretické výuky radionavigace a postupů podle přístrojů, anebo v IMC až po zvládnutí základů létání podle přístrojů v části 1 a 2.

Výuku částí 1 a 2 je vhodné zařadit během integrovaného výcviku ATP před zahájením létání podle přístrojů, tj. fáze V, tedy někdy během fáze IV (VFR navigace). Případně je možné tyto úlohy zařadit během fáze V, etapy 2 (Řízení letounu podle přístrojů) pro zdokonalení techniky pilotáže anebo kdykoliv později během výcviku pro stejný účel. Rovněž je možno je zařadit pro jiné typy výcviků (modulový) v odpovídající fázi.

Výuka v částech 3 a 4 je primárně koncipována pro pochopení principu radionavigace podle ADF využitím ukazatele typu RBI. S těmito typy ukazatelů se studenti v dnešní době setkají na některých starších typech letounů až po přechodu ze simulátoru do letadla ve fázi V. Proto ji doporučuji zařadit ve fázi V před etapou 5, anebo dříve, ale až po absolvování částí výuky 1 a 2.

Výuku částí 3 a 4 je také možné zařadit už dříve. Radionavigace podle ADF se využívá už při letech VFR. Její hlubší pochopení procvičením na simulátoru ČVUT se může během sólových přeletů žákům hodit. Část 3 je tedy možné zařadit během fáze IV integrovaného výcviku. Postupy pro předpisové zatáčky v části 3 a postupy vyčkávání v části 4 je rovněž možné zařadit souběžně s výukou předmětu: „Postupy podle přístrojů“, tedy nezávisle na fázi praktického výcviku. V tomto případě je však nutné výuku provádět za podmínek VMC (ne podle přístrojů) a výuka by takto sloužila pro lepší zapamatování vyučovaných postupů.

### 3.3. Osnova výuky

Osnova výuky má následující podobu. Řazení praktických úloh, zejména v části „Základní pilotáž podle přístrojů“, je voleno podobně, jako sylabus výcviku podle přístrojů. Doba v závorce je předpokládaná nejkratší možná délka. Zejména v části 1 a 3 bude délka výuky hodně individuální v závislosti na schopnostech pilota. V části 4 je délka letu vzata pro vstup a jeden okruh ve vyčkávání pro každý typ vstupu (přímý, paralelní, boční), je ale vhodné letět úlohu vícekrát za různých podmínek větru a procvičovat několik okruhů ve vyčkávání.

- |  |         |
|--|---------|
| <b>0. Úvodní let za VMC</b>                                      | (00:30) |
| <b>1. Základní pilotáž podle přístrojů</b>                       |         |
| a. udržování přímočarého horizontálního letu                     | (00:15) |
| b. změny rychlosti a konfigurace v přímočarém horizontálním letu | (00:15) |
| c. standardní přístrojová zatáčka a přechody do přímočarého letu | (00:20) |
| d. stoupání a přechody do horizontálního letu                    | (00:15) |
| e. klesání a přechody do horizontálního letu                     | (00:15) |
| f. přístrojové zatáčky během stoupání a klesání                  | (00:20) |
| <b>2. Létání obrazců</b>   |         |
| a. Obrazec 1   | (00:15) |
| b. Obrazec 2   | (00:15) |
| c. Obrazec 3   | (00:10) |
| <b>3. Základní radionavigace využitím ADF</b>                    |         |
| a. Aktivní let po směrníku NDB                                   | (00:30) |
| b. Nalétávání směrníku NDB                                       | (00:30) |
| c. Předpisová zatáčka 45°/180°                                   | (00:20) |
| d. Předpisová zatáčka 80°/260°                                   | (00:20) |
| <b>4. Vstupy do vyčkávacího obrazce a vyčkávání</b>              | (00:30) |

### **Celková délka cvičení**

|               |                |
|---------------|----------------|
| Část 0        | (00:30)        |
| Část 1        | (01:40)        |
| Část 2        | (00:40)        |
| Část 3        | (01:40)        |
| Část 4        | (00:30)        |
| <hr/>         |                |
| <b>Celkem</b> | <b>(05:00)</b> |

## **3.4. Výuka základů létání podle přístrojů**

### **3.4.1. Výuka základních manévrů**

Předpokládá se, že žák dosud nikdy podle přístrojů neletěl. Část 0 je volitelná a slouží pro seznámení žáka se simulátorem. Tuto úlohu lze vynechat, pokud už student na tomto zařízení létal. Následuje teoretický úvod, ve kterém je pro žáka stručně vysvětlen způsob sledování přístrojů (radiální selektivní metoda a logika pilotážních a kontrolních přístrojů) a způsob pilotáže podle přístrojů využitím pěti kroků: změna, kontrola, výdrž, upřesnění a vyvážení (příloha A, strana A-3 až A-5). Následuje úloha pro nácvik horizontálního přímočarého letu, dále udržování horizontálního přímočarého letu při změně rychlosti a konfigurace. Tato část slouží k hlubšímu procvičení prohlížení přístrojů během přímočarého horizontálního letu využitím ztížených podmínek. Změna rychlosti nebo konfigurace totiž vyžaduje od pilota správnou reakci pro přesné udržení výšky. Po zvládnutí tohoto nejzákladnějšího režimu letu následuje výuka standardní přístrojové zatáčky, jejíž úhlová rychlost je přesně stanovená předpisem. Klade se důraz zejména na přesné udržení výšky během přechodu mezi zatáčkou a přímočarým letem a ukončení zatáčky přesně na stanoveném kurzu. Po zvládnutí letu s udržováním výšky se procvičuje stoupání dané rychlostí letu a režimem motoru, jakožto nejčastější způsob stoupání s méně výkonnými letadly. Následuje klesání dané vertikální a dopřednou rychlostí. Vždy je popsána i činnost během přechodu mezi cvičenými prvky a horizontálním přímočarým letem a to tak, aby došlo k plynulému dosažení stanovené výšky. Dále se procvičují kombinace prvků, tedy stoupavé a sestupné přístrojové zatáčky. Cílem této části je vytvořit u žáka schopnost správným způsobem sledovat přístroje, reagovat na jejich indikaci a provádět základní pilotáž s vizuální referencí pouze na přístroje. Bez žákova zvládnutí těchto letových prvků není možný jakýkoli další výcvik létání podle přístrojů. Proto je této části výuky věnováno nejvíce pozornosti.

### **3.4.2. Létání podle obrazců**

Na výuku základních manévrů podle přístrojů navazují úlohy „létání podle obrazců“, ve kterých jsou procvičovány všechny předchozí prvky. Tyto úlohy přidávají nutnost žáka soustředit se na další úkoly – prostorovou orientaci, monitorování času (stopek) a nutnost plánovat dopředu následující kroky. Schopnost vizualizace a plánování následujících kroků bývá často nazývána jako schopnost „být před letadlem“. Žák musí vědět, co bude dělat jako následnou činnost (např. dosažení hladiny, dotočení zatáčky, zapínání stopek apod. Pokud pilot neplánuje dostatečně dopředu, často se dopustí chyb typu: přeletění hladiny, přetočení kurzu, pozdního točení při stopování času a podobně.

Obrazce mají smysl v tom, že je při vyhodnocení letu je ze záznamu jasně patrné, jakých chyb se žák dopustil, a zároveň zvyšují motivaci letět přesně. Motivace ještě může být zvýšena soutěživostí mezi žáky ve snaze zaletět co „nejhezčí“ obrazec. Podoba Obrazce 1 a Obrazce 2 byla převzata z publikace J. Kříže a P. Blaška: Teoretický a praktický výcvik v létání [17]. Obrazec 3 je má vlastní invence inspirovaná touto publikací.

Obrazec 1 se skládá z rovných úseků horizontálního přímočarého letu v délce dvou minut a zatáček o 180° na obě strany. Jedná se o nejjednodušší z obrazců. Žák procvičuje zejména přesné dodržování kurzu a výšky a přesné vyvedení ze zatáčky na stanovených kurzech. Přidává se úkol stopování času. Ze záznamu letu je možné dobře určit plynulost přechodů mezi zatáčkami a horizontálním letem. Zadání úlohy je na straně A-15 Příručky pro žáka (příloha A k této práci).

Obrazec 2 má podobu čtverce (strana A-16). Úkolem žáka je navrátit se do výchozí pozice po sérii pravotočivých zatáček a rovných úseků o délce jedné minuty. To se podaří pouze při přesném dodržování kurzů, rychlosti, časů a úhlových rychlostí zatáček. Pro žáka je let zábavný v tom, že se přidává výzva v podobě úkolu, který je třeba splnit. Značně se zvyšuje motivace, kterou je možno podpořit soutěživostí studentů. Druhou verzí tohoto obrazce je také čtverec (nebo obdélník). Zde se však do předchozího úkolu přidává další výzva, měnit výšku. Výškový průběh je také možno velmi dobře zhodnotit na výstupu z letu. Je z něj dobře patrné dodržování vertikální rychlosti stoupání a klesání a dodržování výšek. Cílem úlohy je tedy navrátit se do výchozí pozice při dodržení tvaru obrazce a stanoveného postupu změn výšky (strana A-17).

Obrazec 3 je v podstatě také čtverec (strana A-18), avšak kombinuje zatáčení na obě strany. Jeho výhoda je v tom, že se kombinuje více prvků letu: zatáčky, stoupání a klesání definované jak vertikální, tak i horizontální rychlostí. Je zde obsaženo stoupání v přímočarém letu, v zatáčce, horizontální let v zatáčce, klesání v přímočarém letu a v zatáčce. Tato úloha je výzvou i pro piloty s většími zkušenostmi.

## **3.5. Výuka základů radionavigace**

### **3.5.1. Lety po směrníku NDB a předpisové zatáčky**

Po zvládnutí základních prvků pilotáže a jejich procvičení následuje výuka radionavigace využitím ADF. Do prohlížených přístrojů se tak přidává společně se stopkami další přístroj: tzv. automatický radiokompas (ADF). Jedná se o nejstarší a nejjednodušší způsob navigace, avšak vyžaduje od pilota správné pochopení principu a dobrou prostorovou orientaci.

Tyto úlohy mají za cíl naučit pilota základní orientaci podle ADF užitím indikátoru s pevnou kompasovou růžicí (RBI). Úlohy obsahují výuku metody aktivního letu k radiomajáku NDB a od NDB po daném směrníku (tzv. tracking). Formou obrázků sestavených pomocí „screenshotů“ z výukové pomůcky: softwaru Nav Trainer [22] je vysvětlena teorie letu k radiomajáku a od radiomajáku (strana A-20). Následují úlohy pro výuku nalétávání směrníku k a od radiomajáku. Toto je dále procvičováno souběžně s výukou předpisových zatáček  $45^\circ/180^\circ$  a  $80^\circ/260^\circ$ . V návodu pro žáka pro výuku druhé zmíněné je vysvětlen (opět pomocí obrázků z výše uvedeného softwaru) princip určení polohy v zatáčce pomocí ADF a úpravy náklonu v zatáčce pro přesné dotočení přímo na trati (A-27).

Výuku těchto úloh je vhodné započít využitím autopilota tak, aby student nejprve pochopil principy navigace využitím ADF a NDB. Po zvládnutí a pochopení těchto principů je možné přejít k ručnímu řízení.

### **3.5.2. Výuka postupů pro vyčkávání**

Poslední část zpracovaných úloh se věnuje výuce vstupů do vyčkávání a letu ve vyčkávacím obrazci. V teoretickém úvodu je popsána metoda pro rychlou volbu potřebného vstupu do obrazce pomocí palce a směrového setrvačnicku. Metoda má velkou výhodu v tom, že je za letu možné během pár vteřin určit, zda je třeba boční, paralelní nebo přímé zařazení do obrazce. Přitom není nutné nic kreslit ani počítat (kromě směru odletové trati). Tento způsob pilotovi ušetří čas a je vhodné ho používat tehdy, kdy není k dispozici obrázek vyčkávacího obrazce na mapě, je málo času nebo není možnost si situaci nakreslit (při jedno-pilotních letech). [13]

Instruktor se žákem procvičí všechny tři typy vstupů do vyčkávacího obrazce a let v obrazci. Pro prvotní ukázkou a pochopení principu je opět vhodné „pouhé“ žákovo řízení autopilota pomocí módu pro udržování výšky (ALT HOLD) a kurzu (HDG HOLD).



## 3.6. Teoretický základ využití v úlohách

### 3.6.1. Rozdíl mezi lety podle „vidu“ a podle přístrojů

Hlavním rozdílem mezi létáním podle VFR a podle IFR (za IMC) je v tom, zda pilot získává vizuální reference o poloze letounu zvenčí nebo z palubních přístrojů. Poloha letounu se skládá jednak z geografické polohy (zeměpisné souřadnice a výška) a z polohy letounu v prostoru, respektive natočení souřadnicového systému letounu vůči souřadnicovému systému Země (tzv. „attitude“).

Při letech podle pravidel pro let za viditelnosti (VFR) musí být splněna předpisem stanovená minima pro dohlednost a vzdálenost od oblačnosti. Pilot většinu informací o poloze letadla získává zvenčí. Polohu v prostoru pilot určuje v největší míře vizuálně na základě polohy skutečného horizontu, tj. zjednodušeně předělu mezi zemí a oblohou, kterou porovnává s částmi letounu, které vidí (například nos letounu, horní hrana přístrojové desky, konce křídel apod.) Dále je tato informace doplňována z pilotova vestibulárního aparátu ve středním uchu, který je schopen (s jistými omezeními) podávat informaci o směru výsledné síly a zrychlení, působících na pilotovu hlavu. Další vjemy, které se podílejí na orientaci člověka v prostoru, jsou hluboké a povrchové čítí. Všechny tyto informace jsou poté v mozku spojeny v pilotovu představu o poloze letadla v prostoru. [12]

Pro přesné dodržování výšky a rychlosti během letu podle „vidu“ pilot využívá některé palubní přístroje, na něž krátce přenáší pohled. Nezbytné je občasné sledování výškoměru a variometru, pomocí nichž je pilot schopen určit správnost podélného sklonu, a dále rychloměru, zejména během pomalého letu blízko pádové rychlosti. Platí však pravidlo, že míra pilotovy pozornosti, směřované ven z kokpitu, by měla být za VFR 90 %, oproti maximálně 10 % sledování přístrojů, mapy a dalším činnostem, kdy je pozornost pilota orientována dovnitř kokpitu. [4] Při příliš malé pozornosti zaměřené ven z letounu hrozí kolize s ostatními účastníky letového provozu. Letům VFR totiž v převážné většině vzdušného prostoru není poskytována služba řízení letového provozu a za rozstupy mezi letadly a vyhnutí se kolizním situacím zodpovídá sám pilot.

Geografickou polohu získává pilot při letu VFR porovnáváním význačných objektů na povrchu země (silnice, řeky, lesy) s mapou a dále využívá některé přístroje, pro doplnění této informace: kompas, hodiny, rychloměr, případně některé radionavigační pomůcky (VOR, ADF, GNS, apod.).

Zásadní rozdíl nastane při letech IFR v přístrojových meteorologických podmínkách (IMC). IMC jsou podle definice podmínky jakékoli jiné než VMC. V krajním případě tedy dohlednost až 0 metrů (v mracích, při silných srážkách) a pro získání přístrojové doložky pilot musí být schopen řídit letoun i za těchto podmínek. Vizuální reference získávané zvenčí v tomto případě nejsou žádné a pilot se musí orientovat pouze podle palubních přístrojů. Skutečný horizont je nahrazen horizontem umělým, palubním přístrojem, využívajícím schopnosti rotujících těles (setrvačnicků) udržovat osu rotace vůči stálícím. Tentokrát tedy pilot nepřenáší pohled zvenčí (skutečný horizont) na přístroje, ale mezi umělým horizontem a ostatními přístroji.

Při letech za VMC je značná část vizuální informace o poloze horizontu také získávána pomocí periferního vidění a to i při sledování přístrojů a nevěnování pozornosti ven. Velikost indikační části mechanického umělého horizontu je jen několik centimetrů. Sledovat takto malý přístroj periferně není při činnosti pilota možné. Většina referencí, pomocí nichž byl pilot zvyklý se orientovat v prostoru podle zraku, chybí. Lidský vestibulární aparát není navržen pro pohyb v trojrozměrném prostoru, avšak tuto skutečnost mozek není schopen zpracovat a při nedostatku vizuální informace se snaží chybějící informace nahradit právě těmito (často chybnými) vjemy. Pilot se musí naučit při letu v IMC věřit pouze informacím z letových přístrojů, jejichž pravděpodobnost chyby je mnohonásobně menší, než šance na pilotovu dezorientaci (iluzi). Je proto nutné nepřestávat sledovat letové přístroje a udržovat pomocí nich prostorovou orientaci. Přístrojem, který se používá pro okamžité zjištění polohy letounu, je právě umělý horizont. Tento přístroj je totiž schopen indikace velmi podobným způsobem, jako se chová skutečný horizont při letu VFR (obrazový realizmus) a má minimální zpoždění. I tento přístroj však může snadno selhat (např. při poruše vakuové pumpy) a pilot je odkázán na integraci polohy pouze z ostatních přístrojů. Ty jsou navrženy tak, aby v případě ztráty jednoho přístroje bylo možno potřebnou informaci pro pilotáž zjistit z ostatních přístrojů.

[27]

### **3.6.2. Metoda řídicích a kontrolních přístrojů**

Při letu podle přístrojů můžeme letové přístroje rozdělit do dvou skupin: řídicí a kontrolní. Mezi řídicí přístroje patří umělý horizont, ukazatele režimu motoru (MAP, RPM) a příčný relativní sklonoměr (kulička). Tyto přístroje pilot sleduje v okamžiku, kdy mění nějaký parametr, například podélný sklon působením síly na řídidla. Tyto přístroje poskytují okamžitou hodnotu veličiny, kterou pilot mění (pilot podle nich řídí). Kontrolní přístroje jsou ty, podle nichž pilot kontroluje velikost konkrétní veličiny (případně rychlost změny) a zjišťuje potřebu další úpravy, kterou následně dělá opět podle přístrojů řídicích. Mezi kontrolní přístroje patří rychloměr, výškoměr, variometr, zatačkoměr a směrový setrvačnick. Tyto přístroje reagují na změny podélného a příčného sklonu s určitým zpožděním (dáno metodou měření, případně setrvačností letadla). Proto je řízení pouze podle nich velmi obtížné a vyžaduje hodně citu, znalosti chování letadla a zejména úsilí. Za normálního letu tedy slouží ke kontrole - ověřování veličin, nikoliv k řízení. [21]

Příkladem správné metody pilotáže podle přístrojů je následující situace. Pilot má letět v přímočarém horizontálním letu. Během kontroly variometru zjistí odchylku: klesání rychlostí 100 ft/min. Přenesse pohled na umělý horizont, kde spodní hrana křidel letadélka ukazatele je na horní hraně čáry horizontu. Pilot upraví podélný sklon s referencí na UH tak, aby spodní hrana křidel letadélka byla zhruba o jednu šířku křidel letadélka nad čarou horizontu, tuto indikaci si zapamatuje a udržuje ji. Po chvíli opět přenesse pohled na variometr, který nyní ukazuje 50 ft/min stoupání. Následuje přenesení pohledu zpět na UH a úprava podélného sklonu tak, aby křídla letadélka byla na půl tloušťky křidel nad čarou horizontu. Kontrolou variometru ověří správnost opravy. Ručička variometru nyní indikuje 0, pilot tedy nyní bude držet indikaci na UH stále stejnou, dokud nezjistí opět změnu. Takto je docíleno snižování velikosti odchylek a přesného řízení. [6]

Pokud začínající pilot nerespektuje nebo nezná toto pravidlo řídicích přístrojů, může se snadno stát, že bude řídit podle kontrolních přístrojů. V důsledku zpoždění indikace a pilotovy reakce, bude docházet k oscilacím letových parametrů, jejichž amplituda může s časem narůstat (pronásledování kontrolních přístrojů). [6]

Příkladem je častá chyba: „pronásledování variometru“. [6] Pilot zjistí odchylku na variometru, klesání 100 ft/min. Aby ji odstranil, přitáhne, přičemž kouká stále na variometr. Na indikaci se v první chvíli nic nezmění (důsledek zpoždění), pilot tedy přitáhne trochu víc. Rázem ručička přeběhne nahoru a indikuje stoupání 150 ft/min. Na tuto změnu pilot reaguje rázným potlačením a ručička přeběhne zase dolů. Takto pokračuje stále dokola, amplituda výchylek roste a pilot je zaneprázdněn stálými opravami.

Jiným příkladem špatného způsobu pilotáže může být pronásledování rychlosti pomocí páky přípusti během klesání na přistání. Pilot zjistí kontrolou rychloměru, že rychlost klesla o 10 kt od zamýšlené rychlosti. Posune tedy páku přípusti dopředu, přičemž kouká stále na rychloměr. V důsledku setrvačnosti letounu se zpočátku nic neděje, pilot tedy přidá ještě víc. Za chvíli je rychlost o 15 kt vyšší než zamýšlená a situace se opakuje, akorát v opačném pořadí.

Správným řešením je při změně přípusti sledovat indikaci MAP (řídící přístroj), jejíž změnu je třeba si zapamatovat. Například: „ubral jsem o 2 IN HG“. Nyní pilot čeká pár vteřin, během kterých kontroluje ostatní přístroje. Poté zkontroluje rychloměr, zda indikuje žádanou hodnotu. Pokud ne, udělá opět změnu MAP, tentokrát o něco menší. Takto postupně dojde k rovnováze na žádané rychlosti. [6, 21]

### 3.6.3. Metoda radiálního sledování

Z výše uvedeného vyplývá, že pro udržení orientace a tedy i zamýšlené polohy letounu v prostoru je nutné sledovat umělý horizont, a to velmi často a tuto informaci doplňovat také častými pohledy na ostatní přístroje. Mezi nejosvědčenější metodu sledování přístrojů patří tzv. radiální selektivní metoda. Princip této metody je stručně vysvětlen v příloze k této práci ve stručném teoretickém úvodu příručky pro žáka (strana A-3).



Obrázek 2. Způsob přenášení pohledu mezi přístroji využitím metody radiálního sledování

Základním principem tohoto způsobu sledování přístrojů je využití umělého horizontu jako „uzlu“ při přenášení pozornosti mezi přístroji. Hlavním přístrojem je tedy umělý horizont a pohled pilota přechází pouze mezi ním a dalšími přístroji a zpět, nikdy ne mezi ostatními přístroji navzájem. Umělý horizont je proto na přístrojových deskách umístěn uprostřed, a zbylých pět přístrojů pro základní pilotáž rozmístěno kolem něj. Pohled tedy přechází radiálně (paprskovitě) od umělého horizontu na další přístroje a zase zpět na něj. To je znázorněno pomocí červených šipek na obrázku 2. Nejčastějším způsobem rozmístění šesti základních přístrojů na palubní desce je tzv. „základní T“. Nalevo od umělého horizontu je rychloměr, vpravo výškoměr a pod UH je umístěn směrový setrvačnick. Toto T bývá doplněno zatáčkoměrem vlevo od SS a variometrem vpravo. Toto rozmístění je využito rovněž na palubní desce simulátoru ÚLD (obrázek 2). [1]

„Selektivita“ metody prohlížení přístrojů spočívá v tom, že při různých režimech letu potřebuje pilot zpracovávat informace z jiných kontrolních přístrojů. Například v zatáčce s konstantní úhlovou rychlostí zatáčení je pro pilota nejdůležitějším přístrojem pro řízení náklonu zatáčkoměr (hned po umělém horizontu). Říkáme, že zatáčkoměr je v ustálené zatáčce primárním kontrolním přístrojem pro náklon. Sekundárním kontrolním pro náklon je směrový setrvačnick. Pohled tedy přechází nejčastěji mezi UH a zatáčkoměrem, méně již mezi UH a SS. [17]

Naopak při vyvedení letadla ze zatáčky na konkrétním kurzu bude primárním kontrolním přístrojem pro náklon směrový setrvačnick, údaj zatáčkoměru ztrácí na důležitosti a pilot jej může z prohlížení vynechat. Podobné je to s indikací variometru a výškoměru pro udržování výšky. Například při udržování horizontálního letu je primárním kontrolním přístrojem pro podélný sklon variometr, avšak při přechodu ze stoupání do horizontálního letu na konkrétní hladině to bude výškoměr. Je třeba však nezapomenout, že řídicím přístrojem pro náklon a podélný sklon zůstává vždy umělý horizont. [17, 21]

Příručka pro výuku základních manévřů zpracovaná v příloze má především pomoci pilotovi pochopit, kdy má sledovat které přístroje a kdy může některé vynechat. Takto je možné vytvořit efektivní metodu prohlížení přístrojů a ušetřit pilotovu kapacitu na další činnosti během pilotáže.

#### **3.6.4. Výuka metody sledování**

Pro rychlejší žákovo pochopení principu sledování by bylo vhodné žákovi nejdříve nějakým způsobem názorně ukázat správný způsob sledování. Žák má sice k dispozici písemné, případně ústní vysvětlení hlavní myšlenky metody prohlížení přístrojů, avšak například vhodnou rychlost sledování je vhodné žákovi přímo předvést. Na názorné ukázce s komentářem si žák také lépe zapamatuje, které přístroje v kterou chvíli prohlížet.

Na VŠDS v Žilině se využívala následující metoda, cituji:

*Osvojení si metody radiálního selektivního pozorování letových přístrojů může pilot dosáhnout praktickým cvičením na letovém simulátoru nebo přímo na letadle. Využití programově řízené intenzity osvětlení jednotlivých pilotážně-navigačních přístrojů umožní zvýšit intenzitu nácviku radiální selektivní metody prohlížení přístrojů při výcviku na letovém simulátoru. [17]*

Pod programově řízenou intenzitou osvětlení si představuji rozsvícení vždy pouze toho přístroje, který má pilot v daném okamžiku sledovat. Vytvoření takového programu i pro simulátor ČVUT je možné, ale nesnadné. Dle mého názoru to však není nezbytně nutné. Praktičtější způsobem je například využití upravené ruční svítilny a snížení ostatního osvětlení. Instruktor by z pozice za žákem, sedícím na místě pilota, přes jeho rameno osvětloval jednotlivé letové přístroje.

Během této ukázky žák pouze sleduje kužel světla. Upravit kužel světla svítilny tak, aby osvětloval z určité vzdálenosti pouze jeden přístroj, je možné například nalepením stínítka s menším otvorem na běžnou kapesní svítilnu.

Instruktor musí být znalý principu sledování, přičemž pomocí autopilota ovládá letadlo a na jednotlivé přístroje míří tak, jak je zvyklý je sám prohlížet během pilotování letadla. Alternativně je možné využít takto upravené čelové lampy, aby měl volné ruce pro pilotování.

Tento způsob ukázky má i praktickou výhodu v tom, že ho instruktor může průběžně podle potřeby doplňovat ústním výkladem a předvádět princip třeba i zpomaleně, což by s programově nastaveným osvětlováním nebylo možné. Tuto ukázku by bylo vhodné zařadit před každý nově předváděný letový prvek v části výuky „Základní pilotáž podle přístrojů“.

### 3.7. Úloha instruktora během cvičení

Zpracované úlohy předpokládají předchozí žákovu schopnost létání podle VFR a tedy teoretické a praktické znalosti principů aerodynamiky, mechaniky letu a navigace. Rovněž se předpokládá teoretická znalost principů indikace palubních přístrojů a jejich chyb a omezení. Praktická cvičení v částech 3 a 4 vyžadují žákovu teoretickou znalost principu funkce NDB a ADF a znalost postupů pro předpisové zatáčky a vyčkávání.

V návodu pro jednotlivé úlohy v části „Základní pilotáž podle přístrojů“ je vysvětlen převážně princip letu podle přístrojů a způsob jejich sledování pro zvládnutí konkrétního manévru. Tento návod je uveden zejména proto, aby usnadnil práci a čas instruktorovi při vysvětlování těchto principů. Nepředpokládám totiž, že instruktor, který bude se žákem létat na školním simulátoru, bude mít zkušenosti s výukou základních přístrojových manévrů.

V této práci sice používám pojem instruktor, avšak nemyslím tím osobu s kvalifikací pro výcvik v létání, nýbrž osobu plnící úlohu instruktora při cvičeních. Korektní označení by bylo spíše vyučující nebo cvičící. Pro účely této práce však označením instruktor myslím vyučujícího (cvičícího) nebo osobu, mající nad studentem při cvičení dozor. Předpokládám však, že cvičící má praktické zkušenosti s létáním podle přístrojů a bude schopen rozpoznat chyby žáka a na základě přiložené příručky pro instruktora poskytnout žákovi rady pro jejich eliminaci.

Počátečním úkolem instruktora je spustit simulátor, převést ho do správné konfigurace pro nácvik konkrétní úlohy a v případě potřeby předvést daný manévr tak, aby žák napoprvé viděl, jak má být daný manévr zaletěn správně. Pro výuku zatáček, sestupů, stoupání a přechodů mezi těmito prvky a horizontálním přímočarým letem je vhodné pro tuto prvotní demonstraci využít autopilota. Žák ovládá autopilota a přitom sleduje indikaci přístrojů. Takto je možné „odkoukat“ vhodnou rychlost změny podélného a příčného sklonu při přechodech mezi režimy. Zejména mám na mysli vhodnou míru předstihu při dotáčení zatáček do kurzu a při vyrovnávání stoupání/sestupu přesně na dané hladině, aby let byl plynulý.

Následně může student úlohu manuálně zaletět podle zadání. Během letu instruktor monitoruje letové přístroje společně se studentem a v úlohách, kde je potřeba změna hladiny nebo kurzu, předává instrukce stejnou formou, jako řídící letového provozu a dbá na žákovo správné potvrzování podle pravidel letecké frazeologie. Role řídícího (ATC) je od instruktora požadována v části 1: „Základní pilotáž podle přístrojů“ v úlohách při nácviku

zatáčení do stanovených kurzů formou radarového vektorování a při nácviku stoupání a klesání do stanovených hladin. Dále je tato role potřeba při předávání instrukcí pro naletění směrníků NDB v části 3 a pro předání instrukcí pro vyčkávání v části 4 (rovněž předepsanou formou). Instruktor vyhodnocuje chyby a nepřesnosti během letu a dává doporučení žákovi, jak tyto chyby minimalizovat. Pokud žák nestíhá tyto připomínky vnímat z důvodu zaneprázdnění pilotáží, lze je zjednodušit na jednoduché pokyny typu: „pozor na výšku“, „kurz“, „rychlost“ apod. Simulátor má oproti skutečnému letounu velkou výhodu v tom, že se dá během letu kdykoliv zastavit a instruktor může i během letu žákovi vysvětlit na základě aktuální indikace přístrojů složitější problémy, které by při pilotování žák nestíhal vnímat. [5, 21]

Po ukončení úlohy instruktor společně se žákem zhodnotí výstup na záznamu z letu. Pokud má záznam velké odchylky od zadání, rozeberou se příčiny těchto chyb a úloha se cvičí znovu. Způsob zhodnocení letu je rozebrán v následující kapitole.



## 3.8. Příklad zhodnocení výukového letu

### 3.8.1. Zhodnocení horizontálního průmětu trati

Pro ovládání podmínek simulace je v současné době využíván software „Instructor Station by Luis Gordo“. Software je schopen z instruktorského počítače nastavit polohu letounu, meteorologické podmínky, závady a podobně. Dále je možné nahrávání polohy letounu a letových dat podobně, jako funguje tzv. „flight data recorder“ (FDR) v dopravních letadlech. [11]

Tato data je možné exportovat v reálném čase (během letu) do programu Google Earth a zobrazit tak horizontální i vertikální profil letu, včetně dalších údajů, jako například upozornění na překročení mezních hodnot náklonu a podélného sklonu ( $45^\circ$  pro náklon a  $30^\circ$  pro kladný podélný sklon) a přetížení (více jak +2 g nebo méně jak 0 g).

Záznam letu je vhodné využít pro zhodnocení výukového letu. Závěry, které se dají z tohoto výstupu udělat, uvedu na následujícím příkladu. Jedná se o zaletěnou úlohu „2–c) Obrazec 3“. Zadání je možno vidět v příručce pro žáka, strana A-18.

Na snímku z programu Google Earth je vidět horizontální průběh letu (obrázek 3). Zobrazení je 3D a je možné ho různě otáčet, měnit měřítko, úhel pohledu apod. Pomocí pohledu shora však nejlépe určíme správnost dodržování kurzů a poloměru zatáček.

Meteorologické podmínky úlohy byly: vítr klid, dohlednost 800 metrů a bez turbulence. Z celkového pohledu na obrazec je vidět, že student letěl úlohu správně a výstup přibližně odpovídá zadání. Dokonce se mu podařilo skončit několik desítek metrů od výchozí pozice úlohy. To je velmi přesné, avšak může být do jisté míry i dílem náhody. Kurz byl dodržován s přesností přibližně  $\pm 10^\circ$ . Zatáčky mají správný tvar a přechody do přímočarého letu jsou plynulé. Liší se však poloměry levotočivých vůči pravotočivé zatáčce. To může být způsobeno různými rychlostmi v zatáčkách, případně špatnou metodou kontroly zatáčkoměru nebo relativního příčného sklonoměru.



Obrázek 3. Trajektorie letu na instruktorském počítači zobrazená využitím programů Google Earth a Instructor Station [10]

### **3.8.2. Zhodnocení výškového profilu letu**

Z detailu výškového profilu, který je možno také vyvolat v programu Google Earth můžeme udělat několik dalších závěrů. Snímek je na obrázku 4 (na konci této kapitoly). V horizontálním letu byla výška dodržována s přesností  $\pm 250$  ft (největší odchylka). Ve stoupání se objevují značné oscilace v rychlosti stoupání. To může být způsobeno špatným přenášením pozornosti mezi umělým horizontem a variometrem (častá chyba tzv. „pronásledování variometru“) případně špatnou technikou vyvažování v podélném sklonu. [6] Klesání již bylo velmi přesné.

Požadavek na přesnost letu pro získání přístrojové kvalifikace na letounech je podle Part – FCL následující:

#### *Výška*

*všeobecně  $\pm 30$  m ( $\pm 100$  stop)*

*Zahájení průletu v relativní výšce rozhodnutí + 15 m/– 0 m  
(+ 50 stop/ – 0 stop)*

*minimální relativní výška klesání/nadmořská výška klesání + 15 m/– 0 m  
(+ 50 stop/ – 0 stop)*

#### *Sledování dráhy letu*

*podle radiových prostředků  $\pm 5^\circ$*

*Přesné přiblížení odchylka o polovinu rozsahu stupnice, v azimutu  
a sestupové rovině*

#### *Kurz*

*se všemi pracujícími motory  $\pm 5^\circ$*

*při simulovaném vysazení motoru  $\pm 10^\circ$*

#### *Rychlost*

*se všemi pracujícími motory  $\pm 18,5$  km/h ( $\pm 5$  uzlů)*

*při simulovaném vysazení motoru + 18,5 km/h/ – 9 km/h  
(+ 10 uzlů/ – 5 uzlů)*

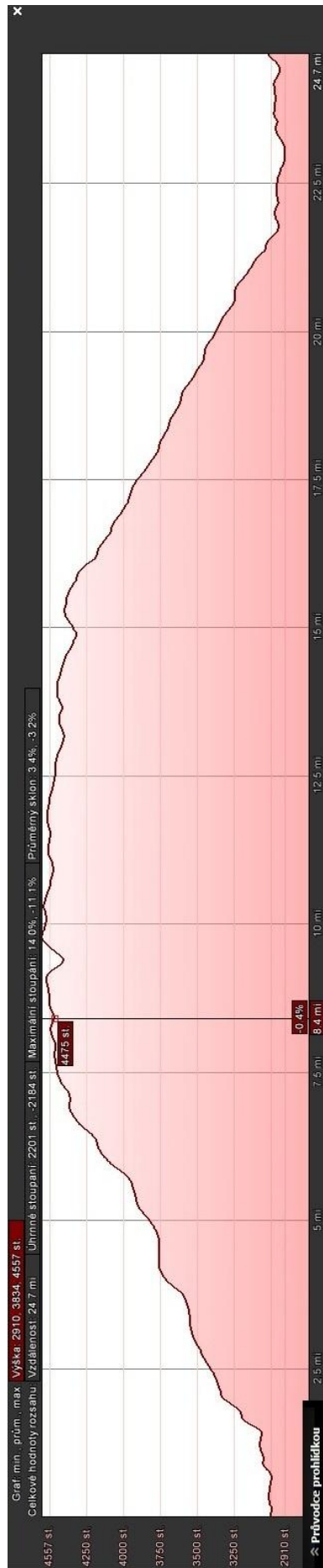
[2]

Dosáhnout takové přesnosti letu na takto vybaveném simulátoru je však velmi těžké. Simulátor ÚLD nemá pohyblivou základnu a není možné simulovat zrychlení působící na pilota. Dále zatím nejsou zavedeny umělé síly do řízení, nulová poloha řízení je určena pouze přibližně pomocí pružin. Odpadá tedy možnost řízení letadla podle „citu“ a dosažitelná přesnost řízení zdaleka není taková, jako ve skutečném letadle. O to je ale důležitější rychlé sledování a interpretace přístrojů. Tyto ztížené podmínky by neměly pilota odradit. Platí totiž známé přísloví: „Těžko na cvičišti, lehký na bojišti.“. Pokud se student naučí řídit letoun přesně pouze podle vizuální informace z přístrojů, při přechodu do letadla zjistí, že je to ve skutečnosti mnohem jednodušší než na simulátoru a najednou má více prostoru pro řešení dalších úkolů. Řízení letounu už nezabírá celou kapacitu pilotovy pozornosti a může se věnovat navigaci, komunikaci, plánování dalších kroků, řešení nestandardních a nouzových situací a podobně.

Pilot, který letěl tuto úlohu, měl za sebou v té době výcvik v přístrojových podmínkách v délce 34 hodin na simulátoru FNPT II a 10 hodin přístrojového letu v letadle. Části 1 a 2 zpracované výuky před letem neabsolvoval, ale již dříve létal na simulátoru ÚLD podle přístrojů. Jeho přesnost letu je  $\pm 10^\circ$  ve směrovém vedení a  $\pm 250$  ft ve výšce (maximální odchylky). Vzhledem ke zkušenostem pilota a z výše zmíněných důvodů, pokládám tento výsledek pro začínající piloty za vzorový.

Chtěl bych podotknout, že nějakou „požadovanou přesnost“ pro splnění úlohy a pokračování, nemá význam stanovovat. Cílem úloh není zaletět je v nějakém limitu a postoupit dále, ale naučit se principy prohlížení přístrojů a řízení letadla plynule a přesně. Student zkrátka úlohy procvičuje podle své potřeby, dokud má pocit, že se jeho létání stále zpřesňuje. Proto také není pevně stanovena doba výuky v jedné úloze.

Pokud pilot letí, jeho cílem musí být vždy řídit letadlo co nejpřesněji (nulové odchylky od žádaných). Pokud mu připadá, že odchylka 50 ft od žádané výšky je v pořádku a nemá smysl ji opravovat, bude za malou chvíli opravovat odchylku 100 ft. [6]. Pilot tedy musí řídit letadlo vždy tak, aby ručičky přístrojů ukazovaly naprosto přesně tam, kde mají být. Přestože není možné takto přesně letět, toto přesvědčení pilotovi pomůže se v přesnosti pilotáže stále zlepšovat.



Obrázek 4. Snímek vertikálního profilu letu vytvořený využitím programu Google Earth [10]

## 4. Závěr

V rámci této bakalářské práce jsem vytvořil soubor úloh pro výuku na letovém simulátoru Ústavu letecké dopravy. Z důvodu rozsahu práce nebylo možno shrnout celou problematiku létání podle přístrojů do jednotné příručky. To ani nebylo cílem této práce. Zadáním byla výuka vybraných úloh. Mezi tyto úlohy byla po dohodě s vedoucím bakalářské práce vybrána základní pilotáž podle přístrojů (anglicky attitude instrument flying), protože se jedná o schopnost naprosto nezbytnou pro jakýkoli další výcvik nebo výuku v létání podle přístrojů. Nejdůležitějším zdrojem informací pro zpracování teoretické části těchto úloh (návod pro žáka v jednotlivých úlohách) byla publikace od americké FAA: „Instrument Flying Handbook“ [6]. Další informace o metodách sledování přístrojů byly čerpány z publikace „Létání podle přístrojů“ od J. Pavlíka [21], a z publikace J. Kříže a P. Blaška: „Teoretický a praktický výcvik v létání“ [17], ze které byla čerpána také inspirace k úlohám na procvičení základní pilotáže: Létání podle obrazců.

Do druhé části vybraných úloh jsem zařadil výuku radionavigace podle ADF, a to zejména z důvodu, že problematika létání na ukazatelích typu RBI se ve školách praktického výcviku učí až na letadlech, a studenti s ní mohou mít potíže. V příručce pro žáka je proto vysvětlen princip aktivního letu po směrníku NDB a způsob naletění směrníku. Tato problematika je dále procvičována zároveň s postupy „reversal“ a zároveň s výukou vstupů do vyčkávacího obrazce a vyčkávání. Z důvodu rozsahu práce jsem se nezabýval výukou radionavigace podle dalších využívaných zařízení (např. VOR, DME a dalších) a to také proto, že radionavigace podle těchto zařízení není těžká na představu a žáci ji ve výcviku poměrně rychle zvládají.

Inspirací pro způsob zpracování praktické výuky formou příruček pro žáka a instruktora mi byla diplomová práce P. Valíše: „Využití trenažéru ČVUT pro nácvik náročnějších činností při letech IFR“. [25]

Praktická zkušenost na školním zařízení, kterou má student možnost absolvovat bez vynaložení finančních nákladů, může mít značný přínos během prvních hodin strávených na certifikovaném zařízení nebo letounu. Po absolvování této výuky bude student vědět, jakým způsobem se na přístroje dívat a jak reagovat na jejich indikaci, bez příliš velké zátěže na pozornost. Následně, při zahájení „oficiálního“ výcviku podle přístrojů, ať už v letadle nebo na certifikovaném simulátoru, bude student moci snáze věnovat pozornost připomínkám instruktora, provozním postupům a dalším úkolům. Těchto úkolů není málo, ale žák je bude muset jako jediný pilot během letu všechny zvládat.

Zda bude mnou zpracovaná výuka nebo nějaká její součást někdy využita na simulátoru ÚLD nebo jakémkoli jiném, nevím. Byl bych rád, kdyby moje snaha v budoucnu pomohla studentům mého oboru během výcviku. Z toho důvodu jsem se snažil především volit úlohy a vyučované principy na základě svých vlastních zkušeností. Tím myslím čerstvé zkušenosti se snahou naučit se přístrojovému létání a pochopit principy s tím spojené. Oblastem, které pro mě byly během výcviku obtížnější na zvládnutí, jsem sám věnoval více času na simulátoru a cvičil je do té doby, než jsem byl se svým výsledkem spokojen. Předpokládám, že nejsem velká výjimka a problémy, se kterými jsem se setkal sám, potkají i spoustu dalších studentů přicházejících po mně. A právě proto jsem zvolil toto téma bakalářské práce. Hlubší ponoření se do problematiky přístrojového létání a radionavigace určitě pomohlo mně samotnému. Během zpracovávání tohoto tématu jsem se mnohému novému přiučil a zároveň doplnil schopnosti a dovednosti získané během praktického výcviku. Byl bych rád, kdyby tato zpracovaná výuka pomohla v budoucnu i někomu dalšímu stát se o něco lepším pilotem.

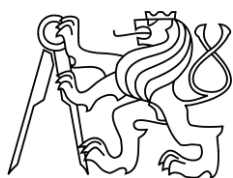
## 5. Použité zdroje

- [1] ČIŽMÁR, Jan a Miroslav TRUBAČ. *Přístrojové vybavení (022)*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. Učební texty pro teoretickou přípravu dopravních pilotů dle předpisu JAR-FCL 1. ISBN 80-7204-445-1.
- [2] EVROPSKÁ UNIE. *Acceptable Means of Compliance and Guidance Material to Part FCL*. Annex to ED Decision 2011/016/R.15 December 2011. Dostupné z: <https://easa.europa.eu/system/files/dfu/AMC%20and%20GM%20to%20Part-FCL.pdf>
- [3] Falcon Vacuum Attitude Gyro. *Aircraft Spruce: Everything for Planes & Pilots* [online]. Aircraft Spruce and Specialty Co., © 1995-2015 [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: [http://www.aircraftspruce.com/pages/in/attitude\\_0browse/falconattitudegyrovac.php](http://www.aircraftspruce.com/pages/in/attitude_0browse/falconattitudegyrovac.php)
- [4] FLIGHT STANDARTS SERVICE. U. S. Department of Transportation. Federal Aviation Administration. *Airplane Flying Handbook 2004*. FAA-H-8083-3A. Oklahoma City, OK.: Dept. of Transportation, FAA, Airman Testing Standarts Branch, 2004. Dostupné z: [http://www.faa.gov/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aircraft/airplane\\_handbook/media/FAA-H-8083-3B.pdf](http://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aircraft/airplane_handbook/media/FAA-H-8083-3B.pdf)
- [5] FLIGHT STANDARTS SERVICE. U. S. Department of Transportation. Federal Aviation Administration. *Aviation instructor's handbook 2008*. FAA-H-8083-9A. Oklahoma City, OK.: Dept. of Transportation, FAA, 2008. Dostupné z: [http://www.faa.gov/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/aviation\\_instructors\\_handbook/media/FAA-H-8083-9A.pdf](http://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/aviation_instructors_handbook/media/FAA-H-8083-9A.pdf)
- [6] FLIGHT STANDARTS SERVICE. U. S. Department of Transportation. Federal Aviation Administration. *Instrument flying handbook 2012*. FAA-H-8083-15B. Oklahoma City, OK.: Dept. of Transportation, FAA, Airman Testing Standarts Branch, 2012. Dostupné z: [http://www.faa.gov/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/media/FAA-H-8083-15B.pdf](http://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/media/FAA-H-8083-15B.pdf)
- [7] *G58 Baron POH/AFM* [online]. Hawker Beechcraft Corporation, 2009, Section 1: General [cit. 2015-08-04]. Dostupné z: [http://www.beechcraft.com/customer\\_support/technical\\_publications/docs/technical/58-590000-67\\_Section%201.pdf](http://www.beechcraft.com/customer_support/technical_publications/docs/technical/58-590000-67_Section%201.pdf)



- [8] *G58 Baron POH/AFM* [online]. Hawker Beechcraft Corporation, 2012, Section 5: Performance [cit. 2015-08-04]. Dostupné z: [http://www.beechcraft.com/customer\\_support/technical\\_publications/docs/technical/58-590000-67\\_Section%205.pdf](http://www.beechcraft.com/customer_support/technical_publications/docs/technical/58-590000-67_Section%205.pdf)
- [9] Gauges. TRC SIMULATORS. *Simkits by TRC Simulators* [online]. ©2015 [cit. 2015-08-07]. Dostupné z: <http://simkits.com/category/analog-gauges/>
- [10] GOOGLE. Google Earth [software]. © 2015
- [11] GORDO, Luis. FDR Mobile. *Instructor Station* [online]. Madrid, Spain, 2008, August 2014 [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: <https://sites.google.com/site/luisgordo2/instructorstation/fdr>
- [12] HÁČIK, Lubomír. *Lidská výkonnost a omezení (040 00): dočasná učebnice*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. Učební texty pro teoretickou přípravu dopravních pilotů dle předpisu JAR-FCL 1. ISBN 80-7204-471-0.
- [13] Hold and Hold Entries. *Langley Flying School* [online]. Langley Flying School, ©2015 [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: <http://www.langleyflyingschool.com/Pages/Holds%20and%20Hold%20Entries.html>
- [14] Instrument Flying. *Langley Flying School* [online]. Langley Flying School, ©2013 [cit. 2015-08-08]. Dostupné z: <http://www.langleyflyingschool.com/Pages/Instrument%20Flying%20PPL.html>
- [15] JIŘÍKOVÁ, Anežka. *Letová cvičení a metodika samostatného výcviku pro studenty na letovém simulátoru ÚLD*. Praha, 2009. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze. Fakulta dopravní.
- [16] KELLER, Ladislav et al. *Učebnice pilota 2013: pro žáky a piloty všech druhů letounů a sportovních létajících zařízení, provozujících létání jako svou zájmovou činnost*. Cheb: Svět křídel, 2013. ISBN 978-80-87567-26-5.
- [17] KRŮŽ, Josef a Peter BLAŠKO. *Teoretický a praktický výcvik v létání: metodika výcviku na letovém simulátoru*. Bratislava: Alfa, 1987.
- [18] MICROSOFT CORPORATION. *Microsoft Flight Simulator X* [software]. 2006. Learning Center, Beechcraft Baron 58.
- [19] MINISTERSTVO DOPRAVY ČESKÉ REPUBLIKY. *Letecký předpis o způsobilosti leteckého personálu civilního letectví: L1*. [cit. 2015-08-10] Dostupné z: [http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-1/data/print/L-1\\_cely.pdf](http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-1/data/print/L-1_cely.pdf)

- [20] MINISTERSTVO DOPRAVY ČESKÉ REPUBLIKY. *Provoz letadel letové postupy: L8168*. [cit. 2015-08-18]. Letecký předpis. Dostupné z:  
[http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-8168/data/print/L-8168\\_cely.pdf](http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-8168/data/print/L-8168_cely.pdf)
- [21] PAVLÍK, Josef. *Létání podle přístrojů*. Praha: NV, 1978. Knižnice vojenských příruček, sv. 47.
- [22] FLEMINGER MEDIA LLC. *Nav Trainer ver. 3.3.0* [software]. © 2011-2013. Požadavky na systém: iOS 5.1 a novější. Kompatibilní se zařízením iPhone, iPad a iPod touch.
- [23] SOLDÁN, Vladimír. *Letové postupy a provoz letadel*. Jeneč: Letecká informační služba Řízení letového provozu České republiky, 2007. ISBN 978-80-239-8595-5.
- [24] The NDB. In: *Youtube* [online]. 1. 6. 2012. [cit. 2015-08-18]. Dostupné z:  
<https://www.youtube.com/watch?v=TEhpSlqwMe0>. Kanál uživatele Gian Luca Noia.
- [25] VALIŠ, Pavel. *Využití trenážeru ČVUT pro nácvik náročnějších činností při letech IFR*. Praha, 2008. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze. Fakulta dopravní.
- [26] WILLIAMS, Bruce. *Microsoft flight simulator as a training aid: a guide for pilots, instructors, and virtual aviators*. Newcastle, Wash.: Aviation Supplies & Academics, © 2013. ISBN 978-1-61954-050-7.
- [27] WILLIAMS, J.R. *The art of instrument flying*. 2nd ed. Blue Ridge Summit, PA: TAB Books, ©1991. TAB Practical Flying Series. ISBN 0-8306-3654-4.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ V PRAZE

Fakulta dopravní

Ústav letecké dopravy



---

# **Výuka základů pilotáže podle přístrojů a radionavigace na simulátoru ÚLD**

Příloha k bakalářské práci:

**VÝUKA VYBRANÝCH ÚLOH PŘÍSTROJOVÉHO LÉTÁNÍ NA LETOVÉM  
SIMULÁTORU FD**

## **Část A: PŘÍRUČKA PRO ŽÁKA**

## Obsah

|                |   |             |
|----------------|---|-------------|
| <b>Část 0.</b> | <b>Úvodní let za VMC .....</b>                                      | <b>A-2</b>  |
| <b>Část 1.</b> | <b>Základní pilotáž podle přístrojů .....</b>                       | <b>A-3</b>  |
|                | Stručný teoretický úvod .....                                       | A-3         |
| 1-a)           | Udržování horizontálního přímočarého letu .....                     | A-6         |
| 1-b)           | Změny rychlosti a konfigurace v horizontálním přímočarém letu ..... | A-7         |
| 1-c)           | Standardní přístrojová zatáčka a přechody do přímočarého letu ..... | A-8         |
| 1-d)           | Stoupání a přechody do horizontálního letu .....                    | A-10        |
| 1-e)           | Klesání a přechody do horizontálního letu .....                     | A-12        |
| 1-f)           | Přístrojové zatáčky během stoupání a klesání .....                  | A-14        |
| <b>Část 2.</b> | <b>Létání obrazců .....</b>   | <b>A-15</b> |
| 2-a)           | Obrazec 1 .....   | A-15        |
| 2-b)           | Obrazec 2 .....   | A-16        |
| 2-c)           | Obrazec 3 .....   | A-18        |
| <b>Část 3.</b> | <b>Základy radionavigace využitím ADF .....</b>                     | <b>A-19</b> |
|                | Teoretický úvod .....   | A-19        |
| 3-a)           | Aktivní let po směrníku NDB .....                                   | A-20        |
| 3-b)           | Nalétávání směrníku NDB .....                                       | A-24        |
| 3-c)           | Předpisová zatáčka 45°/180° .....                                   | A-25        |
| 3-d)           | Předpisová zatáčka 80°/260° .....                                   | A-26        |
| <b>Část 4.</b> | <b>Vstupy do vyčkávacího obrazce a vyčkávání .....</b>              | <b>A-29</b> |

## **Část 0. Úvodní let za VMC**

Pokud na simulátoru ÚLD poletíte poprvé, je dobré se s letounem seznámit za VMC. Po spuštění se letoun nachází na dráze 24 na LKPR s vypnutým motorem. Vítr je nastaven 010°/10 kt. Nejprve se seznámete s rozmístěním ovladačů a proveďte úkony podle checklistu, poté vzletněte. Trať letu a provozní postupy nemusíme v této úloze uvažovat, let slouží pouze k osvojení si odezvy kormidel, funkce vyvážení a dynamiky letounu.

Postupujte podobně, jako při přeškolení na nový typ skutečného letadla. Je dobré si vyzkoušet postupně všechny režimy, do kterých se můžeme za letu dostat. Tzn. vzlet, stoupání, horizontální let, horizontální zatáčky s různým náklonem, stoupavé a klesavé zatáčky, let na minimální rychlosti, sestup a přistání.

Během letu přenášejte pohled i dovnitř kabiny na letové přístroje a porovnávejte změny polohy letadla vůči skutečnému horizontu s indikací na umělém horizontu.

## Část 1. Základní pilotáž podle přístrojů

### **Stručný teoretický úvod**

*Pozn.: Teorii pilotáže podle přístrojů se podrobně věnuje řada příruček pro piloty. Teoretické části této příručky jsou pouze výtahem nejdůležitější informací pro zvládnutí daných úloh.*

*Mezi nejdostupnější patří Instrument Flying Handbook publikovaná americkou FAA. Její elektronická verze je k dispozici na:*

[http://www.faa.gov/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/](http://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/)

### Způsob přenášení pozornosti mezi přístroji

Pro prohlížení přístrojů při pilotáži využíváme tzv. radiální selektivní metodu. Jak už název metody napovídá, náš pohled přechází paprskovitě od hlavního řídicího přístroje, kterým je umělý horizont (UH) umístěný uprostřed, na kontrolní přístroje, jimiž je UH obklopen, a zpět na UH (obrázek A1). Nikdy se nepřenáší pohled mezi jednotlivými kontrolními přístroji navzájem.



Obrázek A1: Princip radiální metody sledování přístrojů

Protože UH pracuje téměř bez zpoždění a dává nám okamžitou informaci o poloze letadla v prostoru (ve smyslu klonění/klopení), veškeré opravy náklonu a podélného sklonu provádíme podle něj. Správnou hodnotu letových parametrů pro udržení režimu (například horizontálního přímočarého letu) poté kontrolujeme na kontrolních přístrojích (rychloměr, výškoměr, zatáčkoměr s příčným relativním sklonoměrem, směrový setrvačnick a variometr).

Radiální způsob přenosu pozornosti se uplatňuje i ve vztahu k motorovým a navigačním přístrojům (MP, RPM, VOR/LOC, DME, ADF, GNS atd.), stopkám a veškerým ovladačům, se kterými pilot během letu operuje. Vždy se vracíme pohledem zpět přímo k UH.

Jaké letové přístroje se kontrolují v daných fázích letu, je vysvětleno dále a v tom spočívá tzv. „selektivita“ metody: prohlížíme jen ty přístroje, které v dané chvíli potřebujeme. Ve výsledku vždy největší objem pozornosti spočívá na UH, avšak důležité je vyvarovat se příliš dlouhé fixace pozornosti na jediný přístroj (včetně UH). Vhodná doba fixace pohledu a čtení údaje z jednoho přístroje se liší v závislosti na režimu letu, ale obvykle se u zkušených pilotů pohybuje v rozmezí 0,5 až 1 sekunda. Obecně platí, že čím větší frekvence přenosu pohledu jsme schopni dosáhnout, tím bude pilotáž jemnější. Během pohledu na přístroj je však nutné jeho indikaci přečíst, pochopit a zapamatovat si, co ukazuje. Pouhé přenášení pohledu nestačí. Doba čtení údaje jednotlivých přístrojů tedy bude ze začátku delší, až postupně během získávání zkušeností budeme schopni frekvenci přenášení pohledu zvyšovat.

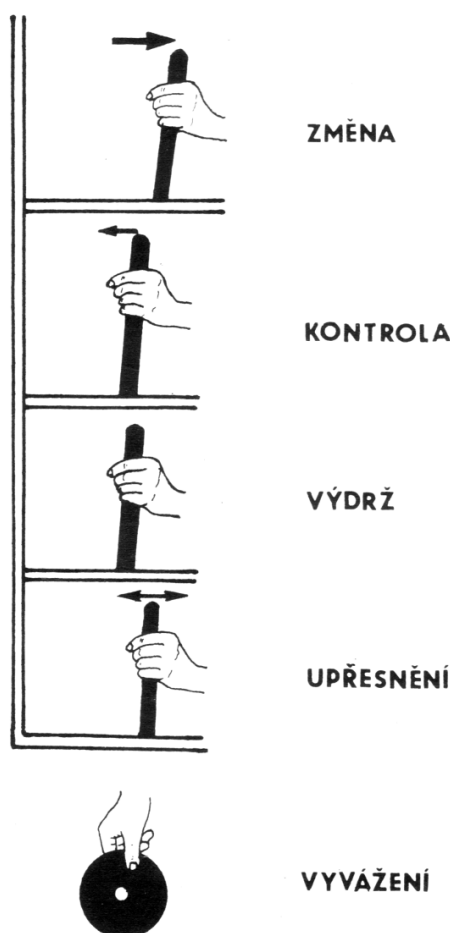
V teoretických úvodech ke cvičením jsou některé přístroje v daných režimech označovány jako primární, jiné jako sekundární. Primární je přístroj, kterému společně s UH věnujeme nejvíce pozornosti při daném manévru (prohlížíme s největší frekvencí), sekundární přístroje prohlížíme o něco méně často. [6, 21]

### Pilotáž podle přístrojů - změna režimu

Během každé změny režimu podle přístrojů se uplatňuje postupně 5 kroků:

1. Nastavení režimu motoru a zahájení uvedení do přibližné polohy podle UH
2. Kontrola síly (zastavení změny polohy snížením síly do řízení)
3. Přibližné vyvážení a stabilizace letounu (výdrž v nové poloze)
4. Ověření žádaných parametrů podle kontrolních přístrojů. Pokud je třeba, úprava výkonu motoru a zpřesnění polohy na UH pro přesné dosažení žádaných parametrů
5. Jemné vyvážení – cílem je dosáhnout co nejmenších (nejlépe nulových) sil v řízení [17]

Zkráceně tedy: změna, kontrola, výdrž, upřesnění a vyvážení (obrázek A2).



Obrázek A2: Postup při změně režimu letu [17]



## **1-a) Udržování horizontálního přímočarého letu**

### **Úkol:**

Udržujte výšku 5000 stop a kurz 360°, co nejpřesněji je možné. Vzniklé odchylky opravujte hned, a to jemnou pilotáží.

### **Návod:**

Největší pozornost je během horizontálního letu potřeba věnovat UH (hlavní řídicí přístroj), variometru, výškoměru a směrovému setrvačníku (primární kontrolní přístroje). S menší frekvencí kontrolujeme rychloměr a zatáčkoměr s příčným sklonoměrem (sekundární kontrolní přístroje). Platí, že pro přesné udržení výšky je variometr (má menší zpoždění než výškoměr) kontrolován více, než výškoměr (udržujeme nulovou výchylku). Naopak při opravě už vzniklé odchylky od hladiny je více pozorován výškoměr než variometr.

Opravy podélného sklonu podle UH je potřeba dělat jen velmi malé. Obvykle je půl šířky křídla na symbolu letadélka dostatečná změna podélného sklonu pro opravu vzniklé odchylky.

Režim práce motoru je nastaven na horizontální let. Pokud se odchylka od letové hladiny nezmění o příliš velkou hodnotu, nebudeme ho měnit. Pro vhodnou rychlost opravy výšky platí následující pravidlo: při odchylce o určitou hodnotu na výškoměru opravujeme dvojnásobnou výchylkou variometru. Například, pokud se dostaneme 50 ft pod danou hladinu, využijeme stoupání rychlostí 100 ft/min.

Pro opravy kurzu platí pravidlo: hodnotu odchylky vydělíme dvěma a dostaneme hodnotu náklonu vhodnou pro opravu. Při odchylce od kurzu 10° tedy použijeme náklon 5° apod. Maximální náklon je však 30°. V IMC nikdy nepoužíváme příliš ostré zatáčky, aby nedošlo k prostorové dezorientaci. [6]

Opravu kurzu provádíme mírným náklonem podle UH a koordinovaným jemným přitažením, abychom neztráceli výšku. Prohlížíme střídavě UH a variometr nebo výškoměr. Postupně, jak se blížíme požadovanému kurzu, přidáváme směrový setrvačník (důležité je se na něj nefixovat), vyrovnáváme náklon, lehce povolíme přitažení a kontrolujeme variometr a příčný sklonoměr. Poté se vracíme zpět k prohlížení jako při horizontálním letu.

Pro udržování horizontálního letu s minimální zátěží na pozornost je klíčové přesně letoun vyvážit. Že je letoun správně vyvážen, poznáme tak, že dočasně pustíme řízení, přičemž nedojde ke změně podélného sklonu. [17]

## **1-b) Změny rychlosti a konfigurace v horizontálním přímočarém letu**

### **Úkol:**

Měňte rychlost a konfiguraci letounu podle pokynů instruktora. Přitom se snažte udržovat výšku 3000 stop a kurz 360° co nejpřesněji je možné.

### **Návod:**

Pro zpomalení stáhněte výkon motoru na otáčky odhadem o něco menší, než bude potřeba pro udržení horizontálního letu na nové rychlosti. Při změně výkonu zkontrolujete kuličku pro udržení koordinovaného letu. Postupně, jak letoun zpomaluje, zvyšte frekvenci kontroly variometru a začněte jemně přitahovat a zvyšovat podélný sklon podle UH pro udržení výšky. Přibližně 5 KIAS nad požadovanou rychlostí zvyšte jemně otáčky. Vyvažte a sledujte zvýšenou frekvencí rychloměr. Po stabilizaci rychlosti podle potřeby upravte otáčky pro přesné dosažení žádané rychlosti. Následuje jemné vyvážení.

Při zrychlování postupujte stejným způsobem s tím rozdílem, že tentokrát bude třeba podélný sklon snižovat.

Změny konfigurace se provádí nejprve kontrolou rychloměru, zda se rychlost nachází v limitech pro vysouvání/zasouvání podvozku/klapek. Během změn je třeba zvýšit frekvenci přenášení pohledu mezi přístroji pro udržení výšky. Pro udržení rychlosti bude potřeba upravit otáčky. Přesnost pilotáže se zvýší tehdy, až budeme schopni předvídat směr a velikost klopivého momentu způsobeného vysouváním/zasouváním podvozku/klapek.

[17]

## **1-c) Standardní přístrojová zatáčka a přechody do přímočarého letu**

### **Úkol:**

Řiďte se podle pokynů instruktora, který Vás bude „radarově“ vektorovat. Každou instrukci zopakujte podle pravidel letecké frazeologie a nastavte „heading bug“ do stanoveného kurzu. Následně točte standardní přístrojovou zatáčkou do stanoveného kurzu. Během zahájení, udržování zatáčky a přechodu do přímočarého letu se snažte zabránit jakýmkoli změnám výšky (držte přesně 5000 ft). Snažte se ukončit zatáčku přesně na stanoveném kurzu a tento kurz udržovat.

### **Návod:**

Při letu podle přístrojů využíváme standardní přístrojovou zatáčku. Ta je definovaná úhlovou rychlostí točení  $360^\circ/2 \text{ min}$ , tedy  $3^\circ/\text{sec}$ . [20]

### **Uvedení do zatáčky**

Velikost náklonu potřebná pro přístrojovou zatáčku se liší v závislosti na rychlosti letu. Existuje jednoduché pravidlo pro přibližné určení náklonu. Potřebný úhel náklonu odpovídá 15 % z TAS. Pro rychlý výpočet z hlavy vydělíme TAS deseti a přičteme polovinu výsledku. Tedy například při rychlosti 160 kt, je potřebný náklon  $24^\circ$ :

$$160/10 = 16 \text{ a následně } 16 + 8 = 24 \text{ [6]}$$

Po uvedení náklonu přeneseme pohled na zatáčkoměr s příčným sklonoměrem, srovnáme kuličku doprostřed a zkontrolujeme zatáčkoměr, jehož bílá ryska odpovídá standardní zatáčce a podle potřeby upravíme náklon. Primárním pomocným přístrojem pro náklon je tedy zatáčkoměr, protože cílem je držet konstantní úhlovou rychlost točení. Nezapomínáme však na to, že opravy náklonu je potřeba dělat podle UH (řídící přístroj) a nejvíce pozornosti je třeba věnovat právě UH.

Pro udržení hladiny je nutné během naklánění letadla, koordinovaně zvýšit podélný sklon. Po počátečním nastavení letadélka UH lehce nad horizont, určujeme potřebný podélný sklon průběžnou kontrolou variometru (a výškoměru).

Při točení dlouhých zatáček letadlo po stabilizaci vyvážíme.

Pokles rychlosti při menších náklonech není velký a můžeme ho tedy zanedbat, nastavení režimu motoru a vrtule není nutné v tomto případě zvyšovat. [17]

### Udržování zatáčky

Při točení do daného kurzu není potřeba kontrolovat směrový setrvačnick, dokud se neblížíme k požadovanému kurzu. Při točení standardní zatáčkou trvá zatáčka o 30° 10 sekund, o 90° 30 sekund, o 180° 1 minutu apod. Pokud si toto uvědomíme, můžeme si uvolnit část kapacity pozornosti tím, že začneme směrový setrvačnick kontrolovat až po určité době a jak se blížíme k danému kurzu, frekvenci zvyšovat. [6]

Aby nedošlo k přetočení kurzu, je potřeba si uvědomit o kolik budeme točit ještě před uvedením náklonu a vždy si nastavit „heading bug“. Tím jednak zabráníme tomu, abychom zapomněli, do jakého kurzu točíme a také zkrátíme dobu potřebnou pro odečítání údajů směrového setrvačnicku během zatáčky.

### Vyvedení ze zatáčky

Abychom dokončili zatáčku přesně na stanoveném kurzu, je třeba začít snižovat náklon s určitým předstihem. Pomůcka pro určení předstihu: předstih ve stupních na SS se rovná polovině náklonu. Při náklonu 24° tedy začneme s přechodem 12° před dotočením kurzu. Rychlost snižování náklonu upravujeme průběžně tak, abychom dovedli křídélka ukazatele na UH rovnoběžně s horizontem přesně ve chvíli dosažení kurzu. Během snižování náklonu je rovněž nutné průběžně snižovat podélný sklon, aby nedošlo k nárůstu výšky. Kontrolujeme tedy i průběžně i variometr a výškoměr. Po stabilizaci zkontrolujeme kuličku, vyvážíme a vracíme se ke způsobu prohlížení přístrojů jako v horizontálním přímočarém letu. [17]

## **1-d) Stoupání a přechody do horizontálního letu**

### **Úkol:**

Letíte v horizontálním přímočarém letu ve výšce 2000 ft kurzem 240°. Na pokyn instruktora (ATC) převedte letoun do cestovního stoupání. Ukončete stoupání přesně na hladině podle pokynů instruktora a přejděte do horizontálního letu. Během celé úlohy přesně dodržujte kurz. Instrukce pro stoupání vždy potvrzujte instruktorovi podle pravidel letecké frazeologie.

### **Návod:**

Režim cestovního stoupání je pro Beechcraft Baron definován takto: přípust' plně dopředu, otáčky vrtule 2500 RPM, rychlost 136 KIAS.

### **Uvedení do stoupání**

Rychlost pro cestovní stoupání je nižší než cestovní rychlost. Nejprve tedy přitáhneme, abychom podle UH nastavili podélný sklon pro stoupání a vytratili rychlost. Postupně se zkušenostmi budeme schopni přibližně odhadnout potřebnou hodnotu podélného sklonu, pro jednotlivé režimy letu. Pro začátek ale využijeme přibližnou hodnotu pro cestovní stoupání (pro Beechcraft Baron odpovídá přibližně 10°). Zvýšenou frekvencí kontrolujeme rychloměr a přibližně 10 KIAS nad rychlostí pro cestovní stoupání přidáme nejdříve otáčky a poté výkon motoru pro cestovní stoupání. Přibližně vyvážíme a prohlédneme UH, rychloměr jako primární kontrolní přístroj pro podélný sklon a dále SS a příčný sklonoměr pro udržení kurzu. Poté jemně dovyvážíme. [6, 21]

### **Stoupání**

Během stoupání udržujeme podélný sklon pomocí UH, dále kontrolujeme rychloměr a SS. Jak dlouho budeme stoupat, můžeme odhadnout rychlou kontrolou variometru a výškoměru. Tyto přístroje nemusíme zpočátku prohlížet příliš často. Při stoupání 500 ft/min nám změna jedné hladiny potrvá 1 minutu. Postupně, jak se přibližujeme k dané hladině, zapojujeme více do prohlížení výškoměr. Neměníme rychlost (podélný sklon) dokud nedosáhneme na výškoměru hodnoty pro předstih. Během stoupání a klesání necháváme, pokud možno, ruku na pákách přípusti z toho důvodu, abychom nezapomněli po přechodu zpět do horizontálního letu změnit režim motoru.

### Přechod do horizontálního letu

Pro přechod ze stoupání do horizontálního letu na dané hladině je potřeba začít vyrovnávat podélný sklon s předstihem. Pro velikost předstihu platí následující pravidlo: vhodná velikost předstihu na výškoměru je rovna 10 % indikace variometru. Například při stoupání rychlostí 500 ft/min začneme vyrovnávat 50 ft před dosažením hladiny. [4] Během vyrovnávání bude, namísto rychloměru, primárním kontrolním přístrojem pro podélný sklon výškoměr. Po zastavení stoupání ponecháme nastavení výkonu, abychom zrychlili na cestovní rychlost, přičemž plynule snižujeme podélný sklon, abychom udrželi výšku, a přibližně vyvažujeme. Do prohlížení tedy přibíráme opět rychloměr a variometr. Při dosažení cestovní rychlosti změníme režim motoru na cestovní let, zkontrolujeme příčný sklonoměr kvůli rovnováze sil, přesně vyvážíme a kontrolujeme přístroje opět jako v horizontálním letu.

## **1-e) Klesání a přechody do horizontálního letu**

### **Úkol:**

Letíte v horizontálním přímočarém letu ve FL 80 kurzem 095°. Na pokyn instruktora (ATC) převedte letoun do cestovního klesání vertikální rychlostí 500 ft/min. Udržujte klesání a přesně na stanovené hladině převedte letoun zpět do horizontálního letu. Během celé úlohy přesně dodržujte kurz. Instrukce pro klesání vždy potvrzujte instruktorovi podle pravidel letecké frazeologie.

### **Návod:**

#### **Uvedení do klesání**

Pro cestovní sestup využíváme snížené otáčky. Rychlost letu při sestupu s částečným výkonem motoru závisí na otáčkách. V této úloze nastavíme režim motoru: MP 14, PROP RPM 2300, směs bohatá. Tento režim nám při sestupu 500 ft/min dá rychlost 120 KIAS. Pro zahájení sestupu stáhneme otáčky a nejdříve držíme podélný sklon, abychom dosáhli rychlosti pro sestup (v tomto případě je rychlost letu při sestupu menší, než cestovní rychlost)<sup>1</sup>. Sledujeme tedy zpočátku UH a SS, postupně zařadíme do prohlížení rychloměr a při dosažení požadované rychlosti povolíme, snížíme lehce podélný sklon podle UH, zkontrolujeme příčný sklonoměr a přibližně vyvážíme. [17]

Pohled pilota tedy ve fázi uvedení přechází nejvíce mezi UH a rychloměrem, při změně výkonu mezi indikací MAP a UH, PROP RPM a UH. Správnost podélného sklonu určujeme kontrolami variometru (držíme 500 ft/min). Nevynecháváme z prohlížení ani SS pro udržení směru a při změně otáček kontrolujeme příčný sklonoměr, abychom udrželi rovnováhu sil. Po ustálení režimu vyvážíme.

---

<sup>1</sup> V dalších klesáních nám rychlost letu bude určovat instruktor. Pořadí činností: změna sklonu a změna výkonu bude záviset na tom, zda je požadovaná rychlost letu menší nebo větší než

### Udržování klesání

Během cestovního klesání je rychlost letu řízena tahem propulsní soustavy (změny je ale v případě potřeby nutno dělat velmi malé, kvůli setrvačnosti). Vertikální rychlost sestupu je řízena podélným sklonem. [27]

Během klesání necháváme ruku na pákách přípusti z toho důvodu, abychom nezapomněli po přechodu zpět do horizontálního opět přidat otáčky a výkon.

Postupně, s přibližováním se k požadované hladině, přibíráme do prohlížení výškoměr. Zbývající dobu klesání snadno určíme podle indikace variometru. Režim neměníme až do dosažení požadovaného předstihu výšky.

### Přechod do horizontálního letu

Pro předstih platí stejné pravidlo, jako při stoupání. Při sestupu 500 ft/min tedy začneme s přechodem 50 ft nad stanovenou hladinou. V prvním případě je zamýšlená rychlost horizontálního letu vyšší než rychlost při sestupu, nejprve tedy zvýšíme otáčky vrtule a výkon motoru (cestovní let) a vzápětí začneme se změnou podélného sklonu podle UH. Po dosažení podélného sklonu, který přibližně odpovídá horizontálnímu letu, přibližně vyvážíme a zkontrolujeme výškoměr, který je pro nás nyní primární pomocný pro kontrolu podélného sklonu až do doby, kdy dosáhneme přesné výšky.

Musíme být připraveni na to, že se bude měnit rychlost (v tomto případě zrychlovat). Koordinovaně tedy snižujeme podélný sklon a kontrolujeme se zvýšenou frekvencí variometr. Po stabilizaci rychlosti zkontrolujeme kuličku a přesně vyvážíme. Postupně přecházíme do způsobu prohlížení jako při horizontálním letu. [6]

Pořadí činností při tomto přechodu (podélný sklon/výkon) opět závisí na vztahu rychlostí letu při klesání a v horizontálním letu.



## **1-f) Přístrojové zatáčky během stoupání a klesání**

### **Úkol:**

Letíte v horizontálním přímočarém letu ve výšce 2000 ft kurzem 240°. Na pokyn instruktora (ATC) převedte letoun do cestovního stoupání. Instruktor bude dávat vektory, které potvrzujete podle pravidel letecké frazeologie. Při točení přesně dodržujte standardní úhlovou rychlost točení a rychlost letu 130 KIAS. Následuje stejná činnost i při povolení pro klesání. Při klesání udržujete vertikální rychlost 500 ft/min.

### **Návod:**

#### **Stoupavé zatáčky**

Při obdržení nového kurzu nejprve nastavíme heading bug, následně uvedeme podle UH náklon potřebný pro 3°/s zatáčku. Ten bude v tomto případě roven přibližně 19° ( $130/10=13$ ,  $13+6=19$ ). Pohled přechází mezi UH, rychloměrem, který je primárním kontrolním přístroj pro podélný sklon; UH a zatáčkoměrem, který je primárním kontrolním přístrojem pro příčný sklon a příčným sklonoměrem, pomocí něhož udržujeme rovnováhu sil. Pokud se jedná o delší točení/stoupání, vyvážíme. [17]

Postupně, jak se blížíme k dané výšce/kurzu zapojujeme do prohlížení i výškoměr a směrový setrvačnick. Dobu potřebnou pro stoupání/točení určíme stejně jako v předchozích úlohách.

#### **Sestupné zatáčky**

Uvedení do zatáčky během klesání probíhá v zásadě stejně jako při stoupání. Pokud však chceme během klesání udržet rychlost, bude potřeba zvýšit lehce výkon motoru a zvýšit frekvenci prohlížení variometru, který je primárním kontrolním přístrojem pro podélný sklon. Můžeme očekávat, stejně jako při zatáčení v horizontálním letu, že bude potřeba, kvůli poklesu vztlaku při uvádění náklonu, lehce koordinovaně přitáhnout a zvýšit podélný sklon pro udržení rychlosti klesání. Letadlo vyvážíme. Postupně, jak se blížíme k dané výšce/kurzu zapojujeme do prohlížení i výškoměr/směrový setrvačnick. Dobu potřebnou pro stoupání/točení určíme stejně jako v předchozích úlohách.

Při návratu do přímočarého letu v klesání nezapomeneme změnit zpět výkon motoru pro udržení rychlosti letu.

## Část 2. Létání obrazců

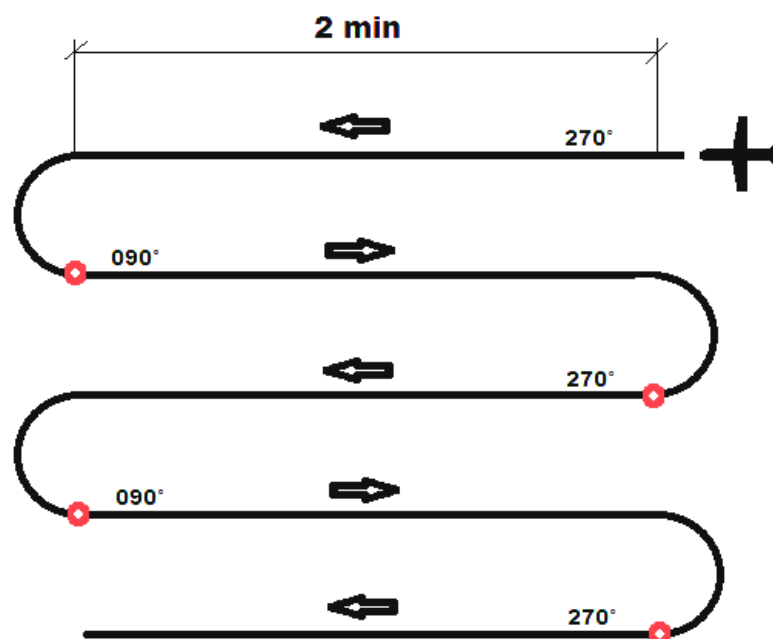
### 2-a) Obrazec 1

Úloha začíná v horizontálním přímočarém letu ve výšce 5000 ft. Letoun letí kurzem 270°. Zaleťte obrazec podle obrázku A3. Rovné úseky mají délku 2 minuty, zatáčky jsou o 180°.

#### Návod:

Do selektivního prohlášení při rovných úsecích je nyní potřeba zařadit i stopky. Spouštějte stopky vždy po srovnání křídel do horizontu po ukončení zatáčky. Frekvence přenosu pohledu na stopky se zvyšuje s blížícím se časem zahájení točení. Soustředte se na přesné držení kurzu, výšky, přesné dodržování rychlosti točení podle zatáčkoměru a zejména na přesné vyvedení do přímočarého letu. Správného tvaru obrazce dosáhneme pouze tehdy, pokud měníme náklon stejnou úhlovou rychlostí při uvádění i vyvádění letadla ze zatáčky a pokud při tom udržujeme koordinovaný let pomocí kuličky.

*Pozn.: Po spuštění úlohy nastavte přesně cestovní režim motoru, stabilizujte letoun a vyvažte. Následně spusťte stopky a po uplynutí 2 minut zahajte točení, během točení stopky resetujte na nulu. Následně pokračujte podle obrázku. Červené kroužky značí místa spouštění stopek.*



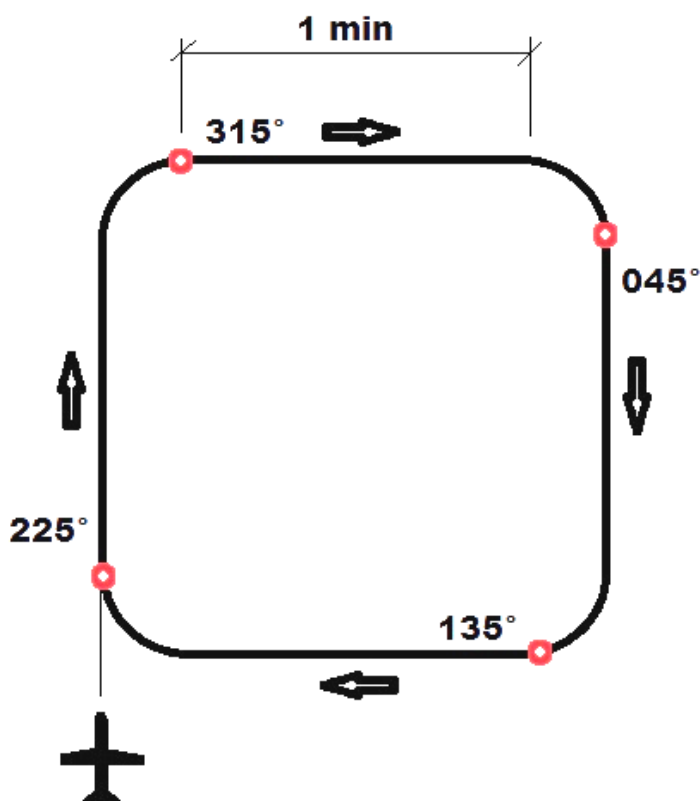
Obrázek A3: Zadání úlohy Obrazec 1

## 2-b) Obrázek 2

### Čtverec v horizontálním letu:

Úloha začíná v horizontálním přímočarém letu ve výšce 3000 ft. Letoun letí kurzem 225°. Nejprve zaletíte čtverec v horizontálním letu podle obrázku A4. Soustředte se stejně jako v předchozí úloze na udržování výšky, kurzů, stejné uvedení do a vyvedení ze zatáčky a přesné měření času. Rovné úseky mají délku 1 minuty.

Po odletění obrazce zjistíte přesnost letu podle záznamu na instruktorském stanovišti. Při přesném dodržení zadání a přesné pilotáži byste se měli po poslední zatáčce nacházet v místě zahájení úlohy.

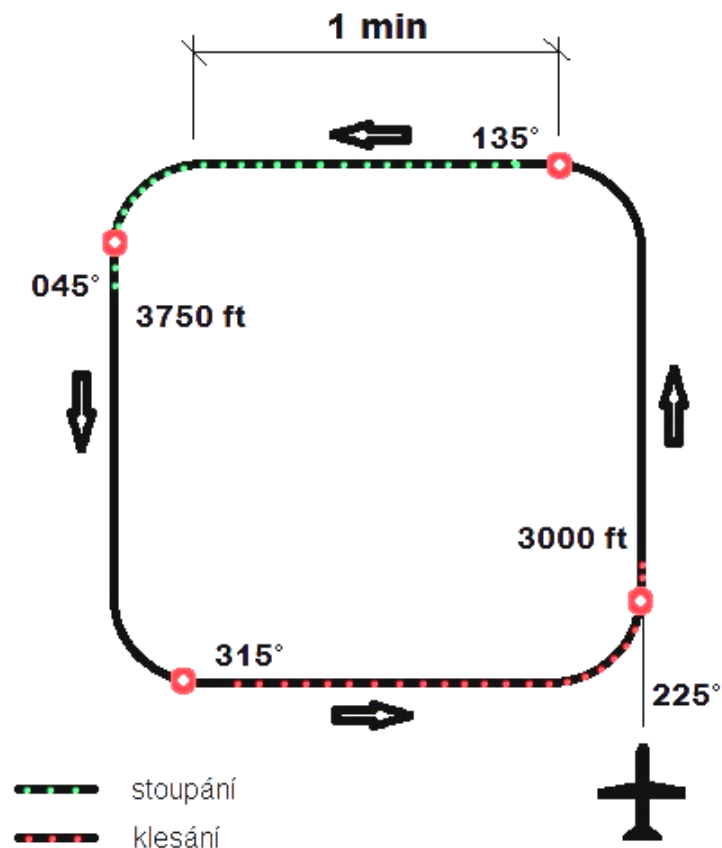


Obrázek A4: Zadání úlohy Obrázek 2

### Čtverec se stoupáním a klesáním

Podruhé poletíte stejný obrazec, ale se stoupáním a klesáním (obrázek A5). Zatáčky točte tentokrát doleva. Po dotočení první zatáčky po spuštění stopek zahajte stoupání rychlostí 500 ft/min. Vystoupejte do výšky 3750 ft. Této výšky by mělo být dosaženo při správném provedení krátce po dotočení druhé zatáčky. Lette v této výšce a po dotočení třetí zatáčky a spuštění stopek zahajte klesání rychlostí 500 ft/min. Při správném provedení budete po dotočení poslední zatáčky ve výšce 3000 ft v poloze zahájení úlohy. Zkontrolujte výsledek na záznamu z instruktorské stanice.

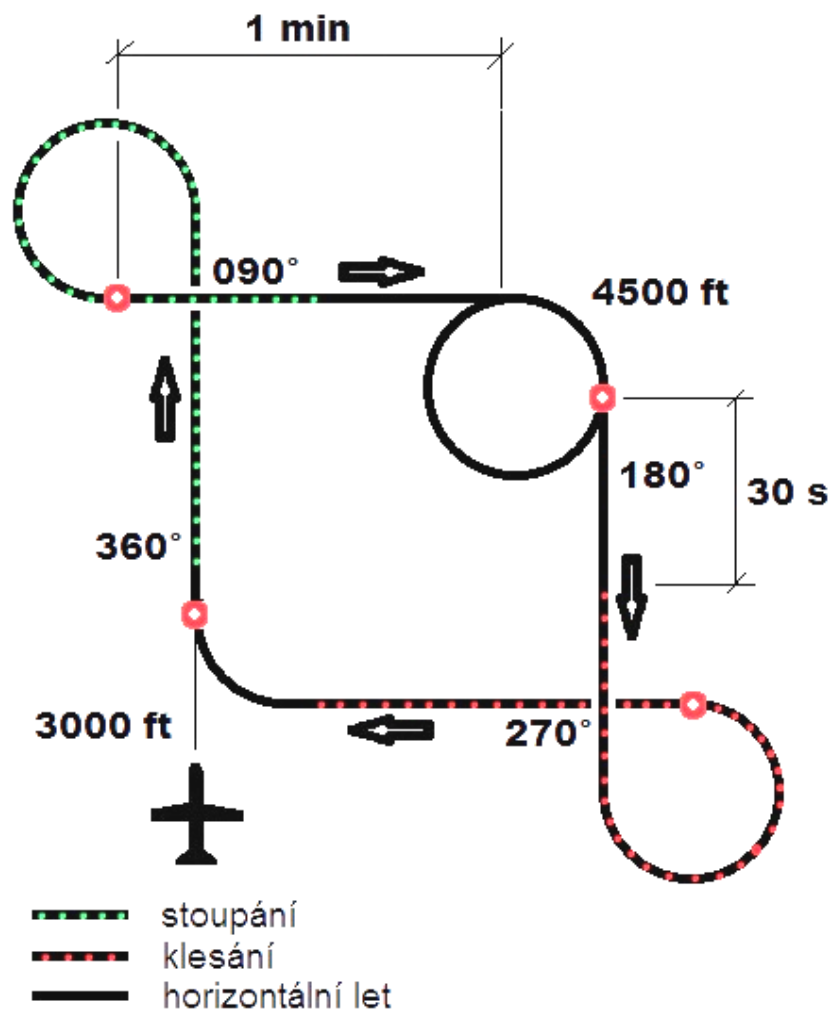
*Pozn.: V této úloze je důležité měnit režim motoru tak, abychom udrželi konstantní rychlost letu při stoupání, horizontálním letu a klesání. Vzhledem k výkonům letounu doporučuji držet rychlost 120 KIAS během celé úlohy. Změnu podélného sklonu a výkonu motoru provádíme koordinovaně tak, abychom udrželi rychlost. Pro zjednodušení úkolu přikládám doporučené hodnoty nastavení motoru, pro rychlost letu 120 KIAS (v těchto výškách a za podmínek ISA): směs plně bohatá, PROP RPM 2300 v průběhu celé úlohy a MP ve stoupání – 22 IN HG, v horizontu 18 IN HG a v klesání 14 IN HG.*



Obrázek A5: Zadání úlohy Obrazec 2, tentokrát se stoupáním a klesáním

### 2-c) Obrázek 3

Úloha začíná v horizontálním přímočarém letu ve výšce 3000 ft. Letoun letí kurzem 360° a rychlostí 120 KIAS. Po stabilizaci letounu spusťte stopky a zahajte stoupání 500 ft/min rychlostí 120 KIAS do výšky 4500 ft. Lette obrazec podle obrázku A6. Rovné úseky mají délku 1 minuty. Levé zatáčky mají délku 270° (90 s). Druhá zatáčka má délku 450° (150 s). Klesání 500 ft/min rychlostí 120 KIAS začíná 30 s po ukončení 2. zatáčky. Klesání ukončete opět na 3000 ft. Po poslední zatáčce o 90° byste měli skončit na výchozí pozici. Výsledek zkontrolujte na záznamu na instruktorské stanici.



Obrázek A6: Zadání úlohy Obrázek 3

## Část 3. Základy radionavigace využitím ADF

### *Teoretický úvod*

Simulátor je vybaven palubním ukazatelem typu MDI (moving dial indicator). Na tomto typu zařízení je možno natočit letěný kurz a odečítat QDM, tedy magnetický kurz směrem k radiomajáku NDB, pokud ho potřebujeme znát.

Ručička ADF vždy ukazuje směrem ke stanici, nezávisle na pozici a kurzu letadla. Vzhledem k nosu letadla tedy indikuje tzv. boční zaměření. Abychom určili kurz ke stanici, potřebujeme znát kurz letadla.

Při letu směrem k nebo od stanice existují dvě metody. Pasivní let bez vylučování snosu (tzv. homing) spočívá v tom, že pilot pouze udržuje ručičku ADF sesouhlasenou s podélnou osou letadélka přístroje ( $0^\circ$  boční zaměření). V případě větru tato metoda značně prodlužuje délku tratě a během letů IFR se nepoužívá. Častější je použití o něco složitější metody, aktivního letu na NDB (tzv. tracking). Pomocí údajů od ručičky ADF a směrového setrvačníku (nebo kompasu) je možné určit snos větru a udržovat směrník k nebo od stanice. [6]

### **3-a) Aktivní let po směrníku NDB**

#### **Úkol:**

Letíte směrem k NDB po stálé trati v dané hladině. Po přeletu NDB pokračujte po stejné trati směrem od zařízení. Velikost větru neznáte, snos tedy určíte pomocí metody aktivního letu po směrníku NDB.

#### **Návod:**

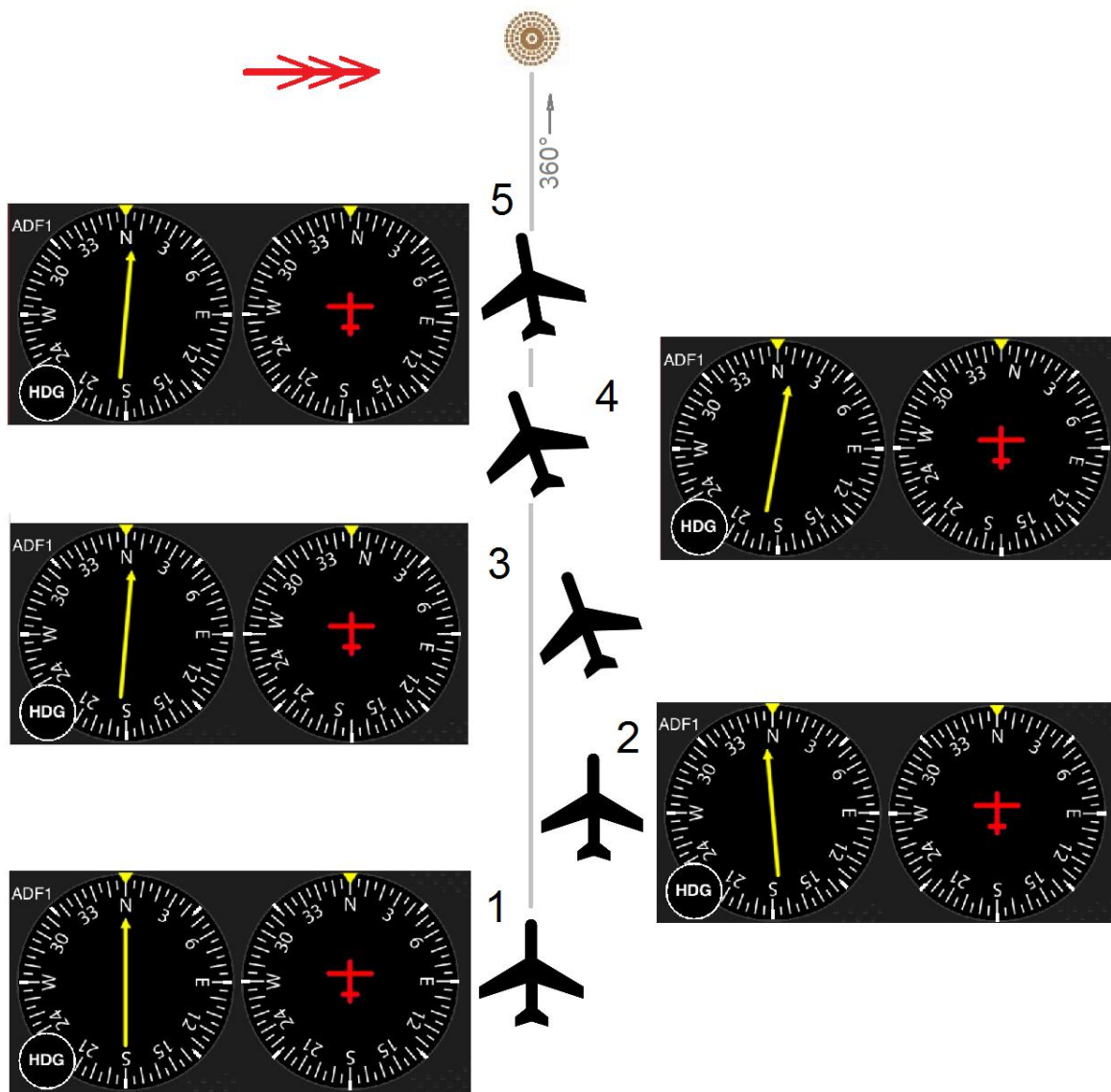
##### **Let ke stanici**

Při letu ke stanici je postup následující. Nejdříve zatočíme do kurzu s nulovým bočním zaměřením, tedy přímo na NDB (obrázek A7 stav 1). Odečteme kurz na SS a nastavíme si na něj „heading bug“, tento kurz udržujeme. Následně čekáme, zda nás začne snášet vítr. Při bočním větru se ručička odchýlí po chvíli na jednu stranu. Vítr nás snáší na opačnou stranu od výchylky ručky. Počkáme, až bude mít výchylka znatelnou hodnotu, tj. 2° nebo 5° (obrázek A7, stav 2). Následně zatočíme za ručičkou a přes ni do nového kurzu, který se od původního liší o zdvojnásobenou výchylku ručky. V příkladu na obrázku 7 nás vítr snesl o 5° doprava, točíme tedy doleva o 10° do kurzu 350° (stav 3). Tímto způsobem opět naletíme původní směrník<sup>2</sup>. Toho je dosaženo, pokud je boční zaměření (RB) rovno úhlu mezi kurzem a zamýšlenou trati (A7, stav 4). Prakticky tedy, pokud je heading bug (nastavený do směru trati) na směrovém setrvačnicku vychýlen na stejnou stranu a o stejně velký úhel, jako ručička na ADF od nulové polohy.

Otočíme zpět směrem za ručičkou, abychom nepřeletěli trať, ale tentokrát ponecháme určitý úhel pro vyloučení snosu. Pro správné vylučování snosu je třeba držet stejnou odchylku ručky ADF, jako je odchylka od kurzu na směrovém setrvačnicku. Velikost oprav kurzu je potřeba dělat stále menší až do té doby, než ručička ADF indikuje stálou hodnotu RB při konstantním kurzu. [6]

---

<sup>2</sup> Toto platí za předpokladu, že se ručka ADF po ustálení na novém kurzu začne pohybovat žadáným směrem (tedy proti smyslu opravy). Pokud se ručka hýbe příliš pomalu, nehýbe nebo dokonce hýbe opačným směrem, znamená to, že jsme zvolili příliš malou opravu (o úhel menší než snos větru) a musíme točit o větší úhel zpět na trať.



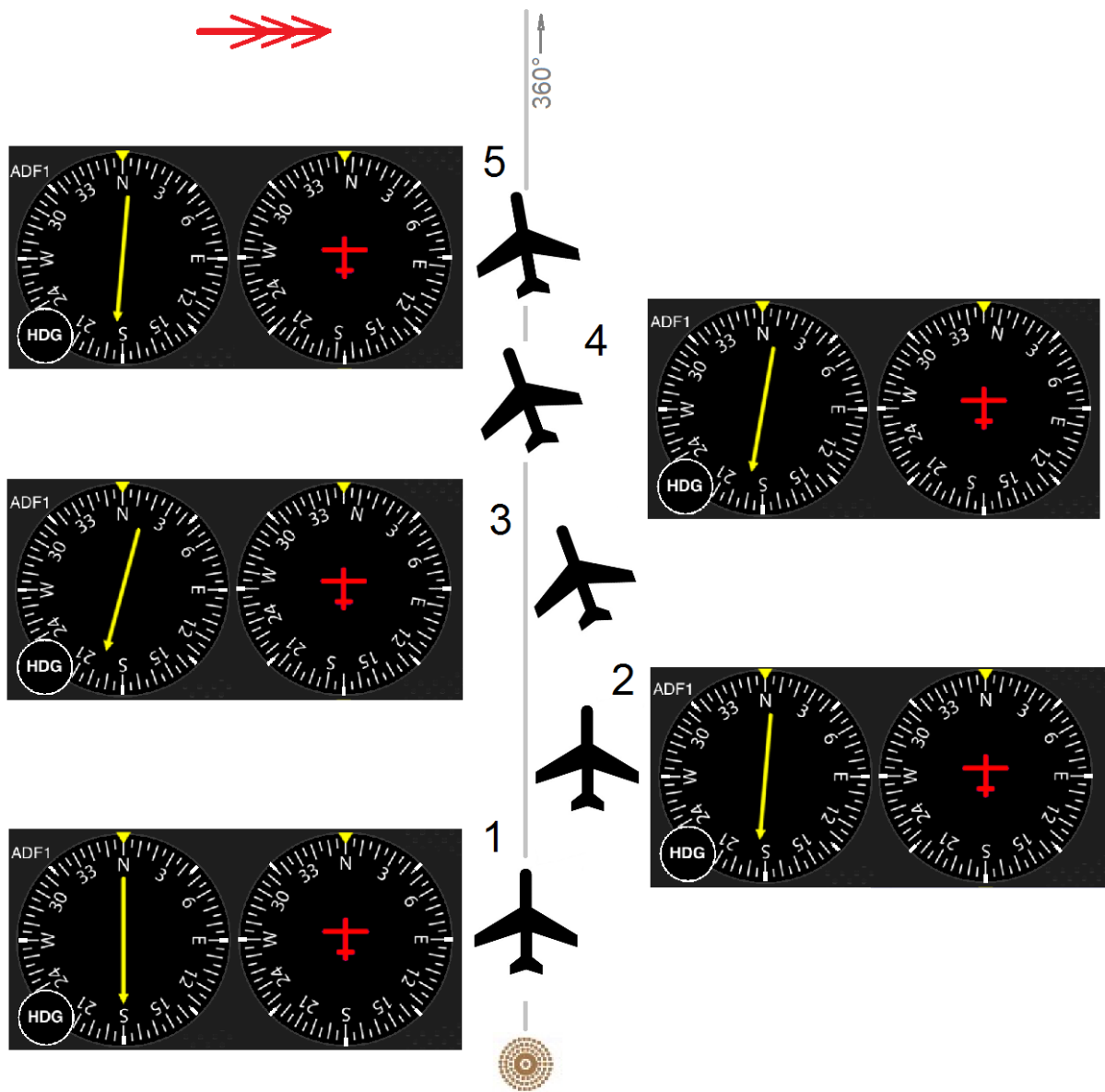
Obrázek A7: Postup aktivního letu po směrníku 360° směrem k NDB [22]



### Let od stanice

Pro let od stanice platí stejný princip, pouze hodnoty, které ukazuje ručička ADF, nyní odečítáme ve spodní části přístroje. Ručička vychylující se doleva, znamená vítr zleva a pro opravu točíme doleva o dvojnásobný úhel. Na obrázku A8 (stav 2) se šipka ručky vychýlila doleva, vítr tedy fouká zleva. Opravujeme o dvojnásobný úhel, tedy  $10^\circ$  doleva do kurzu  $350^\circ$  (A8, stav 3) a čekáme, až se ručka vrátí na pozici  $10^\circ$  vlevo od ocasu letadélka (RB =  $190^\circ$ ). Toho je dosaženo na obrázku ve stavu 4. Následně odhadneme míru snosu a zatočíme o příslušný úhel směrem k trati - na obrázku stav 5 (snos doprava o  $5^\circ$ ). [24]

Alternativním způsobem, je sledování „ocasů“ ručičky na horní straně přístroje. Je ale třeba točit při opravě směrem od ocasu a přes nulové zaměření na druhou stranu (ocas ručky pronásleduje kurz). Ocas ručky následně také držíme na „heading bugu“, ale na změny reagujeme v opačném smyslu, než při letu k NDB. Pro začátek doporučuji zvolit jednu z metod a té se držet (sledovat buďto ocas na horní straně anebo šipku na spodní straně přístroje).



Obrázek A8: Postup aktivního letu po směrníku 360° směrem od NDB [22]

### **3-b) Nalétávání směrníku NDB**

#### **Úkol:**

Naletěte směrník NDB stanovený instruktorem podle přiloženého návodu, přitom držte přesně stanovenou výšku (hladinu).

#### **Návod:**

Pro naletění směrníku postupujeme podle následujících kroků:

1. Srovnáme letadlo rovnoběžně se žadáním směrníkem (kurz stejný jako žadání traťový úhel)
2. Odečteme odchylku ručky na ADF a točíme přes ni o dvojnásobný úhel.<sup>3</sup> Např. pokud šipka ručičky ukazovala o 30° doleva (RB = 330°), točíme doleva o 60° a úhel nalétávání směrníku je tedy 30° zprava.
3. Čekáme na výchylku ručky, až se bude blížit úhlu nalétnutí směrníku. Následně točíme na žadání směrník. Míra předstihu pro točení záleží na úhlu nalétávání, větru a blízkosti NDB. Správný předstih vyžaduje zkušenosti a lze ho určit na základě rychlosti pohybu ručky.

Ve výše uvedeném případě tedy nalétáváme °pod úhlem 30° zprava a čekáme, až se bude ručka blížit hodnotě 30° vpravo (RB = 30°).

4. Následuje postup pro vyloučení snosu a let po směrníku stejným způsobem, jako v předchozích úlohách. [24]

---

<sup>3</sup> V případě nalétávání směrníku směrem od NDB točíme o tento úhel od ocasu ručky pryč.

### **3-c) Předpisová zatáčka 45°/180°**

#### **Úkol:**

Provádějte předpisové zatáčky 45°/180° na stanoveném směrníku NDB podle pokynů instruktora.

#### **Návod**

Jedná se o přesně stanovený manévr přivedení letadla na stejnou trať v opačném směru. Rychlostní omezení pro postupy reversal je v našem případě maximálně 140 kt (jedná se o letoun kategorie B), je tedy třeba nezapomenout zpomalit. V okamžiku přeletu stanoveného bodu, zároveň se zahájením zatáčky (uvedením náklonu), spustíte stopky a točte o 45° vlevo nebo vpravo<sup>4</sup>. Po uplynutí jedné minuty točte zatáčku opačného směru o 180°. Následuje naletění trati pod úhlem 45°, čekáme tedy, až se ručička ADF přiblíží na vzdálenost několika stupňů od značky 45° od podélné osy na ukazateli ADF. Následně točíme na trať, a poté vyloučíme snos větru. [15, 23]

---

<sup>4</sup> Pokud je předpisová zatáčka nazvána jako levá, točíme první zatáčku o 45° doleva od trati. Opačně je tomu pro pravou předpisovou zatáčku.

### **3-d) Předpisová zatáčka 80°/260°**

#### **Úkol:**

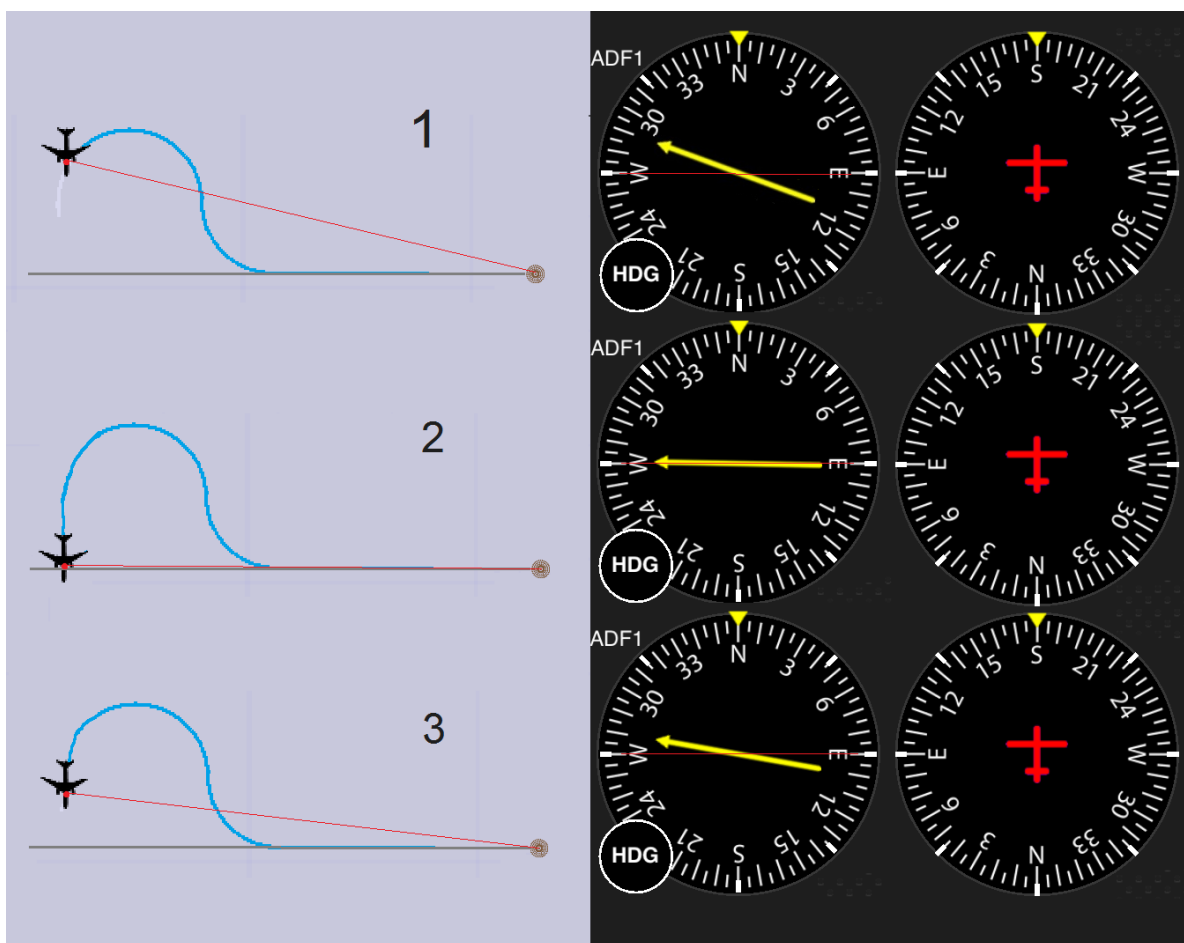
Provádějte předpisové zatáčky 80°/260° na stanoveném směrníku NDB podle pokynů instruktora. V průběhu zatáčky kontrolujte svou polohu podle ADF a snažte se zatáčku bez přerušení ukončit přesně na zamýšlené trati pomocí úprav rychlosti točení.

#### **Návod:**

Předpisová zatáčka 80°/260° nemá, na rozdíl od častějšího postupu 45°/180°, rovný úsek na kterém by se stopoval čas. [23] Po odletové části od NDB následuje zatáčka o 80°. V okamžiku minutí kurzu lišícího se od původního o 80° začínáme klonit na opačnou stranu a točíme o 260° až na trať opačného směru. Žádoucí je během zatáčky upravovat úhlovou rychlost točení tak, abychom skončili přesně na zamýšlené trati. Toho je možno dosáhnou pomocí kontroly polohy přenášením pohledu mezi ADF a směrovým setrvačником. To je možno provádět následujícím způsobem:

Během zatáčky myšlenkově přenášíme ručičku ADF na směrový setrvačník. Tak docílíme toho, že nemusíme v hlavě nic přepočítávat a hned určíme, na jakém jsme směrníku. V podstatě si takto myšlenkově vytvoříme ze dvou přístrojů jeden – složením ADF a SS vytvoříme RMI. K přesnému určení nám pomohou značky 90° a 45° na kompasových růžicích obou přístrojů. [24]

Pokud ručička ADF „předbíhá“ nalétávaný směr trati na SS, znamená to, že točíme správně anebo rychleji než je nutné (záleží na naší vzdálenosti od NDB a délce zatáčky, kterou je ještě potřeba točit). Pokud je ručička ADF naopak stejně anebo pozadu od směru trati na SS, trať už jsme přeletěli, je třeba přiosřít zatáčku a budeme muset opravovat zpět na trať (přetočit). Princip kontroly polohy během zatáčky je vidět na obrázcích A9 a A10 na následujících stránkách. [15]



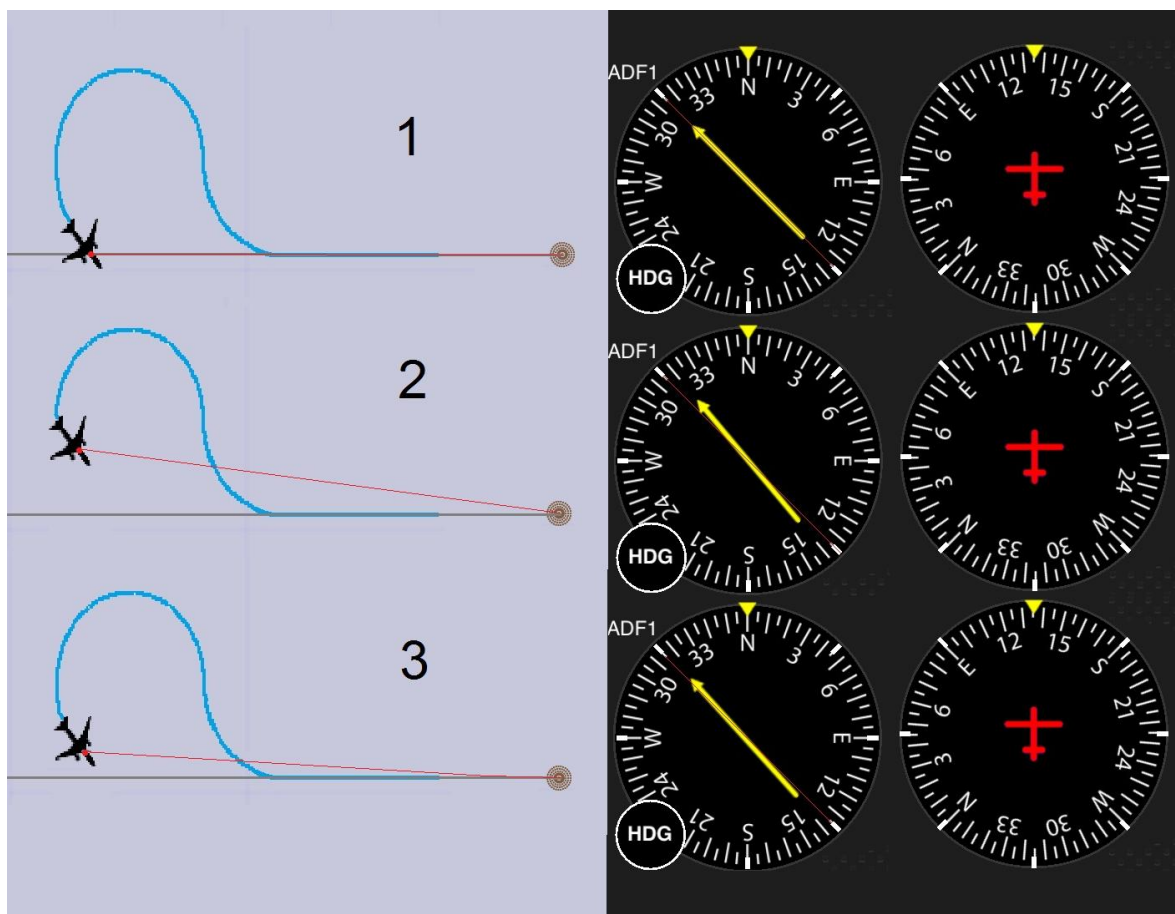
Obrázek A9: Kontrola polohy vůči směrníku po dosažení kurzu 90° vůči trati [22]

Pozice 1 značí stav, kde jsme s točením napřed oproti optimu. Ručka ADF je o 20° napřed směru trati na SS, můžeme tedy trochu snížit náklon.<sup>5</sup>

Pozice 2 značí stav příliš pomalého točení. Už jsme na správném směrníku, ale ještě nemáme dotočeno o 90°, trať tedy určitě přetočíme. Je potřeba zvýšit náklon a připravit se na nutnou opravu do opačného směru (přetočit kurz).

Obrázek 3 značí optimální indikaci polohy vzhledem k délce točené zatáčky. Takto bychom dotočili přesně na žádaném směrníku.

<sup>5</sup> Toto platí pouze v dané vzdálenosti od NDB. V tomto případě byla délka letu od NDB před zahájením předpisové zatáčky 2 minuty. V jiné vzdálenosti bude indikace jiná, platí ale stejný princip.



Obrázek A10: Kontrola polohy vůči směřníku po dosažení kurzu 45° vůči trati [22]

Obrázek A10 značí princip kontroly polohy při mýjení kurzu 45° od směru trati. Stav jedna značí přeletění trati (ručička už ukazuje pozici na směřníku 090°, avšak nemáme dotočeno), stav 2 nedoletění (příliš velký předstih ručky ADF vůči směru trati na SS), stav 3 je optimum.

## Část 4. Vstupy do vyčkávacího obrazce a vyčkávání

### Úkol:

Instruktor vám předá instrukce pro vyčkávání, které potvrdíte opakováním (podle pravidel letecké frazeologie). Zapište si vyčkávací bod, výšku, směr příletové trati a spočítejte směr odletové trati. Pokračujte na vyčkávací bod a v průběhu letu určete typ vstupu do obrazce pomocí metody palce. Ověřte správnost s instruktorem. Vstupte do obrazce a zaletěte jeden okruh ve vyčkávání. Snažte se přesně dodržovat trať, časy a výšku. Při nalétávání příletové trati použijte způsob kontroly polohy vysvětlený v předchozí úloze.

### Návod:

Pro vstup do vyčkávání existují tři možné postupy v závislosti na směru příletu nad vyčkávací bod. Je to vstup přímý, paralelní a boční. Tyto postupy, ani postup vyčkávání zde nebudu popisovat a doporučuji nastudovat v příslušné literatuře před létáním na simulátoru.<sup>6</sup>

Vzhledem k tomu, že pilot letící nemá vždy k dispozici obrázek vyčkávacího postupu a za letu mnohokrát není čas si situaci představit, natož nakreslit obrázek, popíši jednoduchou metodu, jak určit správný vstup do obrazce pouze využitím směrového setrvačnicku.

Hlavním předpokladem pro použití metody je let přímo k vyčkávacímu bodu, což nastává v naprosté většině případů. Metoda se nazývá POD, podle názvu vstupních sektorů (parallel, offset, direct). [13]

### Postup pro určení vstupu do vyčkávání:

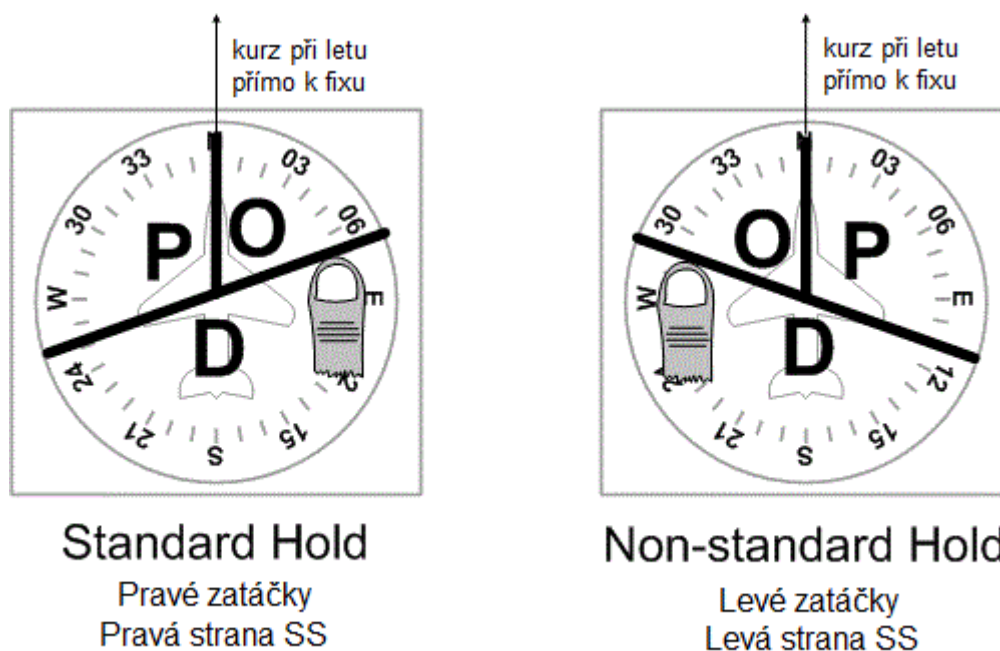
1. spočítat směr **odletové** trati. (příletová trať minus 180°)
2. podle směru zatáček přiložíme palec na směrový setrvačnick jako na obrázku A11 (kořen nehtu na značku 90° od podélné osy letounu):
  - a. pokud jsou zatáčky doprava (standardní obrazec), přikládáme palec na pravou stranu směrového setrvačnicku
  - b. pokud jsou zatáčky doleva, přikládáme palec na levou stranu SS

---

<sup>6</sup> Například předpis L8168, strana I-6-1-5



3. rozdělíme si setrvačnick (pomocí pomyslné přímky začínající na špičce palce jdoucí přes střed SS)<sup>7</sup> na tři sektory: na straně palce je vždy O (offset), naproti je P (parallel), největší sektor je D (direct)
4. určíme, do kterého sektoru spadá směr **odletové** trati, tento vstup zaletíme, tzn. při přeletu bodu bude činnost následující:
  - a. DIRECT – točíme rovnou na směr odletové trati
  - b. OFFSET – točíme odletovou trať minus 30° (standardní holding)
    - točíme odletovou trať plus 30° (holding se zatáčkami doleva)
  - c. PARALLEL – letíme odletovou trať 1 min, následuje zatáčka směrem do obrazce zpět na fix (pravý holding – levá zatáčka, levý holding – pravá zatáčka) [13]



Obrázek A11: Metoda palce [13]

<sup>7</sup> alternativně je možné si zapamatovat, že přímka začíná 20° nad značkou 90° od podélné osy letounu (palec nám pomůže přibližně určit směr bez odečítání, přechodové pásmo mezi sektory je  $\pm 5^\circ$ , kde můžeme zvolit typ vstupu, podle našeho uvážení)



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ V PRAZE

Fakulta dopravní

Ústav letecké dopravy



---

# **Výuka základů pilotáže podle přístrojů a radionavigace na simulátoru ÚLD**

Příloha k bakalářské práci:

**VÝUKA VYBRANÝCH ÚLOH PŘÍSTROJOVÉHO LÉTÁNÍ NA LETOVÉM  
SIMULÁTORU FD**

## **Část B: PŘÍRUČKA PRO INSTRUKTORA**

## Obsah

|                |   |            |
|----------------|---|------------|
| <b>Část 0.</b> | <b>Úvodní let za VMC .....</b>                                      | <b>B-2</b> |
| <b>Část 1.</b> | <b>Základní pilotáž podle přístrojů .....</b>                       | <b>B-2</b> |
| 1-a)           | Udržování přímočarého horizontálního letu .....                     | B-2        |
| 1-b)           | Změny rychlosti a konfigurace v přímočarém horizontálním letu ..... | B-4        |
| 1-c)           | Standardní přístrojová zatáčka a přechody do přímočarého letu ..... | B-4        |
| 1-d)           | Stoupání a přechody do horizontálního letu .....                    | B-6        |
| 1-e)           | Klesání a přechody do horizontálního letu .....                     | B-7        |
| 1-f)           | Přístrojové zatáčky během stoupání a klesání .....                  | B-7        |
| <b>Část 2.</b> | <b>Létání obrazců.....</b>  | <b>B-8</b> |
| <b>Část 3.</b> | <b>Základy radionavigace využitím ADF .....</b>                     | <b>B-8</b> |
| 3-a)           | Aktivní let po směrníku NDB .....                                   | B-8        |
| 3-b)           | Nalétávání směrníku NDB.....  | B-8        |
| 3-c)           | Předpisová zatáčka 45°/180.....                                     | B-9        |
| 3-d)           | Předpisová zatáčka 80°/260° .....                                   | B-9        |
| <b>Část 4.</b> | <b>Vstupy do vyčkávacího obrazce a vyčkávání .....</b>              | <b>B-9</b> |

## **Část 0. Úvodní let za VMC**

Spustíte simulátor podle návodu umístěného v učebně. Žák spustí motor podle checklistu. Následuje pojíždění a vzlet. Během letu si žák zkouší různé režimy letu a odezvu kormidel. Během činnosti je vhodné demonstrovat souvislost mezi indikací na UH a polohou letadla vůči skutečnému horizontu.

## **Část 1. Základní pilotáž podle přístrojů**

### ***1-a) Udržování přímočarého horizontálního letu***

Před započítáním úlohy nastaví instruktor meteorologické podmínky pro IMC tak, aby žák neměl žádné vizuální reference vůči zemi nebo skutečnému horizontu. Letadlo by mělo být v cestovní konfiguraci, vyvážené a s nastaveným režimem motoru pro cestovní let.

Nejrychlejším způsobem nastavení podmínek a konfigurace letounu je po spuštění simulátoru<sup>8</sup> nastartovat, vzlétnout, převést do cestovní konfigurace a stabilizovat (může provádět žák za VMC) a následně přesunout letoun do vhodné výšky a polohy pomocí instruktorského stanoviště a nastavit meteorologické podmínky

Žákovým úkolem v této úloze je udržet horizontální přímočarý let s referencí pouze na přístroje.

### **Časté chyby žáků v přímočarém horizontálním letu a jejich příčiny**

#### **Podélný sklon:**

1. Příliš velké opravy v porovnání s indikací výškoměru. Snaha co nejrychleji opravit vzniklou odchylku velkou změnou podélného sklonu vede k ještě větším chybám.
2. Pronásledování variometru. Žák si neuvědomí zpoždění v indikaci variometru a řídí podélný sklon pouze podle něj, což vede k oscilacím v podélném sklonu. Je potřeba správně přenášet pohled mezi přístroji a nefixovat se pouze na variometr, opravy dělat podle UH.

---

<sup>8</sup> Simulátor je nastaven tak, že se spouští vždy na ploše jih letiště Praha (LKPR) a s meteorologickými podmínkami pro let za viditelnosti.

3. Pozdní opravy. Pokud se pilotovi zdá, že odchylka od výšky není dost velká, aby potřebovala opravu, odchylky budou postupně stále větší a pilotáž nebude přesná. Pilot by měl opravovat všechny odchylky od žádaných parametrů.
4. Vynechávání přístrojů z prohlížení. Například při ztrátě rychlosti na rychloměru pilot automaticky potlačí bez reference na ostatní přístroje, protože si myslí, že příčinou je příliš velký podélný sklon. Při správné metodě prohlížení by zjistil, že skutečnou příčinou je nízký výkon motoru.
5. Fixace se na příslušné přístroje během oprav. Například při opravě kurzu pilot dlouze kouká na směrový setrvačnick, což povede velmi pravděpodobně k odchylce od podélného sklonu.
6. Chybné vyvažování. Vyvážení musí být využíváno k eliminaci řídicích sil, ne však k řízení podélného sklonu.

Kurz:

1. Nízká frekvence kontroly směrového setrvačnicku. Vznikají malé odchylky od žádaného kurzu, které se mění periodicky z jedné strany na druhou. Nejčastěji je směrový setrvačnick zanedbáván během změny podélného sklonu a nastavování výkonu.
2. Neopravování malých chyb. Pokud pilot toleruje malé odchylky, chyby se budou časem zvětšovat. Cílem vždy musí být řídit kurz na stupeň přesně.
3. Opravy příliš velkým náklonem. Pokud žák opravuje  $10^\circ$  odchylku  $20^\circ$  náklonem, žádaný kurz přetočí a bude opravovat v zápětí odchylku v opačném směru. [6]

### **1-b) Změny rychlosti a konfigurace v přímočarém horizontálním letu**

Výchozí poloha je v horizontálním přímočarém letu v cestovní konfiguraci za IMC. Úkolem žáka je měnit nejprve rychlost podle vašich instrukcí. Ve chvíli kdy je žák schopen měnit rychlost bez velkých změn výšky a kurzu, přidejte pokyny pro změny konfigurace.

Tato úloha slouží ke zdokonalení žáka při udržování horizontálního přímočarého letu. Potřeba měnit podélný sklon pro udržení horizontálního letu v důsledku změn rychlosti nebo konfigurace činí problém o něco náročnějším. Chyby žáků však plynou ze stejných příčin, jako je zmíněno v předchozí úloze.

### **1-c) Standardní přístrojová zatáčka a přechody do přímočarého letu**

Vhodným počátečním způsobem, jakým se dá procvičovat zatáčení do stanovených kurzů, je radarové vektorování. Instruktor dává žákovi instrukce stejnou formou, jakou probíhá radarové vektorování prostřednictvím ATC. Žák je předepsanou formou potvrzuje. Příklad:

*Instruktor: OLD, turn right heading 180*

*Žák: Right heading 180, OLD*

Během úlohy se klade postupně větší důraz na přesnost a koordinovanost pilotáže, vhodná míra předstihu a přesnost při vyvedení ze zatáčky do stanoveného kurzu a minimální změna výšky (během uvedení, zatáčení a vyvedení i během přímočarého letu).

Je vhodné trvat na tom, aby si před zahájením každého točení žák nastavil „heading bug“ do stanoveného kurzu a to tak, aby s ním otáčel vždy ve směru točení. Tímto lze zabránit nechtěnému přetočení kurzu a chybnému zapamatování si instrukce.

#### **Časté chyby žáků v zatáčkách a jejich příčiny:**

1. Fixace na indikaci náklonu na UH při uvádění do zatáčky. Plynulé uvedení náklonu trvá přibližně 5 sekund. Pokud se pilot naučí měnit náklon stále stejnou rychlostí, dobu potřebnou na uvedení náklonu může odhadnout na základě cviku a částečně uvolněnou kapacitu věnovat také ostatním přístrojům. Pilot tak získá větší kontrolu nad letadlem.
2. Ztráta výšky při uvedení a dále nabírání výšky při vyvedení náklonu je důsledkem špatného pochopení, případně aplikování faktu, že je potřeba měnit podélný sklon v závislosti na změně vztlaku při náklonu.

3. Opakem předchozího problému je vědomá změna podélného sklonu dřívě, než je nutné. Příčinou je mechanické aplikování sil na řídicí páky a pomalé přenášení pozornosti mezi přístroji v nepoměru s příliš velkou rychlostí změny náklonu.
4. Často se objevuje problém s udržováním správného úhlu náklonu odpovídajícího standardní přístrojové zatáčce. Ten se mění v závislosti na pravé vzdušné rychlosti (TAS). Chyby v důsledku příliš malého/velkého náklonu můžeme snížit zvýšením frekvence prohlížení mezi indikací náklonu na UH a zatáčkoměrem.
5. Nedostatečné používání vyvážení. To vede k příliš velké zátěži na pozornost, protože je téměř nemožné udržet stále stejnou sílu na kormidlech bez věnování zvýšené pozornosti přístrojům. Časté a přesné vyvažování značně zvyšuje pilotovu zálohu pozornosti, kterou může věnovat dalším činnostem.
6. Další chyby, zejména v udržování výšky plynou z nedostatečné rychlosti přenášení pozornosti mezi přístroji a fixace na zatáčkoměr. To je ale obecně nejčastější chyba v létání podle přístrojů: student věnuje příliš velkou pozornost úkolu, který mu připadá v dané chvíli nejdůležitější (v tomto případě udržovat správný údaj na zatáčkoměru) a zapomíná sledovat ostatní přístroje. Důraz na dodržování principu radiální selektivní metody pozorování a zvýšení rychlosti sledování by měl značně zvýšit přesnost pilotáže. [6]

### **1-d) Stoupání a přechody do horizontálního letu**

Žák začíná úlohu po stabilizaci v horizontálním letu. Dávejte instrukce ve stejné formě, jako ATC při povolení do letové hladiny tak, aby žák vždy chvíli stoupal a následně převedl letoun do horizontálního letu, nastavil režim motoru a vyvážil. Poté zase „povolte“ další stoupání. Je třeba se zaměřit hlavně na přesné dodržení rychlosti během stoupání a vyvedení na stanovené hladině přesně.

#### **Časté chyby žáků ve stoupání a jejich příčiny:**

1. Příliš rychlá a velká změna podélného sklonu při uvádění do stoupání. Vede v zápětí k nutné opravě v opačném směru. K tomu nedojde, pokud student provádí změny pomalu. Pomalé změny podélného sklonu jsou snadnější uřídit.
2. Neudržení nového podélného sklonu. Například po uvedení do stoupání nebo klesání. Chyba plyne z nedostatečného prohlížení umělého horizontu nebo nedostatečného vyvažování.
3. Nesprávná koordinace změny podélného sklonu a výkonu motoru během přechodu do horizontálního letu. Plyne z nedostatečného prohlížení rychloměru a výškoměru.
4. Pronásledování variometru bez reference na další přístroje pro kontrolu podélného sklonu, zejména umělého horizontu. Vede k neustálým opravám podélného sklonu.
5. Špatné určení předstihu pro přechod do horizontálního letu na dané hladině. Vede k přestoupání nebo k pomalému dostoupávání do hladiny. [6]



### **1-e) Klesání a přechody do horizontálního letu**

Žák začíná úlohu po stabilizaci v horizontálním letu. Dávejte instrukce ve stejné formě, jako ATC při povolení klesání z letové hladiny tak, aby žák vždy chvíli klesal a následně převedl letoun do horizontálního letu, nastavil režim motoru a vyvážil. Poté zase „povolte“ další klesání. Je třeba se zaměřit hlavně na přesné dodržení vertikální rychlosti klesání a vyvedení na stanovené hladině přesně.

#### **Časté chyby žáku v klesání a jejich příčiny:**

Platí stejné chyby a příčiny jako při stoupání. Vedle nich se objevuje také vyplavání po přechodu do horizontálního letu. Žák nechá během přidávání výkonu na cestovní režim stejný podélný sklon a letadlo začíná stoupat. Většina chyb plyne z nedostatečné rychlosti sledování přístrojů během přechodu do horizontálního letu.

### **1-f) Přístrojové zatáčky během stoupání a klesání**

Úloha přímo navazuje na předchozí úlohy „Stoupání“ a „Klesání“. Dávejte instrukce pro stoupání nebo klesání a během žákova stoupání/klesání přidávejte instrukce pro točení formou vektorování (jako při nácvičku zatáček. Ze začátku volte instrukce tak, aby nedocházelo ke kombinaci přechodu z a do horizontálního letu zároveň s uváděním do a ze zatáčky. Opět postupně, jak se pilot zlepšuje, je vhodné úkoly žákovi přitěžovat nutností spojovat vícero činností najednou. Chyby plynou ze stejných příčin, jako při samotných zatáčkách nebo stoupání a klesání.

## **Část 2. Létání obrazců**

Žák by měl zaletět obrazce podle zadání. Během letu monitorujte se žákem přístroje a poznamenejte si jeho chyby. Následuje zhodnocení na záznamu z letu. Příklad zhodnocení letu je uveden v bakalářské práci, strana 40. Výsledek odpovídá anebo neodpovídá zadání podle žakových chyb. Ukažte žákovi jeho chyby pomocí záznamu a zhodnoťte jejich příčiny. Na záznamu je dobře vidět dodržování kurzů, výšek a rychlosti točení (stálý poloměr zatáček). Porovnáním se svými poznámkami můžete určit i chyby v rychlosti letu nebo v měření času.

## **Část 3. Základy radionavigace využitím ADF**

### ***3-a) Aktivní let po směrníku NDB***

V této je důležité především žákovo pochopení principu aktivního letu po směrníku NDB. Princip je vysvětlen pomocí obrázků v příručce pro žáka. Je tedy nutné nastavit meteorologické podmínky s bočním větrem tak, aby se žák naučil vylučovat snos větru. Podle toho volte i směrník, který má žák udržovat. Na začátek je vhodná boční složka větru přibližně 20 kt. Pro demonstraci principu je vhodné nejdříve využít autopilota v módu udržování kurzu (HDG) a výšky (ALT). Žák podle potřeby mění pouze kurz letounu. Autopilot je schopen dodržovat kurz přesně a efekt větru bude hned patrný. Předvedte takto let po směrníku k radiomajáku NDB a následně od radiomajáku NDB. Po této ukázce přechází žák na ruční řízení. V průběhu úlohy měňte i směr a sílu větru.

### ***3-b) Nalétávání směrníku NDB***

Opět je důležité nejdřív žákovo pochopení principu. Proto, jako v předchozí úloze, je vhodné začít s autopilotem a následně přejít na ruční řízení. Dávejte žákovi instrukce, který směrník má naletět. Volte oba případy: nejprve nalétávání směrníků směrem k zařízení, následně směrem od zařízení pod různými úhly. Nalétávání je vhodné dělat v různých vzdálenostech od NDB (různé chování ručky), ale žák by měl vždy vědět, jak daleko od NDB je, aby si na chování ručky ADF zvykl. Student by se měl naučit tímto způsobem orientovat v prostoru. Pokud je to pro něj ze začátku těžké, situaci kreslete na papír nebo na tabuli.

### **3-c) Předpisová zatáčka 45°/180**

Nejprve si ověřte, že žák zná teorii pro tento postup. Během této úlohy se kromě postupu procvičuje i let od NDB, nalétávání směrníku pod úhlem 45° a let k NDB. Předvedte žákovi vliv větru a vysvětlete způsoby vylučování snosu.

### **3-d) Předpisová zatáčka 80°/260°**

Opět je nutné nejprve znát teorii. Kromě letu po směrníku od NDB a k NDB je do této úlohy zařazen a vysvětlen postup pro kontrolu polohy v zatáčce a způsob úpravy zatáčky pro přesné vyvedení ze zatáčky na požadovaném směrníku. Pro demonstraci tohoto principu je vhodné během zatáčky v daných pozicích simulaci zastavit a vysvětlit princip kontroly polohy. Následně se provádí zatáčky celé a přesnost je možné ověřit na záznamu letu.

## **Část 4. Vstupy do vyčkávacího obrazce a vyčkávání**

Tato část slouží pro zdokonalení radionavigace podle ADF a je vysvětlen způsob pro určení vhodného vstupu do obrazce využitím směrového setrvačnicku. Tento způsob je však nutné se naučit přesně a to je nejlépe možné procvičením.

Nejprve je nutné, aby žák znal a pamatoval si postupy pro jednotlivé vstupy a let v obrazci. Poté je vhodné zaletět pouze obrazec samotný pro ukázkou činnosti během letu v obrazci. Následuje procvičení „metody palce“. Umístěte letoun do náhodné pozice vůči NDB a vymyslete instrukci pro vyčkávání (směr zatáček a příletová trať). Nechte žáka určit vstup podle výše zmíněné metody. Toto ověřte nákresem horizontální situace na papír nebo na tabuli. Je možné procvičovat tuto úlohu se dvěma žáky fungujícími jako posádka. Vaše funkce bude vymyslet instrukci pro vyčkávání. Žák s funkcí pilota letícího určuje vstup pomocí metody palce. Žák s funkcí pilota monitorujícího si situaci nakreslí a určí postup pro vstup tímto způsobem. Vzájemně si ověří, že došli ke stejnému výsledku.

Při výuce dvou žáků je letoun řízen „ručně“ pilotem letícím. Pokud je vyučován pouze jeden žák, je vhodné zpočátku využít autopilota. Úlohu procvičujte nejprve bez větru a následně s vlivem větru.