



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

LETECKÝ ÚSTAV

INSTITUTE OF AEROSPACE ENGINEERING

**CÍLE A POSTUPY VÝCHOVY SPECIALISTŮ
PROVOZU LETECKÉ ZABEZPEČOVACÍ TECHNIKY**

OBJECTIVES AND PROCEDURES OF EDUCATION OF AERONAUTIC TECHNOLOGY EXPERTS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jan Kovář

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Slavomír Vosecký, CSc.

BRNO 2024

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Letecký ústav
Student:	Bc. Jan Kovář
Studijní program:	Letecká a kosmická technika
Studijní obor:	Technologie provozu letadlové a letištní techniky
Vedoucí práce:	doc. Ing. Slavomír Vosecký, CSc.
Akademický rok:	2023/24

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

Cíle a postupy výchovy specialistů provozu letecké zabezpečovací techniky

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Analyzovat obsahy specializovaných předmětů stávajícího studijního programu. Doporučit případné úpravy obsahů a forem studia předmětů DLG, DRN, ERN, OLN a OZL. Doporučit úpravy rozsahů a způsobů výuky předmětů OLN a OZL na LÚ/FSI/VUT v Brně.

Cíle bakalářské práce:

Definovat cíle výuky v předmětech DLG, DRN, ERN.

Definovat cíle výuky v předmětech OLN a OZL.

Navrhnout případné změny obsahů (karet) a forem výuky předmětů DLG, DRN, ERN, OLN a OZL.

Definovat případné nové (zatím do výuky těchto předmětů nezahrnuté) znalosti, které je třeba v budoucí výuce doplnit.

Seznam doporučené literatury:

Karty předmětů DLG, DRN, ERN, OLN a OZL (z databáze LÚ).

Obsahy přednášek a cvičení předmětů OLN a OZL.

Přehled metod, současně používaných v oblasti ŘLP.

Doporučení EASA a ICAO v oblasti ŘLP pro nejbližší období rozvoje letecké navigační techniky.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2023/24

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Jaroslav Juračka, Ph.D

ředitel ústavu

doc. Ing. Jiří Hlinka, Ph.D.

děkan fakulty

Abstrakt

Tato diplomová práce se soustředí na analýzu specializovaných předmětů pro specialisty provozu letecké zabezpečovací techniky na Leteckém ústavu v Brně. Analyzuje požadavky na výstupní profil ideálního specialisty a zkoumá změny v odborných předmětech DLG, DRN, ERN, OLN a OZL, které přináší dynamický vývoj v oblasti leteckého provozu.

Abstract

This master thesis focuses on the analysis of specialized courses for specialists in the operation of air traffic control technology at the Brno Aviation Institute. It analyses the requirements for the output profile of the ideal specialist and examines the changes in the specialist subjects DLG, DRN, ERN, OLN and OZL brought about by the dynamic developments in the field of air traffic operations.

Klíčová slova

Zabezpečovací technika, specialista, výcvik, předměty, studium, navigace, radionavigace

Keywords

Aeronautic technology, specialist, training, subjects, study, navigation, radionavigation

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce doc. Ing. Slavomíra Voseckého, CSc., a s použitím odborné literatury uvedené v části Seznam použitých zdrojů.

V Brně dne 25. května 2024

.....
Jan Kovář

Bibliografická citace

KOVÁŘ, Jan. *Cíle a postupy výchovy specialistů provozu letecké zabezpečovací techniky*. Brno, 2024. Dostupné také z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/158768>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Letecký ústav. Vedoucí práce Slavomír Vosecký.

Poděkování

Chci poděkovat panu doc. Ing. Slavomíru Voseckém, CSc. za ochotný přístup, věcné připomínky a především vedení mé diplomové práce. Dále děkuji panu Ing. Petru Dvořákovi – vedoucímu instruktorovi pro výcvik ATSEP za čas, který mi věnoval, a za poznatky, s jimiž se se mnou profesionálním a přátelským přístupem podělil. V neposlední řadě děkuji své matce JUDr. Daniele Kovářové za pomoc při stylistické úpravě diplomové práce.

Obsah

Úvod	11
1. Historický a současný vývoj letectví.....	12
1.1. Historie letectví a jeho význam	12
1.2. Současný vývoj v letectví a jeho dopad na potřeby vzdělávání specialistů	12
1.2.1. Pokročilé systémy řízení letového provozu	13
1.2.2. Integrace bezpilotních systémů (UAS)	13
1.2.3. Vylepšená navigace a přesné přístupy	14
1.3. Shrnutí	14
2. Vzdělávací postupy v letecké zabezpečovací technice	15
2.1. Význam specializovaného vzdělání v letectví.....	15
Technologický pokrok ve vzdělávání	17
2.2. Cíle a standardy školení	18
2.3. Struktura vzdělávacího procesu a jeho postupy	19
2.3.1. Co je to výuka?.....	19
2.3.2. Struktura programu a návrh učebních osnov.....	20
2.3.3. Metodiky výuky a strategie učení	20
2.3.4. Hodnocení strategie a výkonu	21
2.4. Pedagogické vlastnosti specialisty provozu letecké zabezpečovací techniky.....	22
2.4.1. Styl výuky	22
2.4.2. Dynamické vlastnosti	25
2.4.3. Komunikace	26
2.4.4. Týmová práce a Decision-making.....	27
2.4.5. Analytické schopnosti	28
2.4.6. Praktické dovednosti	29
3. Výcvik specialistů	31
3.1. Základní principy výcviku	31
Relevance a souvislosti	31
Progresivní učení.....	31
Aktivní učení a praktická aplikace	31
Společné učení a týmová práce	32
3.2. Metodiky a techniky výcviku	32
3.2.1. Výcvik založený na simulaci.....	32
3.2.2. Výcvik ve virtuální realitě (VR).....	32

3.2.3.	Výuka založená na scénářích	33
3.2.4.	Výcvik založený na kompetencích.....	33
3.2.5.	Mobilní vzdělávání a mikrolearning	33
4.	Poznátky o školení a kvalifikačním rámci: Konzultace s vedoucími instruktory pro specialisty ATSEP	35
4.1.	Průběh výcviku.....	35
4.1.1.	Výběrové řízení	35
4.1.2.	Vstupní výcvik	36
4.1.3.	Typový výcvik.....	36
4.1.4.	Kvalifikace L1	36
4.1.5.	Kvalifikace L2.....	37
4.1.6.	Administrátor	37
4.2.	Udržení kvalifikace	37
4.3.	Pracoviště ATM systémů.....	38
4.3.1.	Technický supervizor (SV).....	38
4.3.2.	Technický dohled (TD)	38
4.3.3.	Technická obsluha (TO)	39
4.3.4.	Technická údržba (TÚ).....	39
4.3.5.	Technický administrátor (TA)	39
4.3.6.	Provozní administrátor (PA).....	39
4.3.7.	Metodický administrátor (MA)	40
4.3.8.	Bezpečnostní administrátor (BA).....	40
5.	Předměty a znalosti nezbytné pro specialisty.....	42
5.1.	Obecné předměty a znalosti nezbytné pro specialisty letecké zabezpečovací techniky	42
5.2.	Předměty vyučované na Vysokém učení technickém v Brně.....	44
5.3.	DLG – Obecná navigace	45
5.3.1.	Téma 1: Galaxie, Sluneční soustava a planeta Země	46
5.3.2.	Téma 2: Čas, směry, úhly a vzdálenosti	47
5.3.3.	Téma 3: Magnetismus Země, letecké kompas s přímou a nepřímou indikací.....	48
5.3.4.	Téma 5, 6, 7 a 8: Mapy – Mercatorova projekce, polární stereografická projekce, Lambertova projekce a zakreslování letových tratí do map	48
5.3.5.	Téma 9 a 10: Navigace výpočtem a tlaková navigace	49
5.3.6.	Téma 11: Struktura FMS	51
5.3.7.	Téma 12: Struktura a funkce INS/IRS	51

5.4.	DRN – Radionavigace I	52
5.4.1.	Téma 1: Úvod a základy radiotechniky.....	53
5.4.2.	Téma 2 a 3: Šíření elektromagnetických vln v atmosféře Země a Dopplerův jev 54	
5.4.3.	Téma 4: VDF.....	54
5.4.4.	Téma 5: NDB a ADF.....	55
5.4.5.	Téma 6: VOR a DVOR	55
5.4.6.	Téma 7: ILS.....	56
5.4.7.	Téma 8: MLS	56
5.4.8.	Téma 9: Základy radiolokace a druhy radarů.....	56
5.4.9.	Téma 10: Letecké primární přehledové radary	57
5.4.10.	Téma 11: AWR.....	57
5.4.11.	Téma 12: Pasivní radary.....	57
5.5.	ERN – Radionavigace II	58
5.5.1.	Téma 1: Úvod a opakování kurzu DRN.....	59
5.5.2.	Téma 2: SSR.....	59
5.5.3.	Téma 3: DME.....	59
5.5.4.	Téma 4: RNAV	60
5.5.5.	Téma 5: EFIS	60
5.5.6.	Téma 6: GNSS	60
5.5.7.	Téma 7 a 8: GPS.....	61
5.5.8.	Téma 9 a 10: WAAS a LAAS	61
5.5.9.	Téma 11: Systémy daleké navigace – LORAN-C a DECCA	62
5.5.10.	Téma 12: ADS/ADS-B.....	62
5.6.	OLN – Letecká navigační technika.....	62
5.6.1.	Téma 1: Úvod, Galaxie, Sluneční soustava a Země.....	63
5.6.2.	Téma 2: Navigační veličiny	63
5.6.3.	Téma 3: Souřadnicové systémy používané v letecké navigaci	64
5.6.4.	Téma 4 a 5: Mapy pro leteckou navigaci a tratě letů	64
5.6.5.	Téma 6 a 7: Letecká navigační zařízení, systémy, prostředky a poloha letadla.....	64
5.6.6.	Téma 8: Měření navigačních veličin a chyby měření	64
5.6.7.	Téma 9: Navigace výpočtem, INS, Tlaková navigace a RVSM	65
5.6.8.	Téma 10: Současné metody navigace letadel – RNAV a PBN	65
5.6.9.	Téma 11: FMS.....	65
5.6.10.	Téma 12: Komunikace v letecké navigaci	65

5.7.	OZL – Zabezpečovací letecká technika	66
5.7.1.	Téma 1: Úvod, základy radiotechniky a rádiové kmitočty	67
5.7.2.	Téma 2: VDF, ADF/NDB a VOR/DVOR	67
5.7.3.	Téma 3 a 4: ILS a MLS	67
5.7.4.	Téma 5: Radarová pozemní a palubní technika	67
5.7.5.	Téma 6: DME a TCAS/ACAS	67
5.7.6.	Téma 7: Navigace na velké vzdálenosti – LORAN-C, DECCA a VERA	67
5.7.7.	Téma 8: GPS a DGPS	68
5.7.8.	Téma 9: Evropská koncepce sledování letového provozu	68
5.7.9.	Téma 10: Moderní komunikace – hlas, data (VDL, ATN, CIDIN).....	68
5.7.10.	Téma 11: Koncepce budoucích systémů CNS/ATM, FANS, FEATS	68
5.7.11.	Téma 12: Automatizované systémy letového provozu.....	69
6.	Návrh změn karet předmětů	70
6.1.	Změny v kurzu DLG	70
6.1.1.	Odebrané znalosti ve výuce DLG	70
6.1.2.	Přidané znalosti do výuky DLG	71
6.2.	Změny v kurzu DRN	72
6.2.1.	Odebrané znalosti ve výuce DRN	72
6.2.2.	Přidané znalosti do výuky DRN.....	73
6.3.	Změny v kurzu ERN	74
6.3.1.	Odebrané znalosti ve výuce ERN.....	74
6.3.2.	Přidané znalosti do výuky ERN	75
6.4.	Změny v kurzu OLN	75
6.4.1.	Odebrané znalosti ve výuce OLN	76
6.4.2.	Přidané znalosti do výuky OLN	76
6.5.	Změny v kurzu OZL.....	76
6.5.1.	Odebrané znalosti ve výuce OZL.....	77
6.5.2.	Přidané znalosti do výuky OZL	77
7.	Závěr.....	78
	Seznam použitých zdrojů	80
	Seznam použitých zkratk a symbolů	83
	Seznam obrázků a tabulek.....	88

Úvod

Na pozadí dynamického vývoje v letectví, který se vyznačuje rychlým technologickým pokrokem a vývojem provozních paradigmat, si tato práce klade za cíl komplexně prozkoumat a analyzovat současný vývoj letectví s hlavním zaměřením na výcvik specialistů v oblasti letecké zabezpečovací techniky. Primární cíle tohoto výzkumného úsilí jsou mnohostranné.

Za prvé se snaží prozkoumat nejnovější technologický, provozní a regulační pokrok v leteckém průmyslu, který zahrnuje oblasti, jako jsou například navigační systémy či řízení letového provozu. Cílem tohoto zkoumání je objasnit složitou souhru mezi tímto vývojem a jeho dopadem na protokoly a postupy v oblasti zabezpečovací techniky.

Klíčovým aspektem práce je posouzení vyvíjejících se potřeb odborné přípravy specialistů letecké zabezpečovací techniky v reakci na dynamický vývoj letectví. Výzkum se bude zabývat měnícími se soubory dovedností, kompetencí a znalostí oblastí, kterými musí specialisté v současnosti disponovat, aby se dokázali orientovat ve složitých podmínkách zajišťování bezpečnosti v současném leteckém provozu.

Dále se práce snaží vytvořit komplexní profil ideálního specialisty provozu letecké zabezpečovací techniky, který objasní klíčové vlastnosti, jako jsou pedagogické vlastnosti, kvalifikace a zkušenosti, jež jsou nezbytné pro osoby pověřené kritickým úkolem zvyšování bezpečnosti v oblasti letectví.

V souladu se zastřešujícími cíli studie rovněž určí oblasti odborné způsobilosti, které jsou pro specialisty zásadní. To zahrnuje důkladné zkoumání multidisciplinárních aspektů zahrnujících technické, regulační a lidské faktory, které přispívají ke komplexnímu souboru dovedností potřebných pro účinné řízení bezpečnosti v letectví.

Význam této studie přesahuje rámec akademického zkoumání, neboť jejím cílem je poskytnout praktické poznatky vzdělávacím institucím, leteckým organizacím a tvůrcům politik, kteří se podílejí na vzdělávání a rozvoji odborníků určených k zajištění nejvyšších standardů bezpečnosti leteckého provozu. Následující kapitoly se budou systematicky zabývat každým z těchto cílů a nabídnou komplexní pochopení složitého vztahu mezi současným vývojem v letectví a vyvíjejícími se potřebami odborné přípravy specialistů provozu letecké zabezpečovací techniky.

1. Historický a současný vývoj letectví

1.1. Historie letectví a jeho význam

Historii letectví neseme v sobě jako fascinující příběh pokroku a odvahy, zvláště pro odborníky provozující leteckou zabezpečovací techniku. Počínaje prvním pilotovaným letem bratří Wrightů (obr. 1) v roce 1903 se letectví stalo klíčovým prvkem globalizace a moderního světa.



Obrázek 1: Letoun bratří Wrightů - Flyer I [19][19]

Pro specialisty provozující leteckou zabezpečovací techniku znamená tato historie neustálý posun hranic technologie a bezpečnostních standardů. Odborníci v oblasti letecké zabezpečovací techniky jsou klíčovým prvkem v zajištění bezpečnosti letů a údržby letadel. Jejich role zahrnuje monitorování a údržbu leteckých systémů, diagnostiku potenciálních problémů a zajištění, že všechny technické aspekty jsou v souladu s nejnovějšími standardy a předpisy.

Historický vývoj letectví nejenže ovlivnil technologické pokroky, ale také formoval postavení specialistů provozu letecké zabezpečovací techniky. Jejich práce se stala neodmyslitelnou součástí leteckého průmyslu, v němž je každý pokrok v konstrukci a technologii třeba doprovázet odpovídajícím rozvojem dovedností a znalostí odborníků. 81[19]

1.2. Současný vývoj v letectví a jeho dopad na potřeby vzdělávání specialistů

Oblast letecké navigace prochází významnými změnami, které jsou způsobeny technologickým pokrokem, vyvíjejícími se strategiemi řízení vzdušného prostoru a rostoucí složitostí globálního leteckého provozu. Tato kapitola se zabývá současným vývojem v letectví a posuzuje jeho

dopady na požadavky na výcvik specialistů v oblasti letecké navigace. Vzhledem k tomu, že letecký průmysl zavádí nové technologie a provozní metodiky, je nezbytné přizpůsobit soubor dovedností specialistů na leteckou navigaci požadavkům toho dynamického prostředí.

1.2.1. Pokročilé systémy řízení letového provozu

Přehledové technologie nové generace

Zavedení pokročilých přehledových technologií, jako je ADS-B¹ a multilaterace, mění způsob monitorování letového provozu. Specialisté na leteckou navigaci musí získat odborné znalosti v oblasti správy a interpretace údajů z těchto systémů, což zajistí přesné a účinné řízení letového provozu.

Kooperativní řízení letového provozu (ATM²)

Do popředí se dostávají koncepce kolaborativního ATM, které kladou důraz na lepší koordinaci mezi poskytovateli letových navigačních služeb. Specialisté musí být vyškoleni v oblasti společného rozhodování, protokolů pro sdílení dat a integrace různých systémů ATM s cílem optimalizovat využití vzdušného prostoru.

1.2.2. Integrace bezpilotních systémů (UAS³)

Řízení provozu UAS

Rozšiřování bezpilotních leteckých systémů přináší nové výzvy v oblasti řízení vzdušného prostoru. Specialisté na leteckou navigaci musí absolvovat výcvik, aby porozuměli systémům UTM⁴, zjistili a zmírnili potenciální konflikty mezi pilotovanými a bezpilotními letadly a zajistili bezpečnou integraci UAS do řízeného vzdušného prostoru. [28]

Předpisy a dodržování předpisů v oblasti UAS

Vyvíjející se regulační rámec pro provoz UAS vyžaduje neustálé vzdělávání specialistů na leteckou navigaci. Pochopení právních aspektů, bezpečnostních hledisek a postupů řízení

¹ Přehledová technika, která spočívá v tom, že letadlo nebo letištní vozidla vysílají svou identitu, polohu a další informace získané z palubních systémů (GNSS atd.).

² ATM se rozumí souhrn palubních a pozemních funkcí (letové provozní služby, uspořádání vzdušného prostoru a uspořádání toku letového provozu potřebných k zajištění bezpečného a efektivního pohybu letadel ve všech fázích provozu).

³ Bepilotní letadlo a vybavení nezbytné pro bezpečný a efektivní provoz tohoto letadla.

⁴ Ekosystém pro neřízený provoz, který je oddělený od systému řízení letového provozu (ATM), ale doplňuje jej.

letového provozu specifických pro bezpilotní systému je pro efektivní řízení vzdušného prostoru zásadní. [28]

1.2.3. Vylepšená navigace a přesné přístupy

Performance – Based Navigation (PBN⁵)

Přechod na navigaci založenou na výkonnosti vyžaduje, aby se specialisté na leteckou navigaci přizpůsobili novým navigačním specifikacím. Výcvikové programy by měly zahrnovat principy PBN, RNAV⁶ a RNP⁷ s cílem optimalizovat trajektorie letadel a snížit závislost na pozemních navigačních prostředcích.

Provoz v režimu nepřetržitého klesání (CDO⁸)

Zavedení provozu s plynulým klesání zvyšuje palivovou účinnost a snižuje dopad na životní prostředí. Specialisté potřebují výcvik k provádění postupů CDO, optimalizace klesání letadel a zlepšení celkové efektivity vzdušného prostoru.[18]

1.3. Shrnutí

Pokračující vývoj v letectví vyžaduje proaktivní přístup k odborné přípravě specialistů na leteckou navigaci. Tato kapitola nastínila klíčové oblasti transformace v této oblasti a zdůraznila potřebu komplexních a adaptivních výcvikových programů. Vzhledem k tomu, že se letecká navigace nadále vyvíjí, bude efektivita při bezpečném a účinném řízení vzdušného prostoru záviset na jejich schopnosti držet krok s technologickým pokrokem a provozními změnami prostřednictvím neustálého vzdělávání a rozvoje dovedností.

⁵ Moderní koncept letecké navigace, který umožňuje letadlům navigovat na základě jejich vlastních výkonových schopností a přesně definovaných navigačních požadavků.

⁶ Navigační metoda, která umožňuje trasu v rámci určené oblasti pomocí satelitních systémů, jako je GPS, bez nutnosti spoléhat se na pozemní navigační body.

⁷ Míra přesnosti navigace, kterou musí letadlo dosáhnout při sledování určité trasy, zajišťující, že zůstane v definovaném prostoru s přesností odpovídající daným požadavkům.

⁸ Provozní postup, který umožňuje letadlům provádět nepřerušovaný stoupavý nebo klesací let, minimalizující zbytečné manévrování a optimalizující palivovou efektivitu.

2. Vzdělávací postupy v letecké zabezpečovací technice

Letecká navigační technologie je základním kamenem moderního letectví, protože usnadňuje bezpečný a efektivní pohyb letadel ve složitých systémech vzdušného prostoru. V době, která se vyznačuje rychlým technologickým pokrokem a vyvíjejícími se regulačními podmínkami, hraje specializované vzdělávání v oblasti letecké navigační techniky klíčovou roli při vybavování leteckých odborníků znalostmi, dovednostmi a kompetencemi nezbytnými pro přesnou a bezpečnou navigaci letadel. Tato kapitola se zabývá vzdělávacími postupy, které jsou nedílnou součástí oboru letecké zabezpečovací techniky, a zkoumá význam specializovaného vzdělávání, strukturu vzdělávacího procesu a pedagogické charakteristiky nezbytné pro bezpečnou a efektivní navigaci po obloze.

Navigace v dynamických a propojených systémech vzdušného prostoru dnešního leteckého prostředí vyžaduje mnohostranný přístup zahrnující teoretické znalosti, praktické dovednosti a aplikaci v reálném světě. Specializované vzdělání v oblasti letecké navigační techniky proto slouží jako základ pro zajištění bezpečnosti, efektivity a dodržování právních předpisů při leteckém provozu na celém světě. Díky tomu, že se studenti seznámí s komplexním učebním plánem přizpůsobeným složitostem moderních navigačních systémů, připravují vzdělávací programy začínající letecké odborníky na to, aby se s jistotou a přesností vypořádali s různými výzvami.

2.1. Význam specializovaného vzdělání v letectví

Pro podporu trvalého rozvoje kariéry v oblasti letectví je nezbytné, aby průmysl a nadšenci z tohoto odvětví vyvíjeli, poskytovali a udržovali vzdělávací aktivity zaměřené na studenty od mateřských škol až po střední školy, a dokonce i mimo ně. Data naznačují, že zapojení studentů do leteckého průmyslu se rozvíjí již v raném věku prostřednictvím aktivního a záměrného ovlivňování. To může zahrnovat návštěvy leteckých přehlídek, muzeí a táborů.

Jak je uvedeno na webových stránkách FAA⁹, Aviation and Space Education (AVSED¹⁰) založil program STEM¹¹ zaměřený na budoucí kvalifikované profesionály pro letecký a kosmický průmysl. Stránky také zdůrazňují nedostatek informací o kariérních možnostech v letectví v kontrastu s vysokou poptávkou po odbornících v tomto oboru, zejména s ohledem na odchod mnoha pracovníků do důchodu. Z toho vyplývá důležitost nabízet mladým

⁹ Agentura vlády Spojených států amerických odpovědná za regulaci a dohled nad civilní leteckou dopravou, bezpečností a rozvojem leteckého provozu v USA.

¹⁰ Oddělení zabývající se bezpečností a vzděláváním v letecké dopravě.

¹¹ Zkratka označující integrovaný přístup k výuce vědeckých technologických, inženýrských a matematických disciplín, který podporuje interdisciplinární porozumění a aplikaci těchto oblastí ve skutečném světě.

studentům aktivity v oblasti letectví a pokračovat v tomto úsilí i na středních školách a následně.

Vzhledem k nekonečným možnostem, které jsou k dispozici pro navrhování vzrušujících a poutavých leteckých aktivit, jsou v následujících částech popsány důležité aspekty při tvorbě programů. [33]

Komplexní znalost odvětví

Vzdělání v oblasti letectví nabízí hluboké porozumění tomuto odvětví zahrnující různé perspektivy, jako je letecká doprava, údržba letadel, řízení letového provozu, bezpečnost letectví a dodržování předpisů. Studenti získávají pohled do komplexní povahy leteckého průmyslu, což jim umožňuje fundovaně rozhodovat o své kariéře a aktivně přispívat k jeho rozvoji. Vzdělání v oblasti letectví poskytuje solidní základy poznatků a zaručuje, že budoucí odborníci mají komplexní vhlad do tohoto odvětví a jeho různých aspektů. Vzdělávací a školící programy v leteckém průmyslu také sehrávají klíčovou roli při formování jeho budoucnosti. Kurzy jako BBA¹² a MBA¹³ v oblasti leteckého managementu a praktické terénní cvičení pomáhají studentům rozvíjet svou kariéru v leteckém průmyslu s širokým spektrem možností. [25]

Rozvoj odborných znalostí v oboru

V oblasti letectví je vzdělání zaměřeno na rozvoj technických schopností a odborných znalostí nezbytných pro různé role v odvětví. Bez ohledu na to, zda se jedná o pilotování letadla, údržbu jeho mechanických systémů, řízení leteckého provozu nebo zabezpečení a ochrany, specializovaný výcvik vybavuje jednotlivce potřebnými kompetencemi. Mezi tyto schopnosti patří plánování letu, navigace, znalost systémů letadla, techniky údržby letadla, komunikační protokoly a postupy v případě nouze. Práci na těchto technických dovednostech se noví profesionálové lépe připravují na výzvy a povinnosti spojené s jejich zvolenou leteckou dráhou.

¹² Akademický titul udělovaný po absolvování bakalářského studijního programu zaměřeného na oblast podnikání a správy, který poskytuje studentům široký základ v oblasti podnikového řízení, ekonomiky, marketingu a dalších souvisejících disciplín.

¹³ Pokročilý akademický titul, který poskytuje studentům hlubší porozumění v oblasti podnikání a správy a připravuje je na řídicí a vedoucí pozice v různých oblastech podnikového světa.

Bezpečnosti a řízení rizik

V leteckém průmyslu je bezpečnost naprostou prioritou. Ve vzdělávání v této oblasti je kladen velký důraz na bezpečnostní procedury, řízení rizik a dodržování mezinárodních leteckých předpisů. Studenti se seznámí s bezpečnostními protokoly, technikami vyšetřování havárií a postupy pro reakci na mimořádné události. Propagací bezpečnostně orientovaného myšlení vytváří letecké vzdělávání profesionály, kteří vždy kladou bezpečnost na první místo, a tím přispívají k celkové bezpečnosti a spolehlivosti leteckého průmyslu. [25]

Vytváření sítí a spolupráce v odvětví

Vzdělávání v oblasti letectví studentům otevírá dveře ke vztahům a spolupráci s profesionály z průmyslu. Hostující přednášky, průmyslové exkurze, stáže a partnerství s leteckými firmami umožňují užitečné interakce mezi studenty a praxí. Tyto interakce studentům nejen poskytují vhled do reálných situací, ale také je seznamují s nejnovějšími trendy, výzvami a osvědčenými postupy v odvětví. Možnosti navazování kontaktů otevírají cesty k mentorství, stážím a zaměstnání, což zlepšuje kariérní vyhlídky studentů a usnadňuje hladký přechod z vzdělání do pracovního prostředí. [25]

Podpora rozmanitosti a inkluze

Vzdělávání v oblasti letectví hraje klíčovou roli v podpoře rozmanitosti a inkluzivity v tomto průmyslu. Podporou studentů z různých sociálních prostředí k realizaci kariéry v letectví přispívají vzdělávací instituce k vytváření pracovní síly, která odráží různorodost společnosti. To pomáhá vytvářet inkluzivní a spravedlivé pracovní prostředí, v němž jednotlivci z různých kultur, pohlaví a prostředí mohou prosperovat a přispívat svými jedinečnými perspektivami. Různorodá pracovní síla přináší široké spektrum nápadů, zkušeností a talentů, což je hnací silou inovací a pokroku v leteckém průmyslu. [25]

Technologický pokrok ve vzdělávání

Učitelské zdroje a portály uvádějí, že technologie výrazně ovlivnily způsob, jakým lidé komunikují a učí se. Zatímco dříve byly třídy omezeny svými prostorovými možnostmi, dnes technologie rozšířily dosah a typy studentů, kteří mohou být osloveni. Tímto způsobem se otevřely nové možnosti pro rozmanitost studentů. Studenti například často sledují vzdělávací videa během chvilky volna. Tento trend změnil i jejich očekávání ohledně času věnovaného učení. Tradiční padesátiminutové přednášky jsou již příliš dlouhé na udržení studentovy

pozornosti oproti dvacetiminutovému videu na platformě YouTube¹⁴, kde „přednášející“ shrne veškerou látku někdy méně než za polovinu času, za který totéž stihne lektor.

Známý poskytovatel vzdělávacích materiálů v oblasti letectví, firma Boldmethod, nabízí krátká vzdělávací videa, která jsou mezi studenty velmi oblíbená, přičemž jejich průměrná délka nepřesahuje 4 minuty. Jejich výzkum prokázal, že videa delší než 5 minut mohou kvůli své délce ztrácet publikum.

Díky tabletům a další elektronice se pro studenty stala minulostí potřeba nosit těžké učebnice. Nyní mají přístup k nekonečnému množství učebních materiálů přímo ve svých chytrých zařízeních, což jim umožňuje širší využití informačních zdrojů a učebních pomůcek. Moderní učebnice jsou často interaktivní a doplněny o webové rozhraní, které nabízí hodnocení, animace či jiné doplňkové služby.

Příklad organizace, která se této příležitosti chopila a úspěšně přizpůsobila, je Národní úřad pro letectví a vesmír (NASA¹⁵). NASA využívá elektronická média k tvorbě interaktivních aplikací pro sociální média, aby oslovila širší skupinu studentů a pedagogů než dříve. Na svých webových stránkách má oddíl sociálních médií, kde nabízí možnosti pro zapojení se do konverzačních prostřednictvím populárních sociálních médií, včetně Facebooku¹⁶, Instagramu¹⁷, Snapchatu¹⁸ nebo platformy X¹⁹. Tímto způsobem pak mohou návštěvníci pravidelně komunikovat s NASA a sledovat její nejnovější aktivity. [33]

2.2. Cíle a standardy školení

Letecký výcvik se zaměřuje na dva hlavní typy cílů: výkonnostní a rozhodovací. Výkonnostní cíle přesně definují, co je potřeba udělat a jak to udělat během každé výcvikové lekce. Jak student postupuje k vyšším úrovním výkonu a porozumění, instruktor by měl posunout důraz na cíle výcviku založené na rozhodování. Tyto cíle se soustředí na komplexnější výcvikové scénáře a učí studenty dovednostem kritického myšlení, jako je řízení a rozhodování v leteckém provozu (ADM²⁰).

¹⁴ Internetová platforma pro sdílení videí, která umožňuje uživatelům nahrávat, prohlížet a sdílet videa na různá témata, včetně vzdělávání, zábavy, hudby, sportu a mnoha dalších.

¹⁵ Americká vládní agentura zodpovědná za průzkum vesmíru, výzkum a vývoj v oblasti letecké a kosmické technologie, zkoumání planetárních těles a podporu vědeckých objevů ve vesmíru.

¹⁶ Sociální síť a internetová platforma umožňující uživatelům vytvářet osobní profily, sdílet obsah včetně textů, obrázků a videí, komunikovat s ostatními uživateli pomocí zpráv a komentářů.

¹⁷ Sociální médium a mobilní aplikace zaměřená na sdílení fotografií a krátkých videí.

¹⁸ Sociální médium a mobilní aplikace umožňující uživatelům sdílet momentální fotografie a krátká videa, které mohou být dočasně sdíleny s ostatními uživateli nebo přáteli.

¹⁹ Sociální síť a mikro blogovací platforma, která umožňuje uživatelům sdílet krátké textové zprávy. Dříve známá jako Twitter.

²⁰ Proces sběru, analýzy a interpretace dat ze senzorů a systémů letadla, který umožňuje monitorovat výkonnost, stav a provoz letadla.

Cíle výcviku se vztahují ke třem oblastem učení – kognitivní (znalosti), afektivní (postoje, přesvědčení, hodnoty) a psychomotorické (fyzické dovednosti). Tyto cíle by měly zahrnovat požadovanou úroveň učení a mohou se týkat jedné nebo více těchto oblastí. Instruktoři přizpůsobují cíle výcviku konkrétním úrovním znalostí nebo dovedností studenta.

Standardy jsou úzce spjaty s cíli a obsahují popis požadovaných znalostí, chování nebo dovedností. Standardy by měly obsahovat jasné příklady požadovaných výsledků učení nebo chování. Stanovení standardů pro hodnocení afektivní oblasti je náročnější než pro kognitivní a psychomotorické oblasti.

Obecným předpokladem leteckého výcviku je kvalifikovat studenty jako kompetentní, efektivní a bezpečné piloty pro konkrétní typy letadel ze stanovených podmínek. Podobné cíle a standardy platí i pro další výcvik, například pro techniky údržby letadel (AMT²¹).

Je důležité, aby instruktoři neomezovali své cíle pouze na splnění minimálních požadavků na certifikaci. Úspěšní instruktoři učí své studenty nejen jak, ale také proč a kdy. Začleněním rozhodovacích dovedností do každé lekce pomáhají instruktoři studentům rozvíjet a posilovat schopnost vyhodnocovat situace a rozhodovat v nich. [13]

2.3. Struktura vzdělávacího procesu a jeho postupy

Struktura vzdělávacího procesu v oblasti letecké navigační techniky slouží jako rámec, jehož prostřednictvím získávají začínající letečtí odborníci znalosti, dovednosti a kompetence nezbytné pro bezpečnou a efektivní navigaci letadel ve složitých systémech vzdušného prostoru. Tato část se zabývá klíčovými složkami a postupy, které tvoří vzdělávací proces, který zahrnuje návrh učebních osnov, metodiky výuky, strategie hodnocení a mechanismy zajištění kvality.

2.3.1. Co je to výuka?

Vyučování je proces předávání znalostí, dovedností, hodnot či postojů ostatním. Tento proces zahrnuje sdílení informací a předávání zkušeností s učením strukturovaným způsobem. Učitelé obvykle procházejí formálním vzděláním, mají specializované znalosti a jsou potvrzeni nebo ověřeni, aby splňovali určité výkonnostní standardy.

Aby byla výuka co nejefektivnější, je za potřebí kvalitního a dobrého kantora. Jak se ukázalo, definovat „dobrého vyučujícího“ není úplně lehký úkol. Stanford C. Ericksen²² ve své knize: *The Essence of Good Teaching* (1985) uvedl: „Dobří učitelé vybírají a organizují hodnotný učební materiál, vedou žáky k tomu, aby si tento materiál zakódovali a integrovali do paměti,

²¹ Kvalifikovaný technik specializující se na údržbu a opravy leteckých systémů a zařízení.

²² Stanford C. Ericksen byl americkým profesorem psychologie na Michiganské univerzitě.

zajišťují kompetence v postupech a metodách oboru, zdržují intelektuální zvědavost a podporují způsob, jak se učit samostatně“.

Jedním z klíčových prvků efektivního vyučování je vytváření prostředí, v němž se každý student cítí uznán a respektován. To zahrnuje ohled na různorodé zkušenosti a učební styly studentů a přizpůsobení výukových metod jejich individuálním potřebám. Podpora aktivní účasti a sounáležitosti pak umožňuje vytvořit pozitivní atmosféru, která podporuje smysluplné učení a rozvoj. [2]

2.3.2. Struktura programu a návrh učebních osnov

Navigace v učebním plánu

Vzdělávací programy v oblasti letecké navigační techniky se obvykle vyznačují strukturovaným učebním plánem, který kombinuje teoretické znalosti s praktickými aplikacemi. Kurzy mohou zahrnovat témata jako zásady navigace, předpisy o vzdušném prostoru, navigační pomůcky a postupy podle přístrojů. Učební plán je často rozdělen do po sobě jdoucích modulů jako jednotek, které studentů, umožňují navázat na základní koncepty a postupně rozvíjet navigační dovednosti. [12]

Praktická výuka

Mnoho programů zahrnuje praktické zkušenosti, které upevňují teoretické pojmy a rozvíjejí praktické dovednosti. Studenti mohou mít přístup k simulačním laboratorům, letovým výcvikovým zařízením a navigačnímu vybavení, aby získali reálné zkušenosti s navigací letadel. Praktická cvičení, letové simulace a výcvik založený na scénářích zvyšují schopnost studentů používat navigační techniky v různých operačních scénářích. [24]

2.3.3. Metodiky výuky a strategie učení

Interaktivní výuka

Metodiky výuky v oblasti letecké navigační technik kladou důraz na interaktivní výuku, která zapojuje studenty a podporuje jejich aktivní účast. Instruktoři mohou využívat různé výukové strategie, včetně přednášek, skupinových diskusí, případových studií a cvičení na řešení problémů. Interaktivní simulace a nástroje virtuální reality poskytují pohlcující výukové prostředí, v němž si studenti mohou procvičovat navigační postupy a rozhodovací dovednosti. [32]

Zážitkové učení

Zážitkové učení hraje ve vzdělávání v oblasti navigace zásadní roli, protože umožňuje studentům učit se prostřednictvím praxe a reflektovat své zkušenosti. Letový výcvik, navigační cvičení a přelety poskytují studentům příležitost aplikovat navigační koncepty v reálném prostředí pod vedením zkušených instruktorů. Zapojením do zážitkových vzdělávacích aktivit si studenti rozvíjejí praktické navigační dovednosti a získávají přehled o výzvách a složitostech letecké navigace. [31]

2.3.4. Hodnocení strategie a výkonu

Měření pokroku

Strategie hodnocení v letecké navigační technice se zaměřují na měření pokroku a dovedností studentů v navigačních znalostech a dovednostech. Formativní hodnocení, jako jsou kvízy, domácí úkoly a cvičení ve třídě, poskytují studentům a vyučujícím průběžnou zpětnou vazbu, která umožňuje upravit kurz podle potřeby. Sumativní hodnocení, včetně písemných zkoušek, praktických hodnocení a letových testů, hodnotí celkové výsledky studentů a jejich připravenost k získání osvědčení nebo licence.

Praktické ukázky

Praktické ukázky a prověrky odborné způsobilosti hodnotí schopnost studentů aplikovat navigační techniky v simulovaných nebo reálných scénářích. Letoví instruktoři hodnotí navigační výkony studentů během letového výcviku a posuzují jejich schopnosti plánovat tratě, interpretovat mapy, navigovat pomocí přístrojů a účinně komunikovat s řízením letového provozu. [34]

Zpětná vazba a hodnocení

Iniciativy neustálého zlepšování zahrnují shromažďování zpětné vazby od studentů, instruktorů, průmyslových partnerů a zúčastněných stran s cílem identifikovat oblasti pro zlepšení a inovace. Hodnocení programů, průzkumy mezi studenty a konzultace s průmyslem poskytují cenné poznatky o silných a slabých stránkách vzdělávacích programů, které jsou podkladem pro strategický rozhodnutí a postupné zlepšování programů. [32]

2.4. Pedagogické vlastnosti specialisty provozu letecké zabezpečovací techniky

Ve složité oblasti letecké navigační techniky závisí úspěch nejen na technické zdatnosti, ale také na rozmanitém souboru pedagogických vlastností, které profesionálům umožňují bezpečně a efektivně navigovat letadla.

Proces výuky je organizován tak, aby žák porozuměl látce, kterou vyučující předává. Tento proces se skládá ze čtyř základních kroků: přípravy, prezentace, aplikace a hodnocení. Bez ohledu na zvolenou metodu výuky zůstává tato posloupnost stejná.

Výzkumy zaměřující se na efektivitu instruktorů odhalily, že i když jsou instruktoři různí, efektivně zvládnou právě tyto čtyři základní fáze výuky.

Tento oddíl se zabývá klíčovými pedagogickými charakteristikami, které jsou nezbytné pro osoby usilující o kariéru v oblasti letecké navigační techniky.

2.4.1. Styl výuky

Styl výuky specialistů na leteckou navigaci hraje významnou roli při formování výuky a ovlivňování výsledků studentů. Efektivní instruktoři vykazují dynamické styly výuky, které podporují zapojení, usnadňují učení a vzbuzují důvěru u studentů.

Výukové styly lze klasifikovat do několika typologií na základě různých kritérií. V této práci autor vychází z dělení amerických pedagogů G. D. Fenstermachera a J. F. Soltise, kteří dělí edukační styly na manažerský (exekutivní), facilitační a liberální (pragmatický). [29]

Manažerský (exekutivní) vzdělávací styl

- **Zaměření:** Manažerský styl klade důraz na strategickou vizi, stanovení cílů a řízení zdrojů.
- **Vedení:** Vedoucí pracovníci ve vzdělávání zastávají vedoucí úlohu, udávají směr, stanovují cíle a dohlížejí na realizaci vzdělávacích programů.
- **Rozhodování:** Rozhodování je centralizované, manažeři přijímají klíčová strategická rozhodnutí na základě cílů a úkolů organizace.
- **Struktura:** Vzdělávací prostředí je strukturované a hierarchické, s jasně vymezenými rolmi a odpovědnostmi.

- **Hodnocení výkonnosti:** Výkonnost je hodnocena na základě předem stanovených ukazatelů a kritérií s důrazem na odpovědnost a výsledky.
- **Výhody:** Poskytuje jasné vedení, podporuje odpovědnost a zajišťuje efektivní přidělování zdrojů.
- **Problémy:** V některých případech může omezovat kreativitu a inovace, nemusí reagovat na individuální potřeby studentů a může vytvářet rigidní vzdělávací prostředí.

Facilitační vzdělávací styl

- **Zaměření:** Tento styl se zaměřuje na posílení postavení studentů, podporu spolupráce a usnadnění aktivního učení.
- **Vedení:** Facilitátoři působí jako průvodci nebo mentoři, kteří usnadňují diskuse, povzbuzují účast a podle potřeby poskytují podporu.
- **Rozhodování:** Rozhodování je decentralizované a studenti se aktivně podílejí na utváření procesu učení prostřednictvím spolupráce a zkoumání.
- **Struktura:** Vzdělávací prostředí je flexibilní a zaměřené na studenty, s důrazem na samostatnost a sebe řízené učení.
- **Výhody:** Podporuje zapojení studentů, rozvíjí kritické myšlení a dovednosti řešení problémů a přizpůsobuje se různým stylům učení.
- **Problémy:** Vyžaduje kvalifikované vedení a může být méně efektivní pro velké skupiny.

Liberální (pragmatický) vzdělávací styl

- **Zaměření:** Liberální styl klade důraz na zkušenostní učení, praktické využití a význam pro reálný svět.
- **Vedení:** Instruktoři slouží jako mentoři nebo koučové, kteří vedou studenty při aplikaci teoretických znalostí na reálné scénáře.
- **Rozhodování:** Studenti a instruktoři spolupracují při určování cílů výuky a navrhování výukových zkušeností.
- **Struktura:** Vzdělávací prostředí je dynamické a flexibilní, s důrazem na přizpůsobivost a schopnost reagovat na nové trendy a potřeby průmyslu.

- **Hodnocení výkonu:** Hodnocení je holistické a zahrnuje celou řadu metod hodnocení, které měří výsledky a dovednosti studentů.
- **Výhody:** Podporuje rozvoj praktických dovedností, připravuje studenty na výzvy reálného světa a podporuje kreativitu a inovace.
- **Problémy:** Vyžaduje rovnováhu mezi teorií a praxí, může vyžadovat dodatečné zdroje pro příležitosti k učení se prostřednictvím zkušeností a může být méně strukturované než tradiční přístupy.

Souhrnně lze říci, že každý vzdělávací styl má své jedinečné charakteristiky, výhody a nevýhody a pro určení nejvhodnějšího stylu pro potřeby výcviku specialistů v letecké navigaci závisí na mnoha faktorech, jako jsou cíle výcvikového programu, charakteristiky posluchačů, dostupné zdroje a požadavky odvětví. Každý vzdělávací styl nabízí jedinečné výhody a může být vhodný pro různé aspekty odborného výcviku. Při analýze, jak mohou být jednotlivé styly přínosné pro výcvik specialistů letecké navigace, došel k autor k tomuto výsledku.

Manažerský styl by mohl být přínosný pro poskytování jasného vedení, stanovení konkrétních vzdělávacích cílů v souladu s průmyslovými standardy a zajištění efektivního přidělování zdrojů pro školící programy. Manažeři by mohli dohlížet na vypracování strukturovaného učebního plánu, který zahrnuje základní navigační zásady a regulační požadavky, a zajistit tak, aby studenti získali komplexní vzdělání.

Facilitační vzdělávání by mohlo zvýšit zapojení studentů a jejich účast na školeních a podpořit aktivní učení a sdílení znalostí mezi kolegy. Zvláště účinný by tento styl mohl být při praktických cvičeních a simulacích, kde mohou studenti zkoumat navigační problémy praktickým způsobem.

Liberální styl by mohl u specialistů na leteckou navigaci podpořit kreativitu, inovace a přizpůsobivost a připravit je na navigaci v dynamickém a nepředvídatelném prostředí vzdušného prostoru. Studenty by mohl tento styl povzbudit k poznávání různých navigačních technologií, technik a metodik, což by jim umožnilo vyvinout individuální navigační strategie přizpůsobené konkrétním provozním podmínkám. [17] [21]

Nejlepší přístup k potřebám výcviku specialistů letecké navigace může, a dle autora by i měl, zahrnovat integraci prvků všech tří vzdělávacích stylů, aby se vytvořil komplexní a účinný výcvikový program. Kombinací strategického vedení, facilitačních technik a praktických zkušeností mohou poskytovatelé výcviku zajistit, aby specialisté na leteckou navigaci byli

vybavení znalostmi a dovednostmi k bezpečné a efektivní navigaci letadel v neustále se vyvíjejícím leteckém prostředí.

2.4.2. Dynamické vlastnosti

Dynamické vlastnosti a temperament učitele mohou hrát klíčovou roli v jejich schopnosti efektivně vést a inspirovat studenty. Rozeznáváme několik klíčových charakteristik pedagogů.

Přizpůsobivost

Letectví je rychle se vyvíjející obor, který je ovlivňován technologickým pokrokem, změnami předpisů a novými průmyslovými trendy. Pedagogové proto musí prokázat přizpůsobivost tím, že sledují vývoj v oboru, podle potřeby aktualizují obsah kurzů a do výuky začleňují nové nástroje a techniky, aby zajistili aktuálnost učiva. [21]

Inovativnost

Efektivní kantoři v oblasti navigační techniky využívají inovativní výukové metodiky a výukové technologie ke zvýšení angažovanosti a porozumění studentů. Využívají interaktivní simulace, nástroje virtuální reality a případové studie z reálného světa, aby poskytli poutavou výuku, která simuluje složitost navigačních operací. [21]

Komunikační dovednosti

Srozumitelná a efektivní komunikace je pro pedagogy zásadní, aby vyučující mohli studentům zprostředkovat složité navigační koncepty a postupy. Dynamičtí pedagogové vynikají v komunikaci a využívají různé komunikační kanály a techniky k vysvětlování pojmů, usnadňování diskusí a podpoře účasti studentů na procesu učení. [37]

Entusiasmus

Pedagogové inspirují studenty tím, že jim předávají skutečné nadšení pro danou látku. Do výuky vnášejí energii, vzrušení a nadšení, čímž podněcují zvědavost a motivaci studentů k dalšímu zkoumání navigačních principů a technologií. [37]

Flexibilita

Flexibilita v přístupech k výuce umožňuje pedagogům přizpůsobit se různým potřebám a preferencím studentů. Učitelé přizpůsobují své výukové metody individuálním stylům učení, tempu a preferencím, čímž zajišťují, že všichni studenti mají možnost uspět. [21]

Reflektivní praxe

Pedagogové se zapojují do reflexivní praxe a průběžně vyhodnocují své výukové metody, pedagogické přístupy a výsledky studentů. Reflektují své zkušenosti s výukou, vyhledávají zpětnou vazbu od studentů a kolegů a využívají údaje z hodnocení k identifikaci oblastí, které je třeba zlepšit, a ke zdokonalení svých výukových postupů.

Kromě toho mohou využívat psychologické nástroje, jako je Eysenckův osobnostní test, aby lépe porozuměli svým osobnostním rysům a tomu, jak mohou ovlivňovat jejich styl výuky a interakce se studenty. Toto sebepoznání může pedagogům pomoci přizpůsobit své přístupy tak, aby lépe vyhovovaly potřebám studentů a vytvářely efektivnější vzdělávací prostředí. Začleněním dynamických charakteristik i psychologických poznatků mohou pedagogové specializující se na leteckou navigační techniky zvýšit efektivitu své výuky a přispět k úspěchu svých studentů při osvojování navigačních principů a technologií. [21][37]

2.4.3. Komunikace

Efektivní komunikace je v oblasti letectví, kde je nejdůležitější přesnost, koordinace a spolupráce, nepostradatelná. Specialisté v této oblasti spoléhají na jasnou komunikaci, aby zajistili bezpečnou a efektivní navigaci letadel.

Komunikace je postupujícím procesem. Metaanalýza ukázala, že sdílení relevantních informací i otevřenost komunikace souvisí s výkonností týmu. Komunikace umožňuje sdílení individuálního povědomí o situaci, ovlivňuje kolektivní efektivitu a slouží jako prostředek pro plánování či vylepšuje jiné úkoly.

Zabezpečovací technici musí komunikovat přesně a jasně, aby mohli předávat důležité informace týkající se letových tras, navigačních postupů a směrnic řízení letového provozu. Jasná komunikace je nezbytná pro předávání pokynů a účinné řešení potenciálních nebezpečí. Je třeba používat stručný jazyk, standardizovanou terminologii a účinné komunikační protokoly, aby se usnadnila bezproblémová komunikace s piloty, ATC a ostatními členy týmu.

Pozorování zkušených týmů ATC ukázalo, že mají tendenci používat jasnou, stručnou, smysluplnou a včasnou komunikaci a proaktivně komunikovat v rámci týmu a s ostatními týmy

ATC. Problémy s komunikací ATC mohou vést k chybám, které mohou mít za následek fatální problémy.

Problémy v komunikaci mezi letovou obsluhou a piloty jsou uváděny jako jeden z faktorů leteckých nehod. Komunikace s piloty je někdy méně účinná, protože obsluha nezná správnou terminologii pro součásti letadla nebo funkční význam problémů, které pozoruje. [4]

2.4.4. Týmová práce a Decision-making

Úspěšný letecký provoz závisí na bezproblémové spolupráci mezi mnoha zúčastněnými stranami, včetně pilotů, ATC, navigátorů a pozemních specialistů. Specialisté zabezpečovací techniky spolupracují v rámci multidisciplinárních týmů při plánování letových tras, sledování polohy letadel a reakci na navigační problémy v reálném čase. Podporou kultury týmové práce, vzájemné podpory a sdílené odpovědnosti zvyšují specialisté koordinační úsilí a maximalizují provozní efektivitu při plnění navigačních úkolů.

V situacích pod vysokým tlakem nebo v nouzových scénářích je pro úspěšné krizové řízení rozhodující právě týmová práce a rychlé rozhodování. Využitím kolektivních odborných znalostí, analýzou dostupných údajů a zvážením rizikových faktorů činí specialisté informovaná rozhodnutí neprodleně, aby zmírnili rizika, zajistili bezpečnost cestujících a zachovali provozní integritu.

V leteckém provozu rozlišujeme dva klíčové modely rozhodování, které se liší v přístupu k rozhodování a řešení problémů.

Vigilant Decision – Making (VDM) je systematický přístup k rozhodování, který zahrnuje analýzu problému, generování možných alternativ a jejich vyhodnocování. Tento model je vhodný pro méně naléhavé situace, zatímco Naturalistic Decision – Making (NDM) je spíše intuitivní přístup založený na odborných zkušenostech a instinktech a je vhodný pro dynamické situace, kde je nutné rychle reagovat na neočekávané události a spoléhat se na rychlé rozhodování na základě okamžité situace. [4]

Efektivní komunikace, týmová práce a rozhodování jsou základními pilíři letecké odvětví, na nichž stojí bezpečnost, efektivita a spolehlivost letových navigačních operací. Upřednostňováním jasných komunikačních kanálů, podporou týmové spolupráce, využíváním kolektivních odborných znalostí a neustálým vzděláváním odborníci v této oblasti optimalizují navigační výkonnost, zmírňují rizika a udržují nejvyšší standardy bezpečnosti a provozní dokonalosti v leteckém průmyslu.

2.4.5. Analytické schopnosti

Analytické myšlení, schopnosti shromažďovat a analyzovat informace, odhalovat zákonitosti a vyvozovat závěry jsou pro letecké specialisty nepostradatelné. Ve složitém světě leteckých technologií hrají analytické schopnosti klíčovou roli při zajišťování bezpečného a efektivního pohybu letadel ve vzdušném prostoru. Specialisti v této oblasti se spoléhají na silné analytické schopnosti při interpretaci dat, posuzování navigačních problémů a přijímání informovaných rozhodnutí s cílem optimalizovat letové trasy a zvýšit provozní bezpečnost. K analýze dat a výsledků testů potřebují letečtí inženýři silné analytické schopnosti. Musí být schopni vyhodnotit účinnost svých návrhů, identifikovat oblasti, které je třeba zlepšit, a na základě analýzy přijímat informovaná rozhodnutí.

Interpretace a analýza dat

Specialisté musí mít silné dovednosti v oblasti interpretace dat, které jim umožňují efektivně analyzovat širokou škálu zdrojů navigační dat. Interpretují radarová data, předpovědi počasí, navigační mapy a ukazatele letových výkonů, aby mohli posoudit aktuální podmínky, identifikovat potenciální nebezpečí a optimalizovat trajektorii letu. Syntézou různorodých zdrojů dat a získávání užitečných poznatků zvyšují specialisté povědomí o situaci a informují o navigačních rozhodnutích v reálném čas. [25]

Identifikace a řešení problémů

Analytické dovednosti umožňují specialistům na leteckou navigaci proaktivně identifikovat a řešit problémy. Analyzují navigační nesrovnalosti, poruchy zařízení a vzorce přetížení vzdušného prostoru, aby diagnostikovali základní problémy a vypracovali strategie pro jejich zmírnění. Díky systematickému přístupu k řešení problémů a technikám kritického myšlení specialisté zmírňují navigační rizika, předcházejí narušení provozu a zajišťují plynulý letecký provoz. [26]

Posuzování a řízení rizik

Účinné posuzování rizik je nedílnou součástí leteckého navigačního provozu, v němž i drobné odchylky mohou mít významné bezpečnostní důsledky. Specialisté na leteckou navigaci využívají analytické schopnosti k posouzení potenciálních rizik spojených s povětrnostními jevy, terénními překážkami, omezeními vzdušného prostoru a poruchami zařízení. Provádějí

důkladné analýzy rizik, vyhodnocují možnosti jejich zmírnění a zavádějí preventivní opatření s cílem minimalizovat rizika zabezpečit letový provoz proti nepředvídaným událostem. [30]

Optimalizace výkonnosti

Analytické dovednosti umožňují specialistům optimalizovat výkonnost a efektivitu letu analýzou navigačních dat a určováním možností zlepšení. Vyhodnocují vzorce spotřeby paliva, trajektorie letu a využití vzdušného prostoru, aby zjistili oblasti, v nichž lze zvýšit provozní efektivitu. Optimalizací letových tras, minimalizací spotřeby paliva a snižováním dopadů na životní prostředí přispívají specialisté k celkové udržitelnosti a nákladové efektivitě provozu. [26]

Analytické vlastnosti jsou pro specialisty letecké zabezpečovací techniky nepostradatelné, protože jim umožňují interpretovat složitá data, řešit navigační výzvy, posuzovat rizika, optimalizovat výkonnost a prosazovat inovace v provozu letecké navigace. Zdokonalováním svých analytických schopností a využíváním poznatků založených na datech přispívají specialisté k rozvoji leteckých technologií a zajišťují nejvyšší standardy bezpečnosti, efektivitu a spolehlivosti v leteckém průmyslu.

2.4.6. Praktické dovednosti

Praktické dovednosti jsou základem odborné způsobilosti v oblasti letecké navigační techniky, protože umožňují odborníkům převést teoretické znalosti do reálných aplikací. Tato kapitola se zabývá praktickými dovednostmi nezbytnými pro úspěch v oblasti letecké navigační techniky a jejich významem pro zajištění bezpečného a efektivního navigačního provozu.

Znalosti navigačního vybavení

Specialisté na leteckou navigaci musí prokázat odbornou způsobilost k obsluze různých navigačních zařízení, včetně systémů GPS, inerciálních navigačních systémů (INS), radionavigačních pomůcek a EFB. Praktické dovednosti v obsluze zařízení zahrnují konfiguraci, kalibraci, odstraňování problémů a údržbu, což vše zajišťuje spolehlivou funkci navigačních systémů během letového provozu.

Plánování letu a optimalizace trati

Praktické dovednosti v oblasti plánování letů a optimalizace letových tras jsou pro specialisty na zabezpečovací techniky nezbytné pro stanovení optimálních letových tras s ohledem na

faktory, jako jsou povětrnostní podmínky, omezení vzdušného prostoru, úspora paliva a výkonnostní charakteristika letadel. Specialisté využívají navigační mapy, softwary pro plánování letů a meteorologické údaje k vypracování bezpečných a efektivních letových tras, které minimalizují dobu letu a maximalizují provozní efektivitu. [27]

Provádění navigačních postupů

Specialisté provádějí navigační postupy s přesností a precizností a dodržují stanovené protokoly a regulační požadavky. Praktické dovednosti v oblasti provádění navigačních postupů zahrnují navigaci podle traťových bodů, postupy přístrojového přiblížení, komunikaci s řízením letového provozu a techniky sledování letadel. Specialisté používají standardizované postupy a účinné komunikační techniky k zajištění bezpečného a řádného toku letové provozu v prostředí řízeného vzdušného prostoru. [23]

Nouzové navigační postupy

V nouzových situacích nebo při neočekávaných navigačních poruchách musí specialisté prokázat praktické dovednosti v oblasti nouzových navigačních technik, aby mohli bezpečně navigovat letadla do jejich zamýšleného cíle. Tyto dovednosti mohou zahrnovat počítání podle mrtvého bodu, nebeskou navigaci²³ a používání záložních navigačních systémů. Zvládnutím technik nouzové navigace zvyšují specialisté svou schopnost účinně reagovat na navigační problémy a zajistit trvalou bezpečnost letového provozu. [27]

Praktické dovednosti jsou letecké navigační specialisty nepostradatelné a umožňují jim provádět postupy, obsluhovat navigační zařízení a reagovat na mimořádné události v dynamickém prostředí. Zvládnutím praktických dovedností a udržováním odborné způsobilosti přispívají specialisté k bezpečnosti a efektivnosti v celosvětovém leteckém průmyslu.

²³ Využívání astronomických objektů, jako jsou hvězdy a planety, k určení polohy a směru, často slouží jako záložní navigační metoda.

3. Výcvik specialistů

Tato kapitola se zabývá základními principy a efektivními metodami výcviku používaných při vzdělávání a rozvoji specialistů na leteckou navigační techniku. Pochopením klíčových principů a používáním osvědčených metod mohou organizace zajistit, aby navigační specialisté získali potřebné dovednosti, znalosti a kompetence pro vynikající výkon svých funkcí. Objasněním těchto zásad a metodik se tato kapitola snaží poskytnout vhled do základů vzdělávání, které utvářejí způsobilost a odbornost specialistů.

3.1. Základní principy výcviku

Základní principy, kterými se řídí výcvik, jsou důležité pro organizace, jež navrhují a realizují efektivní výcvikové programy, které vybaví navigační specialisty znalostmi, dovednostmi a kompetencemi potřebnými pro jejich role.

Relevance a souvislosti

Výcvikové programy musí odpovídat konkrétním rolím a povinnostem specialistů na leteckou navigační techniku. Obsah by měl být zasazen do kontextu leteckého průmyslu a měl by se zaměřovat na navigační zásady, postupy, předpisy a technologie relevantní pro navigační provoz letadel. Zajištěním relevance obsahu výcviku organizace zvyšují zapojení studujících a usnadňují přenos znalostí do reálných navigačních scénářů.

Progresivní učení

Výcvikové programy by měly uplatňovat progresivní přístup k učení, který postupně rozvíjí základní znalosti a dovednosti. Cíle výuky by měly být logicky řazeny, začínat základními navigačními koncepty a postupovat k pokročilejším tématům. Organizace podporují neustálý rozvoj dovedností a získávání kompetencí navigačních specialistů tím, že v každé fázi vytvářejí lešení pro učení a poskytují příležitosti k jejich zvládnutí. [5]

Aktivní učení a praktická aplikace

Efektivní školicí programy kladou důraz na aktivní učení a praktickou aplikaci navigačních dovedností v simulovaných a reálných scénářích. Účastníci výcviku by se měli zapojit do praktických činností, simulací a cvičení, které kopírují navigační problémy, s nimiž se setkávají ve skutečném letovém provozu. Poskytováním příležitostí k zážitkovému učení a procvičování dovedností organizace zvyšují důvěru a kompetence školených osob při navigaci letadel v různých prostředích vzdušného prostoru. [5]

Společné učení a týmová práce

Školící programy by měly podporovat prostředí pro společné učení, při němž mohou navigační specialisté komunikovat s kolegy, sdílet své poznatky a spolupracovat na řešení navigačních problémů. Skupinové aktivity, případové studie a týmové simulace podporují týmovou práci, komunikaci a dovednosti řešení problému, které jsou nezbytné pro efektivní navigační operace. Zdůrazňováním zkušeností se společným učením organizace pěstují kulturu týmové práce a vzájemné podpory mezi navigačními specialisty.

Základní principy výcviku specialistů na leteckou navigační techniky zahrnují relevanci obsahu výcviku, progresivní přístupy k učení, mechanismy zpětné vazby a reflexe. Dodržováním těchto zásad mohou organizace vytvořit výcvikové programy, které efektivní připraví navigační specialisty na výzvy a povinnosti spojené s navigací letadel ve složitém prostředí vzdušného prostoru. [5]

3.2. Metodiky a techniky výcviku

Výcvik specialistů se musí přizpůsobit požadavkům dynamického a rychle se měnícího prostředí. Tato část pojednává o pokročilých výcvikových technikách a metodikách, jejichž cílem je zlepšit dovednosti, znalosti a schopnosti navigačních specialistů. Dále se tato část zabývá inovativními přístupy a novými trendy ve vzdělávání v oblasti letectví a snaží se vybavit pozemní specialisty nástroji a technikami nezbytnými k tomu, aby mohli ve svých funkcích vyniknout. [1]

3.2.1. Výcvik založený na simulaci

Výcvik založený na simulaci se stal základním kamenem moderního leteckého vzdělávání a nabízí navigačním specialistům realistické a pohlcující výukové prostředí. Pokročilé letové simulátory napodobují různé letové podmínky, scénáře vzdušného prostoru a navigační výzvy a umožňují účastníkům výcviku procvičovat navigační postupy, rozhodovací dovednosti a strategie reakce na mimořádné události v bezpečném a kontrolovaném prostředí. Začleněním výcviku založeného na simulaci do navigačních osnov zvyšují organizace odbornost, sebedůvěru a připravenost školených osob k navigaci letadel v různých provozních podmínkách. [35]

3.2.2. Výcvik ve virtuální realitě (VR)

Technologie VR způsobila revoluci v leteckém výcviku tím, že poskytuje navigačním specialistům pohlcující a interaktivní výukové zážitky. Výcvikové platformy VR simulují realistické letové prostředí a umožňují účastníkům výcviku interakci s virtuálními ovládacími

prvky letadel, navigačními displeji a prvky vzdušného prostoru. Účastníci výcviku si mohou procvičovat navigační úkoly, provádět virtuální letové mise a zkoumat složité scénáře vzdušného prostoru ve vysoce poutavém a bezrizikovém virtuálním prostředí. Využitím technologie VR organizace zvyšují zapojení školených osob, jejich udržení a přenos navigačních dovedností z výcviku do reálného použití. [35]

3.2.3. Výuka založená na scénářích

Výuka založená na scénářích zahrnuje předkládání realistických navigačních scénářů účastníkům výcviku a jejich vyzývání k uplatnění znalostí a dovedností při řešení navigačních problémů a přijímání informovaných rozhodnutí. Tyto scénáře mohou zahrnovat nepříznivé povětrnostní podmínky, přetížení vzdušného prostoru, poruchy vybavení nebo nouzové situace, které vyžadují, aby účastníci výcviku prokázali situační povědomí, kritické myšlení a efektivní komunikační dovednosti. Tím, že se účastníci výcviku zapojí do dynamických a kontextuálně bohatých scénářů, organizace podporují rozvoj adaptivních navigačních odborných znalostí a připravují specialisty na bezpečnou a efektivní navigace letadel ve složitých operačních prostředích. [38]

3.2.4. Výcvik založený na kompetencích

Výcvik založený na kompetencích se zaměřuje na získání a prokázání specifických kompetencí nebo dovedností potřebných pro efektivní navigační operace. Výcvikové programy definují jasné výsledky učení, hodnotí dovednosti účastníků výcviku na základě předem definovaných kompetenčních standardů a poskytují cílenou výuku a zpětnou vazbu na podporu dosažení kompetencí. Sladěním cílů školení s uznávanými kompetencemi v oboru organizace zajišťují, že navigační specialisté mají požadované dovednosti a schopnosti, aby mohli kompetentně a s jistotou plnit své úkoly v reálných navigačních scénářích. [36]

3.2.5. Mobilní vzdělávání a mikrolearning

Mobilní platformy pro vzdělávání využívají mobilní zařízení a digitální technologie k tomu, aby navigačním specialistům kdykoliv a kdekoliv poskytly kouskovaný školící obsah vzdělávací moduly. Účastníci školení mají přístup k navigačním zdrojům, instruktážním videím a interaktivním modulům na svých chytrých telefonech nebo tabletech, což umožňuje flexibilní a mobilní výuku. Zavedením mobilního vzdělávání a přístupů se organizace přizpůsobují různým vzdělávacím preferencím a životnímu stylu navigačních specialistů, čímž podporují průběžné vzdělávání a rozvoj dovedností v rychle se rozvíjejícím leteckém průmyslu. [14]

Začleněním těchto pokročilých technik do programů výcviku organizace zvyšují připravenost, odbornost a adaptabilitu školených osob pro bezpečnou a efektivní navigaci letadel v dnešním dynamickém prostředí vzdušného prostoru.

4. Poznatky o školení a kvalifikačním rámci: Konzultace s vedoucími instruktory pro specialisty ATSEP

Pohledy sdílené v této kapitole představují vyvrcholení společných diskusí a konzultací pro výměnu znalostí se zkušenými odborníky v oblasti řízení letového provozu. Prostřednictvím těchto konzultací byly získány poznatky od odborníků, kteří jsou hluboce zakořeněni ve složitostech výcviku ATSEP²⁴ a kteří nabízejí informace z první ruky o výcvikových postupech a metodikách používaných v tomto odvětví.

Je nezbytné zdůraznit, že zde uvedené pohledy odrážejí kolektivní odborné znalosti a zkušenosti vedoucích instruktorů, s nimiž byly vedeny konzultace. Poskytnuté informace tak nabízejí cenný vhled do prostředí školení specifické pro kontext, v němž byly konzultace vedeny.

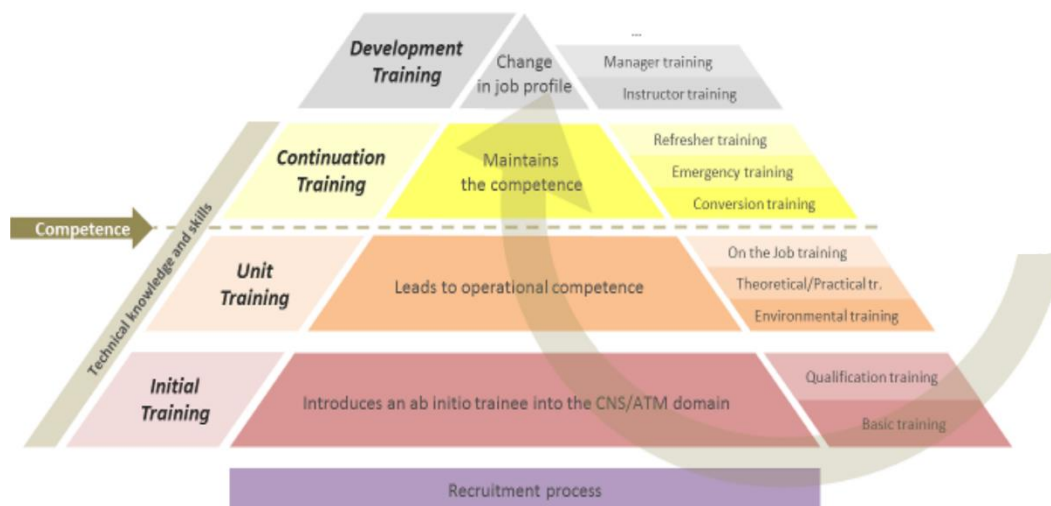
Rámec pro výcvik a kvalifikaci ATSEP se řídí evropským nařízením 2017/373, pro který vydala agentura EASE Annex III. Tento předpisový rámec stanoví základní znalosti a kompetence, které musí mít specialisté ATSEP, aby byla zajištěna bezpečnost a účinnost systémů řízení letového provozu. V českém překladu evropské legislativy je ATSEP zkratkou pro „Servisní personál – pracovníci v oboru zabezpečovacích elektronických zařízení v letovém provozu“.

4.1. Průběh výcviku

4.1.1. Výběrové řízení

Specialisté ATSEP procházejí strukturovaným výcvikovým programem popsaným pyramidovým modelem (obr. 2), který začíná přijímacím řízením. Uchazeči musí absolvovat vstupní test, který hodnotí jejich obecné technické a analytické znalosti. Na základě výsledků v tomto testu jsou uchazeči vybráni nebo odmítnuti pro další výcvik.

²⁴ Air Traffic Safety Electronics Personnel jsou specialisté na elektrické zařízení pro bezpečnost leteckého provozu, kteří se starají o správu, údržbu a opravy letových systémů a zařízení, jako jsou radary, komunikační systémy a navigační zařízení.



Obrázek 2: Pyramidový model výcviku ATSEP [11]

4.1.2. Vstupní výcvik

Vybraní uchazeči zahajují školení na základní úrovni pyramidy, která zahrnuje základní a kvalifikační školení. Tato úvodní fáze výcviku zahrnuje široké spektrum teoretických znalostí v oblastech, jako jsou komunikace, navigace, přehledové systémy, radary a monitorování. Délka tohoto výcvikového období se obvykle pohybuje v rozmezí šesti až dvanácti měsíců, během nichž si účastníci výcviku osvojují základní znalosti a dovednosti nezbytné pro jejich roli specialistů ATSEP

4.1.3. Typový výcvik

Po absolvování vstupního výcviku přechází účastníci na typový výcvik, kde absolvují specializovanou výuku konkrétních typů, pro naše účely navigačních zařízení, jako je ILS²⁵, VOR²⁶ nebo například DME²⁷. Každý program typového výcviku trvá obvykle jeden měsíc a je zakončen udělením osvědčení, jež vydává interní audit, který historicky vydával ÚCL²⁸.

4.1.4. Kvalifikace L1

Po dosažení odborné způsobilosti v určeném souboru typových osvědčení mohou být účastníci výcviku způsobilí k získání kvalifikace L1, která představuje jakýsi ucelený soubor kvalifikací.

²⁵ Instrument Landing System je pozemní navigační systém používaný v letectví pro přesné řízení letadel na přistání za nepříznivých meteorologických podmínek.

²⁶ VHF Omni-directional Range je navigační systém v letectví, který umožňuje pilotům určit směr a vzdálenost od stanice VOR pomocí signálů vysílaných na frekvencích VHF.

²⁷ Distance Measuring Equipment je zařízení pro měření vzdálenosti v letectví. Poskytuje pilotům informace o šikmé vzdálenosti od určeného bodu na základě měření času, který signál potřebuje k cestě mezi letadlem a pozemní stanicí.

²⁸ Úřad pro civilní letectví je odpovědný za regulaci a dohled nad civilním letectvím v dané zemi.

Pro získání osvědčení L1 musí být uchazeč držitelem šesti až jedenácti různých kvalifikací a musí mít za sebou alespoň jeden rok výcviku. Tato certifikace znamená přechod z technické údržby na pozici specialisty, kde jednotlivci přebírají odpovědnost jako pracovníci technické hlídky (technical watch).

4.1.5. Kvalifikace L2

Průběžná odborná příprava tvoří předposlední stupeň kvalifikačního rámce, během něhož si specialisté na pozici technické hlídky dále zvyšují kvalifikace a kompetence. Cílem této fáze je připravit specialisty na postup na pozici L2, tzv. supervizora, po minimálně jednom roce zastávání pozice L1. Supervizor slouží jako hlavní kontaktní osoba pro ostatní techniky a přebírá vedoucí funkce v rámci týmu ATSEP.

4.1.6. Administrátor

Kromě toho každý systém v rámci ATSEP určí správce, specialistu vyškoleného výrobcem zařízení. Správci dohlížejí na opravy systému, koordinují činnosti údržby a mají hluboké znalosti o zařízení. Hrají klíčovou roli při zajišťování hladkého provozu a údržby systémů řízení letového provozu.

Souhrnně lze říci, že rámec výcviku a kvalifikace pro specialisty ATSEP zahrnuje strukturovaný postup od základního výcviku k pokročilé kvalifikace, který je završen získáním osvědčení L1 a L2. Kombinací teoretické výuky, praktického výcviku a praktických zkušeností získávají ATSEP znalosti a dovednosti nezbytné k udržení bezpečnosti a spolehlivosti systémů uspořádání letového provozu.

4.2. Udržení kvalifikace

Kromě počátečního školení a kvalifikačního procesu vyžaduje kvalifikace ATSEP neustálou péči a snahu o udržení aktuálních průmyslových norem a postupů. Během konzultací s vedoucími instruktory byly diskutovány požadavky na udržení kvalifikace, přičemž byl zdůrazněn význam pravidelného hodnocení a prokazování znalostí pro udržení úrovně odborné způsobilosti.

Specialisté ATSEP musí každoročně obnovovat svou kvalifikaci prostřednictvím komplexní zkoušky, která trvá jeden den a dva dny na každou kvalifikaci. Tato každoroční obnovovací zkouška slouží jako mechanismus, kterým specialisté prokazují, že trvale ovládají základní znalosti a kompetence relevantní pro jejich roli. Zkouška hodnotí, zda specialisté rozumí mimo jiné i kritickým oblastem regulačních požadavků, provozních postupů, funkcí systému, technik řešení problémů a bezpečnostních protokolů.

Formát zkoušky se může lišit v závislosti na konkrétní kvalifikaci, kterou specialista má, a zahrnuje témata související s jeho určenými rolemi a povinnostmi v rámci ATSEP. Od specialistů se očekává, že prokáží své dovednosti při uplatňování teoretických znalostí v praktických scénářích, při řešení složitých technických problémů a při dodržování stanovených protokolů a postupů.

Účast na každoroční obnovovací zkoušce podtrhuje závazek specialistů ATSEP udržovat ve svých funkcích nejvyšší standardy odbornosti a profesionality. Aktivním zapojením do průběžného hodnocení a prokazování znalostí přispívají specialisté k celkové bezpečnosti a efektivitě systémů uspořádání letového provozu a zajišťují trvalou spolehlivost a integritu kritické letecké infrastruktury.

4.3. Pracoviště ATM systémů

V oblasti systémů řízení letového provozu hrají různé pracovní stanice klíčovou roli při zajišťování hladkého provozu a údržby kritické infrastruktury. Během konzultací s vedoucími instruktory se diskuse také soustředila na odlišné povinnosti a pracovní zátěž pracovníků na různých pracovištích systému ATM.

Pracoviště v technické hale slouží jako centrální střediska pro monitorování a řízení systémů ATM. Zde hrají specialisté klíčovou roli při dohledu nad stavem systémů. Identifikaci poruch a provádění nezbytných zásahů k zachování provozní funkčnosti. Tito specialisté se řadí do několika pozic, jež každá má svoje pevně stanovené úkoly.

4.3.1. Technický supervizor (SV)

Pracovníci technické dohledu nesou provozní odpovědnost za určené systémy ATM, průběžně sledující stav systémů a neprodleně řeší případné odchylky nebo problémy. Jsou ve spojení s pracovišti letových provozních služeb (ATS), aby oznamovali změny provozního stavu, zjišťovali závady a vydávali potřebnou dokumentaci, například pro piloty (NOTAM). V případech, kdy je vyžadována rozhodovací pravomoc, mohou SV konzultovat s technickými administrátory (viz níže) a v případě potřeby delegovat rozhodnutí na nadřízené.

4.3.2. Technický dohled (TD)

Technický dohled operativně zajišťuje provoz určených systémů ATM a je kdykoliv k dispozici technickým supervizorům pro zásahy do systémů ATM, jakož i pro provádění oprav a přepínání předem dohodnutých konfigurací. Technický dohled dále provádí periodické kontroly a revize a informuje technickou supervizi o jejich stavu.

4.3.3. Technická obsluha (TO)

Stanoviště technické obsluhy má podobné povinnosti jako technický dohled a zajišťuje provozní funkčnost určených systémů ATM. Jejich povinnosti zahrnují monitorování systému, identifikaci poruch a opravy systémů, i když v porovnání s TD mají užší rozsah pravomocí. Pracovníci TO spolupracují s TD, aby udrželi integritu systému a účinně reagovali na provozní problémy.

4.3.4. Technická údržba (TÚ)

Pracovníci technické údržby se zabývají především plánovanými činnostmi zaměřenými na udržení provozní integrity určených systémů ATM. Mezi jejich úkoly patří provádění pravidelných kontrol a revizí, účast na letovém ověřování, výměny vadných dílů a opravy vadných součástí. Pracovníci technické údržby hrají klíčovou roli v úsilí o preventivní údržbu s cílem minimalizovat prostoje systému a zvýšit jeho spolehlivost.

4.3.5. Technický administrátor (TA)

Technický administrátor ATM systémů má kompletní přehled o stavu systému a je povinen udržovat veškerou potřebnou provozní a technickou dokumentaci v aktuální podobě. Vedle toho vede přehled veškerých změn v administrovaném systému, zahrnující konfiguraci a parametry hardware, operačního systému, aplikačního softwaru, off-line parametrů a konfigurace datasetu a další. Zajistí také technickou dokumentaci odpovídající provozované verzi SW a HW systému.

Dále se podílí na zpracování a aktualizaci částí ATM dokumentace souvisejících s jeho systémem, iniciuje aktualizaci směrnice pro výkon služby a zpřístupňuje veškerou potřebnou dokumentaci pro ostatní technické pracovníky prostřednictvím sdíleného úložiště dat. Sleduje provozní výkonnost systému, navrhuje a udržuje plán obnovy systému a zajišťuje metodické vedení technických pracovníků.

Kromě toho řídí nebo provádí konfiguraci a preventivní údržbu systému, zajistí ochranu a zabezpečení systému na úrovni přístupových práv a sleduje stav systémových prostředků a zranitelnosti bezpečnosti. Řeší problémy a závady zjištěné u systému, včetně zpracování podkladů pro šetření událostí a hlášení o chybě, a organizuje zavádění a testování oprav chyb v systému.

4.3.6. Provozní administrátor (PA)

Provozní administrátor systému má za úkol shromažďovat podklady a uživatelské požadavky na změny a upgrady administrovaného systému. Koordinuje veškeré navrhované změny a

úpravy systému s vedoucím stanovištěm ATS a aktualizuje provozní dokumentaci a manuály systému ve stavu poslední platnosti. Dále připravuje podklady pro provozní dokumentaci a podklady pro přeškolovací výcvik, školení či informování provozního personálu ATS o změnách systémů s dostatečným časovým předstihem.

Má přehled o platné aplikační verzi software a provozních parametrech systému a provádí změny provozních parametrů systému v souladu s požadavky stanoviště na systém. Informuje MA před provedením změn provozních parametrů a účastní se testování změn provozních parametrů v systému, stejně jako testování změn ATM systémů organizovaných MA.

Kromě toho provozní administrátor připravuje a zajišťuje školení personálu ATS ve spolupráci s vedoucím stanoviště a vedoucím instruktorem, dohlíží na úplnost a správnost jednotlivých databází v systému a zajistí jejich aktualizaci. Předává také podklady pro testování provedených změn provozních parametrů technickému administrátorovi a koordinuje zásahy do současné instalace nebo instalace nových ATM systémů se správcem těchto provozních prostor již v přípravné fázi projektu nebo prací.

4.3.7. Metodický administrátor (MA)

Metodický administrátor má klíčovou roli při udržování a určování způsobu využívání testovacích platforem, spolupráci s technickými administrátory při analýzách chybových stavů systémů s ohledem na strategické záměry. Také posuzuje návrhy na změny a úpravy systémů, zajišťuje metodické vedení při upgradu systémů a organizuje zavádění, testování a validaci změn ATM systémů.

Dále spolupracuje při školení pracovníků, má vrcholný dohled nad metodikou provozování systémů a spolupracuje se servisní organizací při odstraňování závad. Zajišťuje vypracování studie bezpečnosti změn ATM systémů a připravuje podklady pro bezpečnostní analýzy.

4.3.8. Bezpečnostní administrátor (BA)

Bezpečnostní administrátor má klíčovou roli při kontrole implementace a provádění bezpečnostních opatření v rámci ATM systémů. Koordinuje svou činnost s technickými a metodickými a vyvolává vyšetřování v případě podezření na incident na základě záznamových souborů.

Je zodpovědný za stanovení typu událostí k zaznamenávání v systémech a sítích, řízení přístupu k nim, pravidelnou analýzu a ukládání dat. Pravidelně přezkoumává přístupová práva, přístupy k privilegovaným funkcím a kontroluje bezpečnostní nastavení systémů a sítí.

Dále udržuje kontakt s bezpečnostními specialisty poskytovatelů služeb a posuzuje obsahovou správnost žádostí a vzdálený přístup k síti ATC a zřízení/změnu/zrušení služby CADIN IP s ohledem na informační bezpečnost ATM systémů.

Bezpečnostní administrátor spolupracuje s technickými administrátory a dodavateli systémů při analýze dopadů publikovaných zranitelností na daný systém a navrhuje bezpečnostní výjimky ke schválení.

5. Předměty a znalosti nezbytné pro specialisty

5.1. Obecné předměty a znalosti nezbytné pro specialisty letecké zabezpečovací techniky

Specialisté v oblasti letecké navigace potřebují k efektivnímu výkonu své funkce komplexní znalosti různých předmětů a oborů. Analytické schopnosti a pevné znalosti základních principů matematiky a fyziky jsou základními předpoklady pro orientaci ve složitém terénu letecké navigace. Důkladné zkoumání průmyslových norem, regulačních směrnic a osvědčených postupů odhaluje spektrum předmětů, které tvoří základní znalostní základnu pro specialisty pro leteckou zabezpečovací techniku.

Oblast navigace lze obecně rozdělit do dvou hlavních oblastí, z nichž první je obecná navigace. Tato oblast navigace zahrnuje převážně tradiční metody navigací, včetně navigace podle mapy, klasické navigace podle magnetického kompasu a navigačních výpočtů. Aby specialisté v této oblasti dosáhli odborné způsobilosti, absolvují školení v několika klíčových oblastech.

Ústředním prvkem pro pochopení obecné navigace je důkladná znalost planety Země. Specialisté pronikají do složitostí geografie Země, která zahrnuje aspekty, jako je její tvar, obvod, průměr a souřadnicové sítě. Zkoumají se pojmy, jako jsou velké a malé kružnice, spolu s dalšími významnými křivkami, což usnadňuje komplexní pochopení navigačních principů.

Jemné pochopení zemského magnetismu a směrových konceptů je nezbytné pro odborníky, kteří chtějí zdatně navigovat pomocí tradičních navigačních technik. Zvládnutí navigačních výpočtů je další stěžejní součástí výcviku všeobecné navigace. Tyto výpočty umožňují pilotům i pozemním specialistům zjistit polohu letadla, vypočítat vzdálenosti podél poledníků, určit rychlost letu a větru a zvolit optimální trasu podle pravidel letu za viditelnosti (VFR). Používání navigačních pravítek pro tyto výpočty je běžné a vyžaduje znalost mezi specialisty.

Kromě toho je významným aspektem obecné navigace porozumění mapám a jejich projekcím, které slouží jako nepostradatelné nástroje pro orientaci a navigaci. Specialisté musí umět interpretovat mapy, aby se mohli efektivně orientovat ve vzdušném prostoru a terénu.

Souhrnně řečeno, znalost všeobecné navigace vyžaduje komplexní pochopení geografie Země, magnetismu, navigačních výpočtů a interpretace map. Získáním odborných znalostí v těchto základních oblastech si specialisté osvojí potřebné dovednosti pro bezpečnou a efektivní navigaci v oblasti letectví.

Druhá oblast je radionavigace, která je důležitou součástí moderní navigace a využívá pokročilá navigační zařízení a palubní přístroje k usnadnění přesného určování polohy a navigace. Zvládnutí radionavigačních zařízení a jejich základních principů vyžaduje solidní základny elektrotechniky. Specialisté proto musí absolvovat specializované školení v elektrotechnice, při nichž se seznámí se základními pojmy, jako jsou elektrické a magnetické pole, napětí a proud, výkon, indukce a elektrické obvody.

Kromě toho je pro specialisty na leteckou zabezpečovací techniku nezbytná znalost základů elektroniky. Tento aspekt výcviku zahrnuje témata, jako jsou spínací prvky, generování harmonických a neharmonických signálů, antény, vedení signálů při vyšších frekvencích a digitální logické obvody. Nezbytné je komplexní porozumění konvenčním a moderním zařízením, systémům a technologiím pro poskytování letových provozních služeb a komunikaci.

Specialisté jsou obeznámeni s množstvím zařízení a systémů, mezi něž patří mj:

- NDB – Non-Directional Beacon
- VOR – VHF²⁹ Omnidirectional Range
- DME – Distance Measuring Equipment
- ILS – Instrument Landing System
- MLS – Microwave Landing System
- GNSS – Global Navigation Satellite System
- ADS-B – Automatic Dependent Surveillance - Broadcast
- Multilaterační systémy
- ACAS/TCAS – Airborne/Traffic Collision Avoidance System
- CNS – Communication, Navigation, and Surveillance

Kromě toho musí pozemní specialisté mít komplexní znalosti o prostorové navigaci, astronavigaci a technikách družicové navigace. Nezbytná je také znalost přehledových systémů z hlediska letecké i pozemní infrastruktury. Pozemní specialisté hrají klíčovou roli při zajišťování bezpečnosti, efektivity a nákladové efektivity letecké dopravy tím, že rozumí různým přehledovým systémům a řídí je, včetně:

- ATC – Air Traffic Control
- AOC – Air Operator Certificate

²⁹ Very High Frequency (Velmi krátké vlny) – oblast elektromagnetického spektra, která se používá v rádiových komunikacích a má frekvence v rozmezí 30 MHz až 300 MHz.

- CPDLC – Controller-Pilot Data Link Communications
- ADS-C – Automatic Dependent Surveillance - Contract
- ACARS – Aircraft Communications Addressing and Reporting System
- ATN – Aeronautical Telecommunications Network
- SATCOM – Satellite Communication
- HFDL – High-Frequency Data Link
- AWR – Airborne Weather Radar
- RCP – Required Communication Performance
- RSP – Required Surveillance Performance
- PBCS – Performance Based Communication and Surveillance

Stručně řečeno, odborná způsobilost v radionavigaci zahrnuje komplexní znalosti elektrotechnických principů, základy elektroniky, poskytování letových provozních služeb a komunikačních technologií, jakož i prostorových, astronavigačních a družicových technik. Pozemní specialisté navíc potřebují odborné znalosti v oblasti přehledových systémů, aby zajistili bezproblémový provoz letecké dopravy.

5.2. Předměty vyučované na Vysokém učení technickém v Brně

V návaznosti na základní znalosti uvedené v předchozí části nabízí VUT v Brně specializované studijní programy, jejichž cílem je předat začínajícím leteckým specialistům praktické a teoretické znalosti.

Tato kapitola se věnuje základním tématům (okruhům), které se vyučují na VUT v Brně pro specialisty provozu letecké zabezpečovací techniky, mezi něž patří: DLG, DRN, ERN, OLN a OZL. Tyto předměty slouží jako základní pilíře při vzdělávání a výcviku odborníků v různých oborech leteckého průmyslu na VUT v Brně na Leteckém ústavu.

Předměty DLG, DRN a ERN mají prvořadý význam při poskytování specializovaných znalostí a dovedností, které jsou pro začínající profesionální piloty klíčové pro bezpečnou a efektivní navigaci. Ačkoli tyto kurzy mohou některá témata pokrývat méně podrobně než pokročilé studium, poskytují začínajícím pilotům nezbytný základ pro orientaci ve složitém provozním prostředí a přijímání informovaných rozhodnutí v letovém provozu. Kurzy jsou

přípravou pro zvládnutí teoretické zkoušky ATPL(A)³⁰, která se skládá z otázek Aviationexam³¹.

Naopak kurzy OLN a OZL, které jsou vyučovány na magisterské úrovni, poskytují hlubší zkoumání zásad leteckého provozu a řízení bezpečnosti. Tyto kurzy vybavují studenty pokročilými analytickými nástroji a metodikami pro řešení komplexních problémů v oblasti letecké logistiky, plánování provozu a řízení bezpečnostních rizik specifických pro navigaci.

Je důležité poznamenat, že profesionální piloti často vstupují do magisterských programů s dobrou znalostí principů navigace, což potenciálně omezuje zavádění zcela nových konceptů. Nicméně tyto pokročilé kurzy poskytují pilotům příležitost prohloubit své znalosti a zdokonalit své dovednosti v oblastech souvisejících s navigací.

Zkoumáním cílů výuky a obsahu učebních osnov těchto navigačních předmětů se autor snaží objasnit zásadní roli vzdělávání a výcviku při utváření odborných znalostí leteckých specialistů. Na základě poznatků z výukových skript a studijních materiálů odhaluje základní kompetence a odborné znalosti, které jsou nezbytné pro vynikající výkon funkcí souvisejících s navigací v leteckém průmyslu.

V těchto kapitolách se autor zabývá hlavními cíli a obsahem učebních osnov těchto kurzů a zdůrazňuje jejich úlohu jako základní součásti vysokoškolského výcviku profesionálních pilotů a později specialistů na leteckou zabezpečovací techniku.

Bakalářské studium

5.3. DLG – Obecná navigace

Kurz DLG slouží jako základní součást vzdělávání a výcviku budoucích pilotů. Cílem tohoto kurzu, který je určen k seznámení studentů se základními principy navigace, je vybavit začínající piloty základními znalostmi a dovednostmi nezbytnými pro bezpečný a efektivní letový provoz.

Hlavní cíl kurzu DLG je dvojitý: zaprvé objasnit základní principy a pojmy navigace a zadruhé ukázat praktické využití těchto znalostí v pilotní praxi. Proniknutím do témat, jako jsou navigační metody, interpretace map a plánování letu, získají studenti komplexní znalosti navigačních technik nezbytných pro letový provoz.

³⁰ Teoretická zkouška ATPL(A) se týká certifikace v oblasti leteckých dopravních pilotů. Jedná se o vyšší stupeň certifikace pro profesionální piloty, kteří chtějí létat jako kapitáni v letecké dopravě.

³¹ Online platforma, která poskytuje materiály pro přípravu na teoretické zkoušky pro letecké certifikace. Obsahuje širokou škálu studijních materiálů otázek a testů pokrývajících různá témata relevantní pro letecké piloty a další personál v leteckém odvětví.

Kurz DLG navíc hraje klíčovou roli v přípravě budoucích pilotů na splnění zákonných požadavků, konkrétně na složení zkoušky na ÚCL pro získání licence dopravního pilota ATPL(A).

Tabulka 1: Osnova předmětu DLG [autor]

Týden	Téma
1.	Úvod do letecké navigace; Galaxie; Sluneční soustava; Země
2.	Čas; Směry a úhly; Vzdálenosti
3.	Magnetismus Země; Letecké kompasy s přímou a nepřímou indikací
4.	Mapy – Topografické, letových tratí a letišť, hlavní druhy leteckých map
5.	Mercatorova projekce
6.	Polární stereografická projekce; Gridové mapy
7.	Lambertova projekce
8.	Zakreslování letových tratí do map různých projekcí
9.	Navigace výpočtem
10.	Tlaková navigace
11.	Struktura FMS
12.	Struktura a funkce INS/IRS

5.3.1. Téma 1: Galaxie, Sluneční soustava a planeta Země

První téma kurzu DLG se zabývá širším astronomickým kontextem, v němž se navigace odehrává. Studenti se seznámí se základními pojmy, jako jsou Keplerovy zákony, které objasňují obecný pohyb těles v gravitačním poli. Zkoumají se pojmy jako je afélium a perihélium, které označují body dráhy, v nichž se nebeské těleso nachází nejdále a nejbliže ke Slunci.

Studenti získají přehled o struktuře a vlastnostech planety Země, včetně jejich význačných kružnic, jako je Velká kružnice (Great circle): to je kružnice, jejíž rovina prochází středem Země; má obrovský význam v navigaci, protože nejkratší spojnice mezi dvěma body na této kružnici, známá jako ortodroma, představuje nejkratší možnou cestu mezi těmito body. Ortodromické lety, které sledují tuto křivku, vyžadují, aby piloti sledovali změnu směru tratě

způsobenou sbíhavostí poledníků. Kromě toho se studenti seznámí s loxodromou (Rhumb line), což je křivka, která protíná všechny poledníky pod stejným úhlem a představuje křivku s konstantním směrem dráhy. Lety podél loxodromy, označované jako loxodromický let, jsou sice delší než lety ortodromické, ale nabízí konstantní směr navigace, což pro menší, a ne tolik vybavená letadla může být zásadní.

Výše byla zmíněná sbíhavost poledníků neboli konvergence je úhel mezi dvěma poledníky v daných zeměpisných šířkách, jelikož se poledníky na Zemi sbíhají směrem k pólům. Konvergence je na rovníku nulová a s rostoucí zeměpisnou šířkou se zvyšuje, což má velký vliv na navigační výpočty a plánování trasy.

5.3.2. Téma 2: Čas, směry, úhly a vzdálenosti

Druhé téma kurzu DLG se zabývá základními prvky nezbytnými pro přesnou navigaci v letectví, které zahrnují čas, směry, úhly a vzdálenosti. Čas, kritická součást leteckých výpočtů, slouží jako základní kámen pro přesné plánování a provedení letu.

Ústředním bodem diskuse je koncept ekliptiky, která představuje průsečík dráhy Země kolem Slunce s nebeskou sférou. Ekliptika svírá s rovinou rovníku úhel $23,5^\circ$. Tento sklon se také nazývá inklinace osy zemské a má za následek střídání ročních období a také délku dne a noci. V létě je severní polokoule přivrácena ke slunci a sluneční paprsky dopadají na severní část pod větším úhlem a ozařují severní část déle, den je tedy delší. V zimě a na jižní polokouli je tomu naopak.

Kapitola se dále zabývá různými časovými systémy používanými v letectví, včetně místního času (LMT – Local Mean Time), Greenwichského času (GMT – Greenwich Mean Time), koordinovaného světového času (UTC – United Time Coordinated), pásmového času (ZT – Zone Time) a standardního času (ST – Standard Time). Tyto systémy poskytují standardizovaný rámec pro globální koordinaci letového provozu a zajišťují jednotnost a přesnost měření času v různých regionech.

Kromě toho se toto téma zabývá konceptem soumraku a vymezuje civilní, námořní a astronomický soumrak, který je klíčový pro posouzení podmínek viditelnosti v kritických fázích letu. Zkoumají se směrové pojmy, jako je magnetická deklinace, deviace nebo úhel sklony výsledného magnetického pole Země (DIP), přičemž se zdůrazňuje složitý vztah mezi magnetickými a zeměpisnými směry.

Kapitola vrcholí zkoumáním jednotek pro měření vzdálenosti používaných v letectví s důrazem na námořní míli jako základní jednotku délky. Studenti získají přehled o definici a

významu námořní míle spolu s dalšími běžně používanými jednotkami, jako jsou kilometry, stopy, yardy a palce.

5.3.3. Téma 3: Magnetismus Země, letecké kompasy s přímou a nepřímou indikací

Třetí téma kurzu DLG se zabývá složitostmi zemského magnetismu a funkcí leteckých kompasů, klíčových přístrojů pro určování směru a kurzu letadla.

Letecké kompasy, které slouží jako základní navigační nástroje, umožňují pilotům určit směr podélné osy letadla, tzv. kurz. Zkoumají se dva hlavní typy leteckých kompasů: kompasy s přímou indikací a kompasy s nepřímou indikací. Přímé indikační kompasy mají měřicí prvek umístěný společně se systémem ukazujícím směr, což z nich činí základní přístroje pro navigaci malých a sportovních letadel a slouží jako nouzové kompasy na dopravních letadlech.

Magnetický kompas, významný příklad kompasu s přímou indikací, měří směr vzhledem k magnetickému poledníku, nikoli k poledníku zeměpisnému. Jak již bylo řečeno, úhlový rozdíl mezi zeměpisným a magnetickým poledníkem se nazývá magnetická deklinace.

Podobně jsou rozebrány součásti magnetického kompasu s přímou indikací, včetně růžice, plováku, směrové stupnice, magnetů a jehly. Jsou nastíněny klíčové požadavky na kompas s přímým odečtem, jako je horizontalita, citlivost a periodičita, aby byl zdůrazněn jejich význam pro zajištění přesné navigace.

Chyby kompasu, které jsou významným aspektem fungování leteckých kompasů, jsou také pečlivě popsány. Chyby akcelerací a chyby otáčení, které patří k nejčastějším chybám kompasu, jsou objasněny a je zdůrazněn jejich potenciální dopad na přesnost navigace a opatření ke zmírnění jejich účinků.

Komplexním prozkoumáním zemského magnetismu a funkčnosti leteckých kompasů získají studenti hluboké základních principů, kterými se řídí navigace letadel. Vyzbrojeni těmito znalostmi mohou piloti navigovat s jistotou a přesností, což snižuje riziko navigačních chyb a zajišťuje bezpečný letový provoz.

5.3.4. Téma 5, 6, 7 a 8: Mapy – Mercatorova projekce, polární stereografická projekce, Lambertova projekce a zakreslování letových tratí do map

Páté téma se zabývá mapami. V oblasti navigace slouží mapy jako nepostradatelný nástroj pro vytyčování kurzů, určování polohy a navigaci ve vzdušném prostoru. Studenti se proto musí seznámit se složitostí map, zkoumáním redukovaného modelu Země a charakteristikami ideální mapy. Ideální mapa teoreticky splňuje několik klíčových vlastností, z nichž každá má usnadnit přesnou navigaci a mezi ně patří:

- Konstantní měřítko: Mapa si zachovává stále měřítko, což zajišťuje přesné měření a zobrazení vzdáleností.
- Odpovídá realitě: Zobrazení na mapě věrně odpovídá realitě a poskytuje přesné znázornění geografických prvků.
- Ortodroma je rovná čára.
- Loxodroma je rovná čára.
- Hlavní směry (sever, jih, východ a západ) mají stejný směr ve všech částech mapy.
- Věrné zobrazení plochy: Mapa přesně zobrazuje relativní velikosti a tvary v zeměpisných oblastech.

Po shrnutí těchto náležitostí lze říct, že ideální mapa by měla být ortomorfní³², equivalentní³³, ekvidistantní³⁴ a konformní³⁵. Taková mapa, která by splňovala všechny čtyři náležitosti, bohužel neexistuje a ve většině projekcí jsou věrně zobrazeny jen dva ze čtyř prvků.

Studenti se dále věnují správnému používání a využívání map, včetně dešifrování značek a symbolů a interpretace různých typů mapových projekcí. Těm nejvyužívanějším projekcím se věnují témata 5, 6 a 7: jedná se o Mercatorovo projekci, polární stereografickou projekci a Lambertovu projekci, při jejichž studiu se studenti seznámí s výhodami a nevýhodami každé projekce, což jim umožňuje vybrat nejvhodnější projekci pro konkrétní navigační úkoly.

Poslední částí věnující se mapám je téma 8, ve kterém se studenti naučí zakreslování letových tratí a výpočtu vzdálenosti v jednotlivých projekcích. Výuka technik výpočtu vzdáleností na různých mapových projekcích vybaví studenty základními dovednostmi pro přesné navigační plánování.

5.3.5. Téma 9 a 10: Navigace výpočtem a tlaková navigace

V tématu 9 studenti proniknou do oblasti rychlostí a vektorových výpočtů, které jsou nezbytné pro přesné plánování a provádění navigace. Seznámí se s různými rychlostmi vzduchu, které jsou klíčové pro prováděné výpočty, včetně indikované rychlosti (IAS), kalibrované rychlosti (CAS), pravé vzdušné rychlosti (TAS) a Machova čísla (M), čímž položí základ pro přesné navigační výpočty.

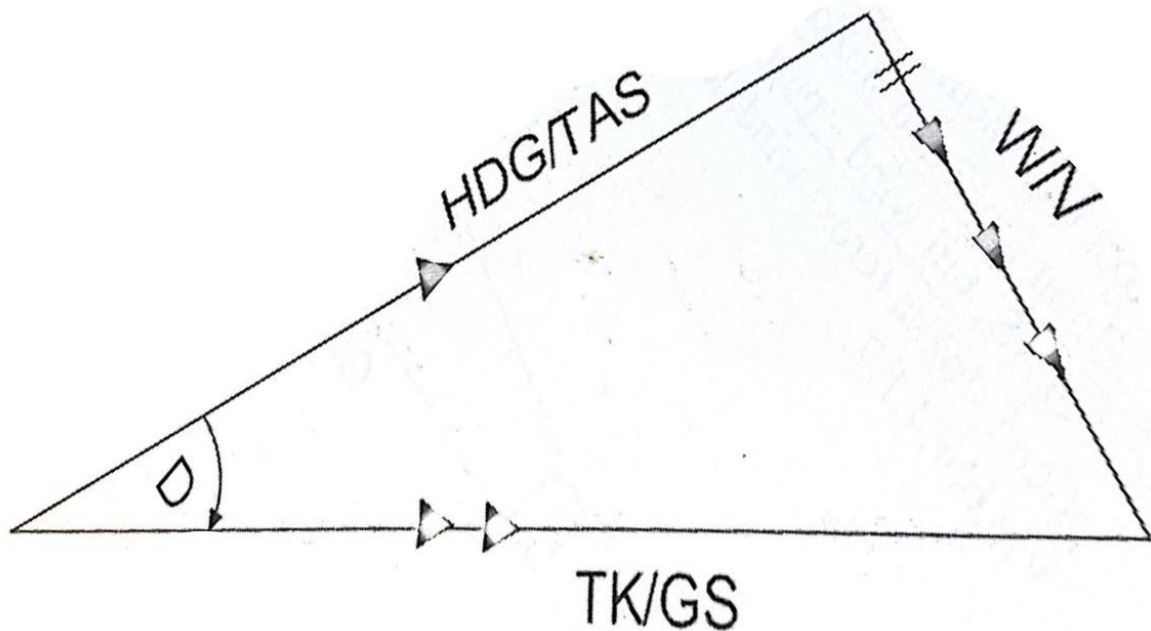
³² Ortomorfní neboli tvarojevna mapa věrně zobrazuje tvary.

³³ Equivalentní neboli plochojevna mapa věrně zobrazuje plochy.

³⁴ Ekvidistantní neboli dálkojevna mapa věrně zobrazuje vzdálenosti.

³⁵ Konformní neboli úhlojevna mapa věrně zobrazuje úhly.

Poté se pozornost přesune na vektorový trojúhelník rychlostí (obr. 3), základní nástroj, který se skládá ze tří vektorů: Air vector, Wind vector a Ground vector. V tomto trojúhelníku se nachází šest prvků: kurz letadla (HDG), pravá vzdušná rychlost (TAS), směr větru (W), rychlost větru (V), trať (TK) a traťová rychlost (GS). Studenti se naučí manipulovat s vektorovým trojúhelníkem a využívat známé prvky k určení neznámých parametrů.



Obrázek 3: Vektorový trojúhelník rychlostí [6]

Kromě toho jsou studenti vybaveni praktickými dovednostmi při práci s navigačními počítadly, která jsou nezbytné pro přesné výpočty vzdálenosti a času během letu.

Pravidlo 1:60 je představeno jako univerzální metoda výpočtu, která studentům umožňuje provádět řadu navigačních úloh, od korekce odchylky kurzu až po výpočty výšky a rychlosti stoupání/klesání.

Závěrečná část tohoto tématu se zabývá pojmy, jako je kritický bod a bod posledního návratu, které jsou klíčové pro plánování letu a posuzování bezpečnosti. Kritický bod označuje bod na trati mezi dvěma body, ze kterého je stejná doba letu do obou z těchto bodů za předpokládaných povětrnostních podmínek. Naopak bod posledního návratu označuje nejvzdálenější bod na trati, z něhož se letadlo může bezpečně vrátit na letiště odletu, a to na základě dostupného paliva.

V tématu 10 se studenti ponoří do oblasti tlakové navigace a získají přehled o pojmech, jako jsou QNH, QFE, QFF a QNE, které jsou nezbytné pro přesné měření výšky a plánování letu. Dále studenti odhalí složitosti nadmořské výšky, tlakové výšky a hustotní výšky a zdokonalí se ve schopnosti rozlišovat mezi těmito parametry na praktických příkladech a numerických cvičeních.

Díky komplexní výuce těchto základních navigačních zásad získají studenti znalosti a dovednosti potřebné k přesné a jisté navigaci v různých letových scénářích.

5.3.6. Téma 11: Struktura FMS

V tématu 11 studenti proniknou do složitosti Flight Management System (FMS), který zajišťuje optimalizaci provedení letu a získají komplexní znalosti o jeho struktuře a funkcích.

Zjistí, že systém FMS se skládá ze dvou hlavních částí: Flight Management Computer (FMC) a Control Display Unit (CDU). Počítač FMC slouží jako ústřední centrum systému FMS a usnadňuje ukládání, zpracování a správu základních navigačních dat. Umožňuje pilotům rozličné funkce, jako jsou plánování letu, optimalizace funkcí letadla, výpočet polohy letadla a výběr údajů z navigačních čidel.

Kromě toho studenti prozkoumají klíčovou roli CDU, které slouží jako rozhraní mezi letovou posádkou a FMC a umožňuje bezproblémové ovládání a interakci s FMS. Osvojí si používání CDU pro přístup ke kritickým informacím a provádění různých funkcí nezbytných pro efektivní řízení letu.

5.3.7. Téma 12: Struktura a funkce INS/IRS

V tématu 12 se studenti seznámí s inerciálním navigačním systémem (INS) a jeho moderním protějškem, inerciálním referenčním systémem (IRS), což jsou klíčové součásti autonomní navigace v letadlech.

Studenti se seznámí se základními principy fungování INS, což je zcela samostatný systém bez závislosti na externích zařízeních. Prostřednictvím komplexního studia studenti objasní složité součásti, z nichž se INS skládá, včetně akcelerometrů, integrátorů a stabilizované nosné základny, a získají ucelené znalosti o jeho vnitřním fungování.

Kromě toho studenti přejdou do oblasti IRS, pokročilé iterace INS navržené k překonání jeho omezení. Rozebírají technologický pokrok, který je vlastní IRS, jako je využití laserových gyroskopů využívajících princip Dopplerova jevu pro určení polohy, na rozdíl od mechanických gyroskopů používaných v INS.

Jelikož je kurz zaměřený na budoucí piloty, mají studenti za úkol zvládnout provozní složitosti těchto systémů na palubě letadla, pochopit jejich funkce a proniknout do procesu sesouhlasení, který je nezbytný pro jejich bezproblémové začlenění do letového provozu.

5.4. DRN – Radionavigace I

V oblasti letectví je účinná radionavigace nezbytná pro zajištění přesného a spolehlivého určení polohy a navádění letadel. Kurz DRN je věnován seznámení studentů s principy, technologiemi a metodikami provozu radionavigačních systémů.

Učební plán DRN, který je přizpůsoben tak, aby sloužil jako přípravný kurz pro získání licence ATPL(A), zahrnuje komplexní výuku principů, technologií a provozních metodik radionavigace. Studenti se seznámí se základními pojmy, na nichž jsou založeny radionavigační systémy, včetně použití, principů fungování a klíčových součástí různých radionavigačních zařízení.

Cílem předmětu DRN je podpořit hluboké porozumění radionavigačním metodám a jejich praktickému využití v navigaci letadel. Prostřednictvím teoretické výuky a praktických cvičení se studenti naučí interpretovat výstupní informace z radionavigačních systémů a využívat tyto údaje pro přesně určení polohy a vedení letadla.

Kurz DRN nabízí vhled do zavedených i nově vznikajících radionavigačních technologií a připravuje studenty na jistou navigaci v různých prostředích vzdušného prostoru.

Tabulka 2: Osnova předmětu DRN [autor]

Týden	Téma
1.	Úvod a základy radiotechniky
2.	Šíření elektromagnetických vln v atmosféře Země
3.	Využití Dopplerova jevu v letecké radiotechnice
4.	VDF – letecké pozemní zaměřovače
5.	NDB – letecký všesměrový maják; ADF – palubní automatických rádiový kompas
6.	VOR, DVOR – Pozemní směrové rádiové majáky

7.	ILS – Letecký přibližovací systém
8.	MLS – Letecký přibližovací systém
9.	Základy radiolokace; Druhy radarů
10.	Letecké primární přehledové impulsní radary
11.	AWR – letecký palubní povětrnostní radar
12.	Pasivní radary

5.4.1. Téma 1: Úvod a základy radiotechniky

V úvodní části kurzu Radionavigace I se studenti seznámí se základními principy rádiových vln, jejich obecnými vlastnostmi a klíčovými parametry střídavého napětí. Při hlubším pronikání do složitostí rádiové komunikace v letectví se studenti seznámí s frekvenčními pásmy určenými pro použití v letectví, která jsou pečlivě vymezena na obr. 4.

V rámci dalšího obohacení znalostí studenti proniknou do oblasti modulací, které zahrnují různé techniky, jako je amplitudová modulace, frekvenční modulace, fázová modulace a impulsní modulace. Prostřednictvím podrobného studia a praktického použití studenti odhalí charakteristické vlastnosti a aplikace každé modulační metody.

Kromě toho se seznámí s rozmanitou škálou antén používaných v letectví a s jedinečnými technickými parametry určujícími jejich charakteristiku. Dále se seznámí s konstrukčními složitostmi a provozními aspekty různých typů antén a získají dovednost vyhodnocovat a vybírat nejvhodnější konfiguraci antén pro různé aplikace.

<i>Kmitočet</i>	<i>Délka vlny</i>	<i>Mezinárodní zkratka</i>	<i>České značení</i>	<i>Použití v letectví</i>
0,3-3kHz	1000-100km	ELF (Extremely Low Frequency)	EDV extrémně dlouhé vlny	v letectví nejsou využívány
3-30kHz	100-10km	VLF Very Low Frequency	VDV velmi dlouhé vlny	pro rádiové systémy daleké navigace (RSDN)
30-300kHz	10-1km	LF Low Frequency	DV dlouhé vlny	pro RSDN a NDB/ADF
0,3-3MHz	1000-100m	MF Medium Frequency	SV střední vlny	pro NDB/ADF
3-30MHz	100-10m	HF High Frequency	KV krátké vlny	pro komunikaci na větší vzdálenosti
30-300MHz	10-1m	VHF Very High Frequency	VKV velmi krátké vlny	pro komunikaci, VDF, ILS a VOR
0,3-3GHz	10-1dm	UHF Ultra High Frequency	UKV ultra krátké vlny	pro komunikaci, VDF, ILS, DME, GNSS a radary
3-30GHz	10-1cm	SHF Super High Frequency	mikrovlny	pro radarovou techniku a MLS
30-300GHz	10-1mm	EHF Extremely High Frequency	mikrovlny	pro radarovou techniku

Obrázek 4: Základní dělení kmitočtů rádiových vln [7]

5.4.2. Téma 2 a 3: Šíření elektromagnetických vln v atmosféře Země a Dopplerův jev

V tématu 2 se studenti vydají na cestu do složité oblasti šíření elektromagnetických vln a proniknout do jejich mnohotvárné povahy. Prostřednictvím komplexního studia se studenti seznámí s různými typy elektromagnetických vln, včetně povrchové vlny, odražené prostorové vlny, přímé vlny, vlny odražené od Země, přímé prostorové vlny a přízemní vlny. Každý typ vlny je pečlivě prozkoumán, jsou objasněny jeho jedinečné vlastnosti a frekvenční pásma, ve kterých se projevuje.

Studenti se dále ponoří do důkladného zkoumání ionosféry a jejich vrstevnatých vrstev a uvědomí si jejich klíčový význam v oblasti letectví.

V tématu 3 se studenti ponoří do zkoumání Dopplerova jevu a jeho důsledků pro leteckou navigaci.

5.4.3. Téma 4: VDF

V tématu 4 se studenti pustí do komplexního zkoumání pozemního rádiového zaměřovače (VDF) a proniknou do fungování tohoto navigačního zařízení. S pečlivou pozorností věnovanou detailům se studenti seznámí s různými součástmi a funkcemi VDF a získají detailní znalosti o jeho provozním rámci.

V průběhu celého tématu se studenti podrobně zabývají anténami tvořícími systém VDF a pečlivě analyzují jejich konstrukci, konfiguraci a úlohy usnadňování přesně směrové detekci. Dále studenti zkoumají frekvenční pásmo, ve kterém VDF pracuje, a odhalují technické specifikace a parametry, jimiž se řídí jeho efektivní výkon.

Dále se studenti seznámí se směrovými vyzařovacími diagramy, které jsou vlastní systému VDF, a objasní si principy, jimiž se řídí šíření a příjem signálu. Kromě toho studenti procházejí podrobným zkoumáním možných chyb, kterými se vyznačuje zařízení VDF, a pečlivě zkoumají zdroje nepřesností a strategie pro zmírnění chyb.

5.4.4. Téma 5: NDB a ADF

V tématu 5 se studenti seznámí s leteckým všesměrovým majákem (NDB) a jeho symbiotického vztahu s palubním automatickým rádiovým kompasem (ADF) a odhalí základní principy, kterými se řídí jejich společná funkce. V souladu se strukturovaným přístupem předchozího tématu se studenti pustí do komplexního zkoumání konstrukce antén, směrových vyzařovacích diagramů a frekvenčního pásma specifického pro provoz NDB.

S důrazem na praktické využití studenti získají ucelené pochopení toho, jak jsou relevantní informace přenášeny ze stanic NDB k pilotům na palubě letadel, a objasní mechanismy, kterými jsou předávány a interpretovány klíčové navigační údaje. Kromě toho mají studenti za úkol identifikovat a analyzovat faktory, které mohou nepříznivě ovlivnit provoz ADF, a získat dovednosti, které jim umožní zmírnit potenciální problémy.

5.4.5. Téma 6: VOR a DVOR

V tématu 6 se studenti ponoří do složitostí systémů VKV všesměrových radiomajáků (VOR) a Dopplerových radiomajáků (DVOR). Stejně jako v předchozích tématech studenti pečlivě rozebírají konstrukci a konfiguraci antén zařízení VOR a získávají vhled do základních mechanismů, které řídí jejich fungování.

S praktickým zaměřeným přizpůsobeným začínajícím pilotům studenti docházejí složitostmi příjmu a interpretace signálu na palubě letadla a seznamují se s přístroji používanými k zobrazení přijímaných signálů. Dále studenti prozkoumají nuance, které odlišují konvenční systémy VOR od jejich moderních protějšků, DVOR, jež využívají Dopplerův efekt ke zvýšení navigační přesnosti a spolehlivosti.

Při komplexním zkoumání provozních problémů studenti identifikují běžné chyby vlastní systémů VOR a vypracují strategie pro zmírnění jejich dopadu, čímž zajistí optimální výkon a přesnost v reálných letových scénářích.

5.4.6. Téma 7: ILS

V tématu 7 se studenti seznámí se systémem řízení přesného přiblížení na přistání (ILS), který je základem přesných postupů přiblížení a přistání v letectví. Na základě strukturovaného přístupu podobného předchozím tématům se studenti pustí do podrobného zkoumání tří základních částí tvořících systém ILS: kurzový maják (Localizer – LLZ), sestupový maják (Glide Path – GP) a polohová návěstidla (Markers – MKR).

Studenti důkladně prozkoumají konstrukci, funkčnost a provozní charakteristiky každé složky ILS a získají pochopení jejich kritických rolí při usnadňování bezpečných a přesných přistání. Studenti také zkoumají frekvenční pásma využívaná těmito součástmi a analyzují běžné chyby spojené s jejich provozem, čímž se vybaví znalostmi pro odstraňování potenciálních problémů.

Základem systému ILS je princip porovnávání hloubky amplitudové modulace, při němž se porovnávají signály vysílané LLZ, případně GP. Studenti prozkoumají horizontální a vertikální provozní oblasti systému ILS a vymezí ochranné zóny nezbytné pro zajištění optimální funkčnosti a spolehlivosti.

5.4.7. Téma 8: MLS

Osmé téma je zaměřeno na mikrovlnný systém řízení přesného přiblížení na přistání (MLS), což je modernější náhrada za systém ILS. Systém MLS, který se vyznačuje inovativním využitím technologie TDM (Time Division Multiplexing), přináší revoluci v postupech přiblížení a přistání tím, že umožňuje přenos většího počtu signálů na jedné frekvenci.

Studenti se při studiu systému MLS zabývají jeho konstrukcí, provozními principy a rozdělením kmitočtových pásem a porovnávají jej s jeho předchůdcem, systémem ILS. Na rozdíl od systému ILS, který se při analýze signálu spoléhá na rozdíly v hloubce amplitudové modulace, systéme MLS využívá technologii TDM, která soustřeďuje různé informační prvky do předem definovaných segmentů přenosu.

5.4.8. Téma 9: Základy radiolokace a druhy radarů

V tématu 9 se studenti pustí do zkoumání radarových systémů, počínaje základními znalostmi principů, aplikací a provozních mechanismů radaru. Radar, což je zkratka anglického názvu Radio Detection and Ranging, slouží v letectví jako důležitý nástroj pro měření vzdáleností k cílům a určování směrů vysílání a příjmu rádiových vln vyměřovaných s těmito cíli.

Ústředním prvkem funkčnosti radaru je interakce mezi vysílanými rádiovými vlnami a odrazivými cíli, což pro účinnou detekci vyžaduje buď aktivní, nebo pasivní odraz rádiových signálů. Studenti se seznámí se základními aspekty konstrukce radaru, včetně parametrů, jako

jsou opakovací perioda radaru (PRI), opakovací kmitočet radaru (PRF) a klíčové veličiny k určování dosahu radaru.

Studenti se dále seznámí s různými druhy radarů, o kterých je později hlouběji pojednáváno.

5.4.9. Téma 10: Letecké primární přehledové radary

V tématu 10 se studenti seznámí s primárními přehledovými radary (PSR), což jsou klíčové přístroje pro sledování pohybu letadel, které usnadňují letové provozní služby (ATS) a poskytují komplexní přehled o situaci ve vzdušném prostoru. Prostřednictvím komplexního zkoumání studenti získají vhled do provozních složitostí radarových systémů a proniknou do rozmanité škály přehledových radarů používaných v letectví.

Studenti se seznámí s různými klasifikacemi přehledových radarů, které zahrnují oblastní přehledové radary, radary pro přesné přiblížení, pozemní přehledové radar, meteorologické radary a sekundární přehledové radary.

Studenti dále podrobně zkoumají chyby a přesnosti spojené s těmito radarovými systémy, což jsou základní aspekty jejich provozní spolehlivosti a účinnosti.

5.4.10. Téma 11: AWR

V tématu 11 se studenti seznámí s palubním meteorologickým radarem (AWR), který je součástí leteckého přístrojového vybavení využívaného pro sledování počasí, mapování terénu, měření traťové rychlosti a funkce systému ACAS. Prostřednictvím podrobného zkoumání studenti získají znalost o mnohostranných schopnostech a provozních principech AWR.

Studenti se seznámí s konstrukcí systému a frekvenčním pásmem, ve kterém přístroj pracuje. S hlavním důrazem na praktické využití získají studenti základní dovednosti v ovládnání systémů AWR na palubě letadel, objasní jejich rozmanité funkce a provozní postupy přizpůsobené požadavkům pilotů.

Zvláštní význam má diskuse o moderních pokrocích v oblasti AWR, které zahrnují specializované obvody umožňující detekci nebezpečných povětrnostních jevů, jako je stříh větru nebo downburst³⁶.

5.4.11. Téma 12: Pasivní radary

V posledním tématu se studenti dovídají o pasivních radarech, které poskytují alternativu k tradičním aktivním radarovým systémům používaným v letectví. Vysvětlí si rozdíly mezi

³⁶ Downburst je silný a náhlý proud vzduchu směřující k zemi z bouřkového oblaku. Tento meteorologický jev je často spojen s bouřkovými systémy a je známý svou vysokou intenzitou a krátkým trváním.

aktivní a pasivní radarovou techniky a obecně si řeknou o systémech, které se řadí mezi pasivní radary.

5.5. ERN – Radionavigace II

Kurz ERN navazuje na základní principy představené v kurzu DRN a představuje pokrok směrem k hlubšímu pochopení a praktickému využití radionavigačních zařízení v letectví. V této kapitole se autor zabývá základními součástmi a cíli kurzu ERN, jehož cílem je vybavit studenty pokročilými znalostmi a dovednostmi v oblasti radionavigačních systémů.

Jako přirozené pokračování kurzu DRN, který studentům poskytl obecný a teoretický přehled o radionavigace, se kurz ERN zabývá konkrétními funkcemi a provozními složitostmi různých typů radionavigačních zařízení. Studenti získají ucelený přehled o provozu, využití a interpretaci výstupních informací z nejrůznějších radionavigačních zařízení běžně používaných v letadlech.

Hlavním cílem kurzu ERN je podpořit komplexní porozumění radionavigačním zařízením a jejich praktickému využití v leteckém provozu. Prostřednictvím teoretické výuky a praktických cvičení si studenti osvojí dovednost využívat radionavigační systémy k přesnému určení polohy letadla a bezpečné navigaci ve vzdušném prostoru.

Tabulka 3: Osnova předmětu ERN [autor]

Týden	Téma
1.	Úvod a opakování kurzu DRN
2.	SSR – princip činnosti, módy, kódy, druhy
3.	DME – účel, použití, vlastnosti, spolupráce s TACAN
4.	RNAV – systém prostorové navigace
5.	EFIS – struktura řízení, CDU, symbolika, zobrazení navigační situace
6.	GNSS – GPS, GLONASS, Galileo – účel, použití
7.	GPS – princip činnosti, služby
8.	GPS – modernizace, porovnání s GLONASS a Galileo
9.	WAAS – princip činnosti, způsob realizace v Evropě

10.	LAAS – princip činnosti, způsob realizace
11.	Systémy daleké navigace – LORAN-C, DECCA
12.	ADS/ADS-B

5.5.1. Téma 1: Úvod a opakování kurzu DRN

V úvodním tématu kurzu ERN – Radionavigace II se studenti věnují komplexnímu přehledu základních pojmů a principů, které byly probrány v předchozím kurzu DRN – Radionavigace I. Prostřednictvím této retrospektivní zkoušky si studenti upevní znalosti základních radionavigačních základů a ukotví si znalostní základu v rámci přípravy na pokročilejší témata.

Kromě toho se studenti seznámí se strukturálním rámcem kurzu ERN, získají přehled o tematickém uspořádání a rozeznají klíčová témata určená ke zkoumání.

5.5.2. Téma 2: SSR

Ve druhém tématu studenti proniknou do složitostí sekundárního přehledového radaru (SSR) a rozeberou jeho základní principy, provozní režimy a kódy. Ústředním bodem tohoto zkoumání jsou režimy SSR, konkrétně režimy A, C a S, přičemž režim S vyniká největším počtem funkcemi.

Studenti zkoumají omezení spojená s režimy A a C a zároveň zdůrazňují pokroky, které nabízí režim S, známý svou přesností. Kritický aspekt funkčnosti SSR spočívá v synergické interakci mezi dotazovačem a odpovídačem, která je podpořena výměnou signálů DOTAZ a ODPOVĚĎ. Prostřednictvím podrobné analýzy studenti získají vhled do složení a vlastností těchto klíčových signálů a objasní jejich úlohu při usnadňování účinné radarové komunikace a identifikace cíle.

5.5.3. Téma 3: DME

Ve třetím tématu tohoto kurzu se studenti seznámí s palubním dálkoměrným zařízením (DME). Podobně jako u SSR usnadňuje bezproblémová koordinace mezi dotazovačem a odpovídačem v DME přesné měření šikmé vzdálenosti od letadla k pozemním odpovídačům.

Při hlubším zkoumání studenti odhalí provozní frekvenční pásmo DME, jeho přirozená omezení a jeho integraci s doplňkovými systémy.

5.5.4. Téma 4: RNAV

Ve čtvrtém tématu se studenti seznámí se složitostmi prostorové navigace (RNAV), což je navigační technika, která umožňuje letadlům proletět jakoukoli dráhou v rámci pokrytí pozemní navigační infrastrukturou. Ústředním prvkem RNAV je navigační počítač, který zpracovává klíčové vstupy včetně vzdáleností ke stanicím DME, radiálů z VOR, TAS a kurzu letadla. Systém následně generuje klíčové výstupní údaje, jako jsou vzdálenost k WPT, odhadovaný čas překročení WPT, GS nebo odchylka od zamýšlené dráhy.

Studenti zkoumají výhody RNAV, včetně optimalizace rozestupů mezi letadly, usnadnění přímých tras mezi body na trati, zvýšení kapacity vzdušného prostoru a zjednodušení výběru vyčkávacích prostorů. Kromě toho se studenti seznámí s různými úrovněmi RNAV, od 2D po 4D, a také s různými typy RNAV.

Vzhledem k zaměření kurzu na přípravu budoucích profesionálních pilotů získají studenti také praktické poznatky o tom, jak jsou informace RNAV přenášeny do letadel a jak jsou zobrazovány pilotům.

5.5.5. Téma 5: EFIS

V pátém tématu se studenti seznámí s elektronickým systémem letových přístrojů (EFIS), který je sofistikovanou elektronickou alternativou tradičních elektromechanických letových přístrojů. Při pronikání do složitostí systému EFIS se studenti seznámí s jeho architekturou, která se skládá ze dvou generátorů symbolů (SG), dvou ovládacích panelů (CP) a dvou elektronických ukazatelů polohy (EADI) nebo primárních letových displejů (PFD) spolu se dvěma elektronickými horizontálními ukazateli (EHSI) nebo navigačními displeji (ND).

Dále si studenti osvěží znalost řídicí zobrazovací jednotky (CDU), s níž se již dříve setkali v kapitole o FMS, a upevní si tak své znalosti o její funkci.

5.5.6. Téma 6: GNSS

V šestém tématu se studenti ponoří do oblasti globálních družicových navigačních systémů (GNSS) a seznámí se s klíčovými systémy, jako jsou GPS, GLONASS a evropský GALILEO. Při pronikání do GNSS studenti pochopí základní princip fungování GNSS, který zahrnuje tři segmenty: řídicí, kosmický a uživatelský, přičemž každý z nich hraje klíčovou roli ve fungování systému. Díky tomuto zkoumání získají studenti cenné poznatky o funkcích a významu jednotlivých segmentů.

5.5.7. Téma 7 a 8: GPS

V následujícím tématu se studenti zaměří na konkrétní variantu GNSS, tedy na GPS. Proniknou do systému NAVSTAR GPS, pochopí jeho strukturu a provozní dynamiku, včetně jeho konstelace sestávající z 24 NUDZ rozmístěných na šesti oběžných drahách. Dále studenti pochopí rozmanitou škálu služeb, které GPS nabízí, zahrnující dvě základní kategorie: SPS a PPS. Studenti se hlouběji seznámí s problémy, které představují chyby měření, a prozkoumají strategie, jak tyto nepřesnosti zmírnit a odstranit. Kromě toho odhalí složitosti kódů satelitního signálu GPS.

V osmém tématu se studenti seznámí s vývojem GPS a prozkoumají technologie modernizace jako jsou ABAS, GBAS a SBAS.

Technologie ABAS zahrnuje dvě základní funkce. První z nich, RAIM, má za cíl zvýšit spolehlivost přijímače a přesnost měření. Mezitím AAIM porovnává měření polohy GPS s měřeními získanými z jiných zařízení.

Technologie GBAS využívá referenční stanice k umožnění provozu GNSS v diferenciálním režimu, čímž se studenti dostávají k problematice systémů LAAS a WAAS, které jsou podrobněji popsány v následujícím tématu.

Kromě toho se studenti zabývají technologií SBAS, která se zaměřuje na zdokonalení řízení a provozu vesmírného segmentu.

Studenti také srovnají systém GPS s konkurenčními systémy GLONASS a Galileo a odhalí rozdíly, výhody a nevýhody těchto systémů.

5.5.8. Téma 9 a 10: WAAS a LAAS

V devátém tématu se studenti hlouběji seznámí se systémem WAAS (Wide Area Augmentation System) a jeho úlohou při rozšiřování signálů GPS za účelem zvýšení přesnosti a integrity pro letecké účely. Prozkoumají jeho nasazení na letištích, integraci do letecké infrastruktury a využití pro zlepšení přesnosti navigace v kritických fázích letu. Kromě toho studenti získají přehled o zavádění systému WAAS v Evropě s ohledem na faktory, jako je přesnost a oblast pokrytí.

Následujícím tématem je systém LAAS (Local Area Augmentation System): studenti se naučí provozní principy, zásadní podporu přesného přiblížení a seznámí se s jeho architekturou. Velkou výhodou systému LAAS jsou vysoce přesné navigační informace v konečném přiblížení na přistání. Navzdory svému lokalizovanému pokrytí nabízí LAAS výjimečnou přesnost, což zvyšuje bezpečnost a efektivitu letu.

5.5.9. Téma 11: Systémy daleké navigace – LORAN-C a DECCA

V jedenáctém tématu budou studenti obeznámeni s navigačními systémy dlouhého dosahu LORAN-C a DECCA, významnými pomocníky, kteří se využívali především před nástupem GPS. Přijímače LORAN-C měří časy příchody signálu a triangulací³⁷ určují polohu. Podobně systém DECCA využívá hyperbolickou navigaci a k výpočtu polohy využívá rozdíly v časech příchodu signálu.

Studenti budou zkoumat vlastnosti a omezení systému, včetně oblastí pokrytí, přesnosti a náchylnosti k rušení.

5.5.10. Téma 12: ADS/ADS-B

V poslední části kurzu se studenti zabývají systémy ADS a ADS-B, které jsou klíčovou součástí moderního řízení letového provozu. Tyto systémy umožňují letadlům vysílat údaje o poloze, rychlosti a další údaje získané z palubních navigačních systémů.

Studenti se seznámí s principy fungování systémů, které spočívají v autonomním vysílání údajů o poloze a záměrech letadel prostřednictvím satelitních nebo pozemních vysílačů. Tyto údaje pak využívá řízení letového provozu pro lepší dohled a situační přehled.

Studenti si řeknou výhody systémů ADS a ADS-B, včetně zlepšení sledování letadel, zvýšení bezpečnosti díky informovanosti o provozu v reálném čase a zvýšení efektivity řízení vzdušného prostoru.

Inženýrské studium

5.6. OLN – Letecká navigační technika

Kurz OLN představuje zkoumání principů a technologií letecké navigace na magisterské úrovni. Na rozdíl od kurzu DLG, který se ve své podstatě zabývá stejnou problematikou na bakalářské úrovni a zaměřuje se na praktické aplikace a přípravný výcvik k získání licence ATPL(A), kurz OLN se hlouběji zabývá teoretickými znalostmi a technologickým pokrokem v oblasti letecké navigace.

Jádrem kurzu OLN je poskytnout studentům komplexní porozumění principům fungování a požadavkům na konstrukci různých typů navigačních pomůcek a systémů. Zaměřením na teoretické znalosti a prohloubením porozumění v oblasti letecké navigační techniky jsou

³⁷ Triangulace je geometrická metoda, která se používá k určení polohy bodu v rovině nebo ve třírozměrném prostoru pomocí znalosti jeho vzdálenosti od tří známých bodů nebo pozorovacích stanic.

studenti vybaveni pro zvládnání složitých výzev a přispívají k rozvoji navigačních zařízení a systémů v leteckém průmyslu.

Tabulka 4: Osnova předmětu OLN [autor]

Týden	Téma
1.	Úvod; Galaxie; Sluneční soustava; Země
2.	Navigační veličiny
3.	Souřadnicové systémy používané v letecké navigaci
4.	Mapy pro leteckou navigaci
5.	Tratě letů
6.	Letecká navigační zařízení; Letecké navigační prostředky
7.	Letecké navigační systémy; Poloha letadla
8.	Měření navigačních veličin; Chyby měření
9.	Navigace výpočtem; INS; Tlaková navigace; RVSM
10.	Současné metody navigace letadel a ŘLP (RNAV, PBN)
11.	Automatizované systémy navigace a řízení letu (FMS)
12.	Komunikace v letecké navigaci (ATN, AFTN, AMS, AMSS)

5.6.1. Téma 1: Úvod, Galaxie, Sluneční soustava a Země

V prvním tématu navazujícího magisterského kurzu jsou studenti seznámeni se sylabem kurzu OLN, který věrně kopíruje obsah probíraný v prvním tématu kurzu DLG, viz kapitola 5.3.1.

5.6.2. Téma 2: Navigační veličiny

Ve druhém tématu se studenti seznámí s navigačními proměnnými a s klíčovými veličinami, které jsou pro navigaci nezbytné. Patří mezi ně souřadnice zeměpisné šířky a délky, kurz, TAS, GS, rychlost a směr větru, vzdálenost, čas nebo RNP.

5.6.3. Téma 3: Souřadnicové systémy používané v letecké navigaci

Ve třetím tématu se studenti seznámí s různými souřadnicovými systémy používanými v letecké navigaci. Prozkoumají základní pojmy zeměpisných souřadnicových systémů, včetně zeměpisné šířky a délky, které poskytují globální rámec pro určování polohy na zemském povrchu. Kromě toho se studenti seznámí s kartézským souřadnicovým systémem používaným pro znázornění polohy v trojrozměrném prostoru, který je klíčový pro navigaci letadel a plánování letů. Pochopení těchto souřadnicových systémů je nezbytné pro přesnou navigaci, plánování tras a komunikaci v oblasti letectví.

5.6.4. Téma 4 a 5: Mapy pro leteckou navigaci a tratě letů

Ve čtvrtém tématu získají studenti základní informace o mapách používaných v letectví, které jsou velmi podobné obsahu uvedenému v kapitole 5.3.4. Na rozdíl od učebních osnov uzpůsobených pro začínajícího profesionálního pilota však tento kurz zjednodušuje výuku tím, že vynechává hluboké detaily, které se týkají především profesionálních pilotů. Přesto si studenti osvojí základní znalosti o leteckých mapách, které jsou klíčové pro pochopení základních navigačních pojmů a principů. Kromě toho se studenti naučí vytyčovat letové trasy, což dále posílí jejich praktické dovednosti v oblasti letecké navigace.

5.6.5. Téma 6 a 7: Letecká navigační zařízení, systémy, prostředky a poloha letadla

V těchto tématech si studenti osvojí techniky pro přesné určení polohy letadla. Seznámí se se základními pojmy, jako jsou vizuální pozorování, polohová čára a zaměření pomocí radionavigačních zařízení. Kromě toho studenti prozkoumají různé faktory, které mohou vnášet chyby do určování polohy, včetně časování polohových čar a přesnosti jejich zákresu, a objeví metody, jak tyto chyby zmírnit a zvýšit tak přesnost. Studenti navíc definují pojem elipsy chyb, která představuje křivku stejné pravděpodobnosti při určování polohy letadla, čímž získají znalosti o analýze chyb.

Rovněž se seznámí s širokým spektrem navigačních systémů a prostředků, které pomáhají pilotům určovat polohu letadla s vysokou přesností.

5.6.6. Téma 8: Měření navigačních veličin a chyby měření

V osmém tématu se studenti seznámí s měřením navigačních veličin, přičemž se zaměří zejména na pochopení chyb měření. Seznámí se se základními pojmy včetně systematické

chyby, náhodných veličin, střední kvadratické chyby a distribuční funkcí. Kromě toho budou studenti definovat klíčové pojmy, jako je přesnost, což jim umožní komplexně pochopit faktory ovlivňující přesnost navigačních měření. Toto téma vybaví studenty základními znalostmi potřebnými pro přesné vyhodnocování a interpretaci navigačních dat.

5.6.7. Téma 9: Navigace výpočtem, INS, Tlaková navigace a RVSM

V devátém tématu se studenti seznámí s podobnými koncepty jako v kapitolách 5.3.5. a 5.3.7., které zahrnují informace o navigaci výpočtem a tlakové navigaci. Dále se budou zabývat koncepcí Reduced Vertical Separation Minimum (RVSM), což je systém zaměřený na snížení minimálního rozstupu mezi letadly za letu. Tento přístup nejen zvyšuje kapacitu vzdušného prostoru, ale také usnadňuje optimalizace letových tras a přispívá k efektivnějšímu řízení letového provozu.

5.6.8. Téma 10: Současné metody navigace letadel – RNAV a PBN

V tomto tématu se studenti seznámí se současnými metodami navigace letadel, včetně podrobných diskusí o RNAV, jak je popsáno v kapitole 5.5.4., a o navigaci založené na výkonnosti (PBN). Získají vhled do PBN, který umožňuje letadlům navigovat se na základě jejich individuálních výkonnostních charakteristik a palubního vybavení, což se odchyluje od tradičních fixních navigačních bodů. S využitím nejmodernějších technologií, jako je GNSS a FMS, umožňuje PBN letadlům prolétávat přímé trasy, čímž revolučně zvyšuje efektivitu a přesnost navigace.

5.6.9. Téma 11: FMS

V jedenáctém tématu jsou studenti seznámeni s FMS, obsah tématu je obdobný viz kapitola 5.3.6.

5.6.10. Téma 12: Komunikace v letecké navigaci

V tomto tématu se studenti obecně seznámí s důležitostí efektivní komunikace v letecké navigaci, s komunikačními postupy a protokoly používanými v leteckém provozu. Seznámí se s komunikačními kanály v leteckém prostředí, jako jsou digitální datalinky a komunikační systémy na palubě letadel.

5.7. OZL – Zabezpečovací letecká technika

Kurz OZL představuje pokročilé zkoumání bezpečnostních zařízení a navigačních systémů v leteckém průmyslu. Podobně jako kurzy DRN a ERN, Radionavigace I a II, se kurz OZL zabývá principy a fungováním bezpečnostních zařízení letadel, navigačních systémů dlouhého a krátkého dosahu a různými aspekty technologie řízení letového provozu.

Na rozdíl od kurzů DRN a ERN, které jsou součástí bakalářského studia oboru Profesionální pilot a jsou přípravou pro zvládnutí zkoušky ATPL(A), je kurz OZL nabízen v magisterském studiu. Slouží jako pokročilý navazující kurz, který studentům poskytuje hlubší vhled do nových koncepcí v oblasti technologie řízení letového provozu a bezpečnostních systémů.

V průběhu kurzu OZL se studenti seznámí s cíli, úkoly a provozními principy kritických bezpečnostních zařízení, navigačních systémů a radarových technologií. Prostřednictvím probíraných témat, jako jsou pevné a mobilní palubní služby, primární a sekundární radar, získají studenti komplexní znalosti nástrojů a technologií nezbytných pro zajištění bezpečnosti a zabezpečení letového provozu.

Kurz OZL navíc přesahuje tradiční navigační a bezpečnostní vybavení a zabývá se vyvíjejícím se prostředím systémů řízení a zabezpečení letového provozu. Studenti se seznámí s novými koncepcemi a technologiemi, které by měly utvářet budoucnost řízení letového provozu v příštích dvou desetiletích, včetně automatizovaných systémů řízení letového provozu a pokročilých bezpečnostních opatření.

Tabulka 5: Osnova předmětu OZL [autor]

Týden	Téma
1.	Úvod; Základy radiotechniky; Rádiové kmitočty
2.	Rádiové zaměřovače (VDF, ADF/NDB); Úhломěrné systémy (VOR, DVOR)
3.	ILS
4.	MLS
5.	Radarová pozemní a palubní technika
6.	Dálkoměrné systémy DME; Palubní systémy TCAS/ACAS
7.	Navigace na velké vzdálenosti (LORAN-C, DECCA, VERA)

8.	Moderní navigace – GPS, DGPS
9.	Evropská koncepce sledování letového provozu (aktivní a pasivní systémy)
10.	Moderní komunikace – hlas, data (VDL, ATN, CIDIN)
11.	Koncepce budoucích systémů CNS/ATM, FANS, FEATS
12.	Automatizované systémy letového provozu

5.7.1. Téma 1: Úvod, základy radiotechniky a rádiové kmitočty

V úvodním tématu kurzu OZL se studenti dozví strukturu a cíl kurzu. Po tomto úvodu se ponoří do základů radiotechniky a osvojí si klíčové pojmy objasněné v kapitolách 5.4.1. a 5.4.2.

5.7.2. Téma 2: VDF, ADF/NDB a VOR/DVOR

Ve druhém tématu studenti probírají učivo popsané v kapitolách 5.4.3. a 5.4.4.

5.7.3. Téma 3 a 4: ILS a MLS

V těchto tématech studenti probírají učivo popsané v kapitolách 5.4.6. a 5.4.7.

5.7.4. Téma 5: Radarová pozemní a palubní technika

V tomto tématu studenti probírají učivo popsané v kapitolách 5.4.8. a 5.4.9.

5.7.5. Téma 6: DME a TCAS/ACAS

V šestém tématu se studenti seznámí se složitostí zařízení pro měření šikmé vzdálenosti (DME), podobně jak je popsáno v kapitole 5.5.3. Poté se studenti zaměří na systémy TCAS/ACAS. Budou podrobně zkoumat principy, funkce a provozní modalitu těchto důležitých avionických systémů, které jsou nezbytné pro zajištění bezpečného vyhnutí dvou nebo více letadel.

5.7.6. Téma 7: Navigace na velké vzdálenosti – LORAN-C, DECCA a VERA

V tomto tématu se studenti zabývají tématy podobnými těm, která byla objasněna v kapitole 6.5.9., a zároveň rozšíří svůj obzor o systém VERA. VERA představuje český radarový systém pečlivě vytvořený pro sledování a rozeznávání letadel ve vzdušném prostoru. Za zmínku stojí

jeho pozoruhodná mobilita, díky níž je vhodný pro tajné vojenské operace vyžadující maximální diskretnost.

5.7.7. Téma 8: GPS a DGPS

V osmém tématu se studenti zabývají GPS podobně jako v kapitole 5.5.7., a zároveň si představí diferenční GPS (DGPS). DGPS je metoda používaná v GBAS, která vylepšuje přesnost GPS tím, že koriguje chyby signálů způsobené atmosférickými podmínkami a dalšími faktory. Tato korekce se dělá pomocí referenčních stanic umístěných na známých pozicích, které měří rozdíly mezi skutečnou a zjištěnou polohou.

5.7.8. Téma 9: Evropská koncepce sledování letového provozu

Studenti se seznámí s Evropskou koncepcí sledování letového provozu jako strategickým rámcem pro modernizace sledování letového provozu v Evropě. Tato koncepce je klíčovou součástí programu Jednotné evropské nebe (SES) a je úzce spojena s projektem SESAR, který se zabývá výzkumem a vývojem nových technologií pro letecký provoz.

Pochopení této koncepce je důležité pro studenty, ať už z hlediska bezpečnosti, efektivity provozu nebo výzkumu a vývoje nových technologií v oblasti leteckého provozu.

5.7.9. Téma 10: Moderní komunikace – hlas, data (VDL, ATN, CIDIN)

V desátém tématu studenti proniknou do oblastí moderní komunikace, která zahrnuje systémy přenosu hlasu a dat, jež jsou nedílnou součástí letectví. Budou zkoumat různé technologie, jako jsou VDL, ATN a CIDIN. Díky komplexnímu studiu pochopí architekturu, protokoly a funkce těchto komunikačních systémů.

Dozvědí se, jak VDL usnadňuje výměnu digitálních dat mezi letadly a pozemními stanicemi, čímž zvyšuje efektivitu a bezpečnost komunikace. Kromě toho studenti prozkoumají složitosti sítě ATN, která je navržena tak, aby podporovala širokou škálu komunikačních potřeb v letectví, včetně ŘLP.

Dále se rámcově seznámí s infrastrukturou CIDIN, která usnadňuje výměnu dat a podporuje efektivní sdílení informací mezi zúčastněnými stranami.

5.7.10. Téma 11: Koncepce budoucích systémů CNS/ATM, FANS, FEATS

V tomto tématu se studenti seznámí s nejmodernějšími koncepty budoucího systému CNS/ATM, FANS a FEATS. Seznámí se s inovativními technologiemi a strategiemi, které mají

přinést revoluci v ŘLP a zvýšit bezpečnost a efektivitu letectví. Studenti se seznámí s pokročilými komunikačními protokoly, navigačními technikami a dohledovými systémy navrženými tak, aby jako absolventi vyhovovali rostoucím požadavkům na letecký provoz v budoucím vzdušném prostoru.

5.7.11. Téma 12: Automatizované systémy letového provozu

V posledním tématu kurzu OZL se studenti zabývají automatizovanými systémy letového provozu, které představují integraci pokročilých technologií pro automatizace různých aspektů ŘLP. Zabývají se pojmy, jako jsou automatizované plánování tratí, detekce a řešení konfliktů a automatizované rozhodovací procesy v rámci systémů řízení letového provozu. Studenti se seznámí s výhodami a výzvami spojenými s automatizovanými systémy, včetně zvýšení efektivity, bezpečnosti a potřeby robustních opatření pro nepředvídané události.

6. Návrh změn karet předmětů

V této závěrečné kapitole této práce se autor zabývá analýzou vývoje leteckého vzdělávání v Leteckém ústavu VUT v Brně, konkrétně se zaměřením na kurzy věnované všeobecné navigaci a radionavigaci: DLG, DRN, ERN, OLN a OZL. Cílem této kapitoly je objasnit nové poznatky, které nejsou v současné výuce obsaženy a které je třeba v budoucnu do výuky doplnit, a zároveň vyřadit poznatky, které jsou ve výuce nepotřebné. V této kapitole se autor pokusí zaměřit se na tyto změny a správně popsat, kam by se budoucí výuka těchto předmětů měla ubírat a kam by naopak její cesty vést neměly.

Na úvod kapitoly je třeba poznamenat, že některé kurzy jsou věnovány pilotům, kteří se připravují na složení teoretické zkoušky ATPL(A). Autor zdůrazňuje, že i informace, které se budoucím pilotům mohou zdát nepodstatné, jsou zahrnuty v předmětech DLG, DRN a ENR a mohou se objevit v teoretické zkoušce.

V první řadě autor upozorní na části studia, které by ve výuce omezil nebo úplně vyřadil, a poté sepíše soubor učiva, který by naopak do výuky přidal.

6.1. Změny v kurzu DLG

Tabulka 6: Úpravy v kurzu DLG [autor]

Znalosti odebrané/omezené z DLG	Znalosti přidané do DLG
Kalendáře	Početní příklady – soumrak, chyby magnetických kompasů, navigační počítadlo
Princip gyrokompasu	Gridové mapy
Dokumentace pro přípravu letu	Praktické ukázky jednotlivých zobrazení map
Početní příklady – pravidlo 1:60	Tlaková navigace
FMS	
Princip INS	
Ovládání INS/IRS	

6.1.1. Odebrané znalosti ve výuce DLG

V části předmětu DLG věnované času jsou velmi užitečné informace, avšak část s kalendáři je poněkud navíc a budoucí profesionální pilot se obejde bez vědomostí o tom, jak vznikl Juliánský či Gregoriánský kalendář, proto by autor tuto část raději vynechal. Dále v tématu o

magnetismu a kompasech je poměrně detailně popsán magnetický kompas s přímým čtením, u kterého jsou velmi dobře popsány především jeho chyby, bohužel u části s gyromagnetickými kompasy je výuka věnování spíše budoucím specialistům na gyrokompas. Princip fungování je rozebírán až příliš dopodrobna a budoucím profesionálním pilotům je tato pasáž věnována zbytečně, nehledě na to, že v otázkách Aviationexam není na gyromagnetický kompas brán takový zřetel a celou část principu vlastně obsahuje jiný předmět na LÚ, tedy DLL (Letecké palubní přístroje), do kterého se popis principu hodí daleko více.

Autor se dostává do části výpočtové navigace, kde jsou ve výuce zařazeny velmi kvalitní praktické příklady, avšak k pravidlu 1:60 je těchto příkladů až příliš. Samozřejmě otázky Aviationexam se na pravidlo velmi zaměřují, nicméně autorův osobní pohled na věc je takový, že v dnešní době piloti pravidlo zřídka kdy využijí, a proto by této části věnoval menší pozornost.

Následuje souhrn témat, u kterých autor soudí, že nejsou zvoleny správně do tohoto předmětu, ale patří do předmětu jiného, především do FLP (Plánování a provedení letu). Studenti se totiž v předmětu DLG dozvídají informace o dokumentaci pro přípravu letu, stanovení spotřeby a navigační zálohy paliva a letový plán, což sice částečně patří do navigace, ale totéž se pečlivěji probírá v jiném předmětu. Vypuštění těchto částí by uvolnilo místo pro jinou, potřebnější výuku.

Další částí, která by dle názoru autora mohla náležet, a vlastně náleží jinému předmětu, je FMS. Tento předmět sice studenti potřebují znát k tomu, aby pochopili celou řadu souvislostí, ale stejná materie je opět probírána v DLL. Jediný problém je v tom, že předmět DLG se vyučuje o semestr dříve než DLL, a proto by studentům potřebná znalost po tuto dobu mohla chybět.

V poslední řadě se autorova pozornost zaměřila na INS/IRS. Autor soudí, že by zařízení INS nemuselo být probíráno tak dopodrobna, jelikož se mechanické gyroskopy, jež INS obsahuje, v dnešní době již moc nevyužívají, a proto není třeba jejich princip a fungování tak detailně znát. Zároveň je velmi podstatná část výuky zaměřena na ovládání INS/IRS, a to i k otázkám Aviationexam. Tento výklad považuje autor za nadbytečný, navíc ovládání palubních přístrojů by nechal typovému výcviku daného letounu.

6.1.2. Přidané znalosti do výuky DLG

Následuje materie, která by měla být do předmětu přidána. Jak již bylo zmíněno, kurz DLG se hojně zaměřuje na početní příklady, především s použitím pravidla 1:60. Avšak příklady týkající

se výpočtu soumraku, západu či východu Slunce a chyby magnetických kompasů s přímým čtením jsou v kurzu nedostatečně zastoupeny, přestože jsou častými tématy v otázkách Aviationexam. Proto je vhodné, aby se na ně výuka více zaměřila a studenti dostali více příkladů k procvičení.

Další oblastí, která vyžaduje pozornost, jsou mapy. Gridové mapy jsou v kurzu nedostatečně zastoupeny a měly by být detailněji probírány, včetně praktických ukázek jejich použití a vzhledu. Praktické ukázky by se měly přidat i u Lambertovy a Mercatorovy projekce; zde by bylo přínosné do výuky fyzicky přinést mapy, na nichž by si studenti prohlédli mapové značky, které jsou ve výuce také málo zastoupeny.

Důležitým prvkem v letecké navigaci je i práce s navigačním počítačem, které se sice používá ke cvičení, avšak ne v tak dostatečné míře, aby si studenti osvojili jeho perfektní použití, což je nezbytné zejména pro teoretickou zkoušku.

Nakonec je nutné zdůraznit výuku tlakové navigace. Ačkoliv profesionální piloti tuto dovednost pravděpodobně v praxi nevyužijí, je velmi důležitá pro úspěšné zvládnutí teoretické zkoušky. Proto autor považuje za potřebné věnovat této problematice více času a pozornosti, a to jak po stránce teorie, tak po stránce praktických výpočtů.

6.2. Změny v kurzu DRN

Tabulka 7: Úpravy v kurzu DRN [autor]

Znalosti odebrané/omezené z DRN	Znalosti přidané do DRN
Modulace rádiové vlny	Rádiové vlny v ionosféře
Dopplerův jev	Zobrazení na moderních přístrojích
Goniometr	Vyčkávací obrazce
MLS	Kategorie ILS
	Početní příklady – dosah radaru
	Detekce stříhu větru
	Pasivní radary – ADS-B, MLAT, CDR

6.2.1. Odebrané znalosti ve výuce DRN

V první kapitole se studenti naučí základy radiotechniky a rádiových vln. Mezi jedno z témat patří i modulace rádiové vlny. Ačkoliv se modulace vlny využívá ve většině radionavigačních zařízení a je nutná k pochopení jejich činnosti, nemusela by být rozebírána tak dopodrobna,

jelikož na ATPL(A) zkoušce není na toto téma kladen tak velký důraz a rozsah, jenž je problematice nyní věnován je spíše v inženýrském studiu. V této kapitole je pojednáváno i o Dopplerově jevu, který si také vynutí určitý čas. Dopplerův jev studenti již znají z předchozího studia (střední škola, vysokoškolská fyzika), a proto by autor doporučoval redukovat čas strávený u tohoto tématu.

V části o ADF/NDB je rozebírán princip goniometru, který ovšem nemá ve výuce pro budoucí piloty příliš velký význam.

Dalším tématem, který by bylo možno redukovat, je MLS. I když je MLS revoluční a ve většině ohledech dominuje nad svým starším rivalem ILS, v praxi se takřka nepoužívá kvůli vysokým nákladům na implementaci, složitosti systému nebo kvůli problémům s globální standardizací. Problematice MLS je věnováno ve výuce až příliš času, přitom se s ním v praxi piloti prakticky nesetkají. Je důležité zmínit MLS, jelikož je součástí zkoušky ATPL(A), ale v menším rozsahu a více se zaměřit na jiná klíčová témata pro piloty.

6.2.2. Přidané znalosti do výuky DRN

Jak již bylo zmíněno v předchozí části, první kapitola se věnuje rádiovým vlnám, které jsou podrobně rozebírány. Nicméně dle autora má tato část i pár nedostatků. Otázky ATPL(A) jsou velmi prakticky založené a studentům by mohly chybět znalosti praktických příkladů útlumu rádiových vln v ionosféře. Dále by se měl klást větší důraz na výrazy, jako je fading³⁸, skip distance³⁹ a skip zone⁴⁰, která jsou hojně zastoupena na zkoušce.

V části věnované ADF/NDB by se výuka měla zaměřit více na ukazatele RBI a MDI. Autor navrhuje přidat více praktických příkladů nejen s ukazateli pro ADF/NDB, ale pro všechna radionavigační zařízení. Dle autora také chybí srovnání zobrazení na konvenčních přístrojích a přístrojích moderních, jako je PFD nebo ND.

V části věnované zařízení VOR by autor přidal vyčkávací postupy, vstupy do vyčkávacího obrazce a s tím spojenou problematiku. Sice se vyčkávací obrazce vyučují v jiném předmětu, nicméně v ATPL(A) teorii jsou otázky na vyčkávací obrazce i v sekci radionavigace. Kapitola o ILS je zpracovaná velmi kvalitně, jednou autorovou výtkou je krátký čas strávený u kategorií ILS, na které je v otázkách kladen velký důraz.

³⁸ Změna intenzity přijímaného signálu na palubě letounu.

³⁹ Minimální vzdálenost od vysílače, na které se objeví působení odražené prostorové vlny.

⁴⁰ Oblast vzdálenosti mezi nejbližším bodem, kde je signál z rádiového vysílače silný a místem, kde se signál opět zeslabuje a není přijímán.

Poslední část je věnována radarům; i zde by mohlo být více početních příkladů například na dosah radaru. U palubního meteorologického radary by autor doporučoval přidat více informací o logických obvodech, jež dokáží detekovat nebo předpovídat stříh větru. Pasivní radary jsou v moderním letectví hojně využívány, autor by se však nezaměřoval na vojenské radary, ale rozšířil by studentům obzor pomocí technologií, jako je ADS-B, MLAT, CDR nebo PCL. Poslední částí, která by měla být v této části doplněna, je metoda TDOA.

6.3. Změny v kurzu ERN

Tabulka 8: Úpravy v kurzu ERN [autor]

Znalosti odebrané/omezené z ERN	Znalosti přidané do ERN
FMS a EFIS	SID a STAR
GLONASS a Galileo	Zobrazení na moderních přístrojích
LORAN-C a DECCA	UERE/URA
	LAAS, WAAS a EGNOS
	ADS-B a MLAT
	PBN

6.3.1. Odebrané znalosti ve výuce ERN

Navazující kurz Radionavigace II se zabývá moderními radionavigačními zařízeními a zahrnuje také část věnovanou FMS a EFIS. I když je tato část velmi kvalitně zpracovaná, jak již bylo naznačeno v kapitole 6.1.1., kde je o tomto tématu také pojednáváno, podle autora nepatří do tohoto předmětu, ale spíše do předmětu DLL, v němž je systém podrobněji analyzován a má vyčleněn větší prostor. Navíc se toto téma nevyskytuje v otázkách ATPL(A) týkajících se radionavigace.

Další částí, kterou autor považuje za zbytečnou, je srovnání GPS s konkurenčními GNSS, jako je GLONASS a Galileo, protože celý svět využívá americký systém GPS.

V neposlední řadě by autor rozhodně odstranil systémy daleké navigace, jako je LORAN-C a DECCA, které se již nepoužívají a například v USA byly vyřazeny z provozu v roce 2010.

6.3.2. Přidané znalosti do výuky ERN

V otázkách Aviationexam je velký počet otázek věnován odletovým a příletovým trasám při používání RNAV. Toto téma však není ve výuce dostatečně objasněno. Výuka by se měla zaměřit na odletové a příletové body SID a STAR. I když je problematika příletových tras vyučována v jiném předmětu, v Aviationexam se tento obsah vyskytuje u radionavigace.

Stejně jako v kapitole 6.2.2. by autor doporučoval začlenit více praktických ukázek na moderní zobrazovací technice, jako jsou PFD a ND. Vzhledem k velkému počtu otázek týkajících se parametrů oběžné dráhy by mělo být zdůrazněn jejich význam, jelikož v nynější struktuře předmětu není tomuto tématu věnováno dostatečné množství času.

V otázkách se také vyskytují pojmy, jako je User Equivalent Range Error (UERE) a User Range Accuracy (URA), které souvisejí s přesností a chybou v měření polohy a navigace pomocí satelitních systémů. I když je část o chybách GPS zpracována velmi obsáhle, tyto dva pojmy v ní chybí.

Výuka by rovněž měla věnovat více času modernizaci GPS, zejména systémům LAAS a WAAS, které se především používají v Severní Americe, ale pomalu se rozšiřují i mimo USA. Stejně tak by měl být kladen větší důraz na systém EGNOS.

Jak bylo v předchozí kapitole zmíněno, ve výuce jsou nyní zařazeny systémy daleké navigace LORAN-C a DECCA, které by autor nahradil moderními alternativami, jako je ADS-B, multilaterace, nebo rozvojem autonomních navigačních systémů, ačkoliv ani tyto systémy nejsou součástí otázek na zkoušce ATPL(A).

V poslední řadě by autor doplnit soubor témat PBN, v rámci jejich výkladu by se zaměřil na komponenty PBN a druhy RNP.

6.4. Změny v kurzu OLN

Tabulka 9: Úpravy v kurzu OLN [autor]

Znalosti odebrané/omezené z ERN	Znalosti přidané do ERN
Početní příklady	Souřadnicové soustavy
FMS	Magnetismus – kompas
RNAV a PBN	Měření chyb navigačních veličin
	Princip INS/IRS
	Komunikace v letecké navigaci

6.4.1. Odebrané znalosti ve výuce OLN

Kurzy OLN a DLG mají v mnoha ohledech podobný obsah. Hlavním rozdílem je zaměření kurzů: DLG je navržen pro profesionální piloty a přípravu na teoretické testy zkoušky ATPL(A), zatímco inženýrský kurz OLN pokrývá podobnou problematiku s omezením na témata, která jsou relevantní spíše pro inženýry než pro piloty.

Studenti OLN se oproti DLG neseškávají s tolika praktickými výpočty a příklady z praxe, protože tyto dovednosti nejsou pro jejich obor tak zásadní. Jedním z hlavních témat OLN, které by autor vyřadil z výuky, je část věnovaná FMS. Důvod je shodný s důvodem uvedeným v kapitole 6.1.1.: tato problematika je důkladněji probíraná v předmětu DLL. Nakonec by autor vypustil kapitolu 10, která se zabývá RNAV a PBN. Tyto témata dle autora spadají spíše do kurzu OZL, kde je lepší návaznost na jejich problematiku.

6.4.2. Přidané znalosti do výuky OLN

Některá témata jsou v kurzu přidána oproti kurzu DLG, avšak v menší míře, než by si autor představoval. Prvním takovým tématem jsou souřadnicové soustavy, které jsou dle autora ve výuce málo zpracované a je nutné je doplnit. I když kurz není zaměřený pro piloty, autor by do výuky zařadil téma magnetismu, zejména magnetické kompasu a jejich chyby. Dále by autor přidal více praktických příkladů pro výpočty chyb měření navigačních veličin.

V kapitole 6.1.1. autor uvádí, že systémy INS/IRS jsou v kurzu popsány až příliš detailně a ideálně na úrovni inženýrského studia. Naopak v kurzu OLN je problematika INS/IRS popsána velmi okrajově a nedosahuje kvality inženýrského studia. Autor by se dále více zaměřil na téma komunikace v letecké navigaci a vysvětlil pojmy, jako jsou ATN, AFTN a AMS.

6.5. Změny v kurzu OZL

V kurzu OZL se studenti inženýrského studia seznámí s problematikou podobnou v bakalářských kurzech DRN a ERN, které jsou rozděleny do dvou semestrů, zatímco kurz OZL musí obsáhnout veškerou potřebnou látku pouze v jednom semestru. Výuka předpokládá, že studenti (bakaláři), kteří nastupují do inženýrského studia, mají již ucelené bakalářské myšlení a lépe chápou spojitosti mezi tématy. Budoucí inženýr tedy musí být schopný pojmout výuku jednoho semestru, která se v rámci bakalářského studia rozprostírá do dvou předmětů.

Tabulka 10: Úpravy v kurzu OZL [autor]

Znalosti odebrané/omezené z ERN	Znalosti přidané do ERN
MLS	Modernizace GPS
LORAN-C a DECCA	ADS-B a MLAT
	Hlasová komunikace
	Budoucí navigační systémy

6.5.1. Odebrané znalosti ve výuce OZL

Autor v kapitole 6.2.1. uvádí znalosti, které spíše patří do inženýrského studia. V části OZL je tato problematika vyučována správně a autor má pouze dvě výtky. První výtkou je, stejně jako u ERN, mikrovlnný přistávací systém, a důvod je stejný jako v kapitole 6.2.1. Další částí, kterou by autor změnil, jsou systémy daleké navigace. Studenti se učí o zastaralých systémech, jako jsou LORAN-C a DECCA, které se již delší dobu nepoužívají, a je potřeba výklad o nich nahradit moderními alternativami.

6.5.2. Přidané znalosti do výuky OZL

Autor by výuce OZL věnoval více času modernizacím GPS, jako je SBAS, GBAS a ABAS, a především pak systémům LAAS a WAAS. Stejně jako v kapitole 6.3.2. by se dle autora měly do výuky přidat moderní systémy daleké navigace, jako je ADS-B nebo multilaterace. Autor by také uvítal více času věnovaného tématům 9, 10 a 11, tedy kapitolám 5.7.8., 5.7.9. a 5.7.10., které jsou probírány velmi okrajově, na úkor starších zařízení, jako je VDF či ADF/NDB. Dle autora jsou právě tato dvě témata velmi důležitá pro formování inženýrů a jejich budoucího rozvoje.

7. Závěr

Je zřejmé, že výcvik specialistů letecké zabezpečovací techniky je klíčovým prvkem pro budoucí rozvoj letecké průmyslu. Bezpečnost a efektivita letecké navigace jsou závislé na kvalitním vzdělání a odborné přípravě pracovníků, kteří se podílejí na vývoji, údržbě a provozu leteckých navigačních systémů. Bez ohledu na to, zda se jedná o studenty bakalářského studia, kteří usilují o kariéru profesionálního pilota, nebo jde o inženýry, kteří hledají možnosti dalšího profesního růstu a inovace, je nezbytné poskytnou jim adekvátní vzdělání a školení.

První část této práce se zaměřuje na detailní popis požadavků a schopností, které by měl vyškolený specialista na zabezpečovací techniku splňovat.

Druhá část analyzuje současné stavy výuky letecké navigace v Leteckém ústavu Vysokého učení technického v Brně, identifikuje nedostatky a navrhuje možná zlepšení.

Autor se po vypracování analýzy bakalářských předmětů setkává s jednoduchou, ale velmi důležitou otázkou: Je výuka na LÚ v Brně dostatečná pro úspěšné zvládnutí teoretické zkoušky ATPL(A), a zároveň obsáhlá pro bakalářské studium?

Jak již autor uvedl, v některých tématech by měly být provedeny změny. Hlavním důvodem je zastaralost osnov, které nedokáží držet krok s novými technologiemi v letectví. Studenti by po absolvování bakalářského studia měli mít dostatečné znalosti pro úspěšné zvládnutí teoretické zkoušky ATPL(A), a současně by měli mít o problematice znalosti odpovídající bakalářské úrovni.

Ačkoliv autor uvádí několik připomínek a úprav v kurzech, věří, že učební plán je sestaven tak, aby absolventi měli dostatečné znalosti k úspěšnému zvládnutí teoretické zkoušky (minimální 75 %). Co se týče znalostí odpovídajících bakalářské úrovni, tak i zde autor věří, že učivo je natolik obsáhlé, že absolventi LÚ mají mnohem širší povědí o celé problematice oproti budoucím pilotům, kteří neabsolvovali bakalářský kurz, a mohou tak lépe hledat souvislosti v jednotlivých tématech navigace.

Jak již bylo zmíněno, inženýrské předměty jsou obdobou bakalářských předmětů, avšak s tím rozdílem, že v předmětech OLN a OZL není kladen důraz na požadavky teoretických zkoušek ATPL(A). Vyučující musí stihnout výuku pouze ve dvou semestrech namísto bakalářských tří. Přestože je výuka zkrácena o třetinu času, autor chce vyzdvihnout kvalitu výuky i přes časový deficit.

Navzdory tomu se však našla část, která je dle autora nedostatečná a je třeba ji do budoucí výuky zařadit. Jedná se o části věnované budoucímu rozvoji navigačních zařízení a jejich implementaci během několika následujících let.

Přestože autor nalézá nedostatky, považuje výuku za vhodnou inženýrské úrovně a věří, že inženýři, kteří úspěšně absolvují tyto kurzy, mohou být ve své profesní kariéře velkým přínosem pro oblast letecké navigace.

Seznam použitých zdrojů

Knižní zdroje:

- [1] BORICH, Gary. *Effective Teaching Methods*. 9. vydání. Pearson, 2016. ISBN 0134054873.
- [2] ERICKSEN, Stanford C. *The Essence of Good Teaching*. Jossey-Bass, 1984. ISBN 0875896154
- [3] GRIFFIN, Patrick. *Assessment for Teaching*. 2. vydání. Cambridge University Press, 2017. ISBN 1316640736.
- [4] Hein, M. B., Littlepage, G. E., & Georgiou, A. M. (2021). *What We Know About Teamwork and Multiteam Coordination in Aviation: Teamwork Communication and Decision Making in Aviation*. 21st International Symposium on Aviation Psychology, 426-431.
- [5] HENLY, Irene M. A. *Aviation Education and Training: Adult Learning Principles and Teaching Strategies*. Routledge, 2003.
- [6] STAVOVČÍK, Boleslav. *Obecná navigace (061 00)*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008. Učební texty pro teoretickou přípravu dopravních pilotů dle předpisu JAR-FCL 1. ISBN 978-80-7204-576-1.
- [7] VOSECKÝ, Slavomír. *Radionavigace (062 00 00 00)*: učební texty pro teoretickou přípravu dopravních pilotů dle předpisu JAR-FCL 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011. ISBN 978-80-7204-764-2.

Internetové zdroje:

- [8] *ADAPTIVE LEARNING IS WELL SUITED FOR ALL ASPECTS OF AIRLINE TRAINING* [online]. 2017 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://area9lyceum.com/experience-adaptive/industries/aviation/>
- [9] *Adaptive Learning* [online]. [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://www.montclair.edu/itds/digital-pedagogy/pedagogical-strategies-and-practices/adaptive-learning/>
- [10] *Aerospace Navigation Systems* [online]. In: . 1995 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/ADA298312.pdf>
- [11] *ATSEP* [online]. In: . [cit. 2024-05-14]. Dostupné z: <https://www.papadelta.cz/atsep.html>
- [12] *Aviation Curriculum Guide* [online]. [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://jefferson.kctcs.edu/education-training/program-finder/aviation/aviation-curriculum.aspx>

- [13] *Aviation Instructor's Handbook: Chapter 5: The Teaching Process* [online]. In: . [cit. 2024-05-14]. Dostupné z: https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/aviation_instructors_handbook/07_aih_chapter_5.pdf
- [14] *Co je mikrolearning?* [online]. 2023 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://vzdelavaniprozivot.cz/co-je-mikrolearning/>
- [15] *Continuous climb and descent operations* [online]. 2017 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://www.eurocontrol.int/concept/continuous-climb-and-descent-operations>
- [16] *Doc 9868, Procedures for Air Navigation Services* [online]. 2020 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://1url.cz/p1MfK>
- [17] *Edukační styly* [online]. 2021 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://1url.cz/Q1MZ6>
- [18] *EUROCONTROL Specification for Air Traffic Safety Electronics Personnel Common Core Content Initial Training* [online]. In: . 2009 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://www.eurocontrol.int/publication/eurocontrol-specification-air-traffic-safety-electronics-personnel-common-core-content>
- [19] *History of Aviation* [online]. 2021 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://www.spartan.edu/news/history-of-aviation/>
- [20] *How Gamification Is Allowing Airlines to Up Their Game* [online]. 2023 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://www.allerin.com/blog/how-gamification-is-allowing-airlines-to-up-their-game>
- [21] *Osobnost pedagoga* [online]. [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://pedagogika.skolni.eu/pedagogika/osobnost-pedagoga/#styly>
- [22] *Směrnice CAA/S-SLS-003-n/2011*. In: . 2011, 536-11-701, s. 222. Dostupné také z: https://www.caa.cz/wp-content/uploads/2019/06/Smernice_CAA-S-SLS-003-0-2011.pdf?cb=74940b5d3b285bb85e93a5e2320afa04
- [23] *Technical Knowledge* [online]. [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://skybrary.aero/articles/technical-knowledge>
- [24] *The changing face of aviation training* [online]. 2019 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://unitingaviation.com/news/capacity-efficiency/the-changing-face-of-aviation/>
- [25] *The importance of aviation education in fostering future industry professionals* [online]. 2023 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://timesofindia.indiatimes.com/blogs/voices/the-importance-of-aviation-education-in-fostering-future-industry-professionals/>
- [26] *Top Skills Required for an Aircraft Structures Technician* [online]. 2021 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://totalaviationstaffing.com/top-skills-required-for-an-aircraft-structures-technician/>
- [27] *TOP SKILLS YOU CAN LEARN AT AVIATION ACADEMY* [online]. 2016 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://gmaviationacademy.org/blog/top-skills-you-can-learn-at-aviation-academy>
- [28] *Unmanned Aircraft Systems (UAS)* [online]. 2011 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: https://www.icao.int/meetings/uas/documents/circular%20328_en.pdf

- [29] *Vyučovací styly učitelů* [online]. [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: https://capv.cz/wp-content/uploads/2020/06/6_stary.pdf
- [30] *What Are the Crucial Aeronautical Engineer Skills?* [online]. 2023 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://www.naukri.com/blog/what-are-the-crucial-aeronautical-engineer-skills/>
- [31] *Zážitkové učení* [online]. [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: https://is.muni.cz/el/14111/jaro2013/BVZP021p/um/khan_zazitkove_uceni.pdf

Vědecké články:

- [32] PETTY, Geoff. *Moderní vyučování: Metody a styly učení*. Metodický portál: Články [online]. 2013, [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/17925/MODERNI-VYUCOVANI-METODY-A-STYLY-UCENI.html>. ISSN 1802-4785
- [33] WARD, Stephanie, Courtney BEARD a Sondra RETZLAFF. *Developing Innovative Strategies for Aviation Education and Participation*. 2019, (202), 108. ISSN 2572-3731. Dostupné z: <https://doi.org/10.17226/25528>
- [34] ZORMANOVÁ, Lucie. *Výukové metody tradičního vyučování*. Metodický portál: Články [online]. 2012, [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/15015/VYUKOVE-METODY-TRADICNIHO-VYUCOVANI.html>. ISSN 1802-4785.

Nepublikované zdroje:

- [35] DITTEL D.: *Využití virtuální reality při výcviku PPL(A) pro držitele SPL*. Diplomová práce. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní, 2022. 92 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Roman Matyáš, Ph.D.
- [36] HYÁNEK T.: *Přístup k výcviku pilotů založený na prokázaných kompetencích*. Bakalářská práce. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní, 2021. 57 s. Vedoucí bakalářské práce JUDr. Ing. Radoslav Zozulák, Ph.D.
- [37] PALEČKOVÁ J.: *Vlastnosti úspěšného učitele*. Diplomová práce. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta pedagogická, 2013. 86 s. Vedoucí diplomové práce: PhDr. Václav Holeček, PhD.
- [38] VOJTĚCHOVÁ N.: *Návrh scenario-based výcvikové osnovy pro získání přístrojové doložky CB-IR(A)*. Bakalářská práce. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní, 2022. 78 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Roman Matyáš, Ph.D.

Seznam použitých zkratk a symbolů

Zkratka	Význam (angl.)	Význam (česky)
AAIM	Airborne Autonomous Integrity Monitoring	Autonomní monitorování integrity palubního přijímače GNSS ostatním palubním vybavením
ABAS	Airborne-Based Augmentation System	Metoda rozšiřování možností GNSS pomocí úprav palubních zařízení
ACARS	Aircraft Communications Addressing and Reporting System	Systém adresování a reportování letecké komunikace
ACAS	Airborne Collision Avoidance System	Systém předcházení kolizím ve vzduchu
ADF	Automatic Direction Finder	Automatický rádiový kompas
ADM	Aeronautical decision making	Letecké rozhodování
ADS-B	Automatic Dependent Surveillance - Broadcast	Automatické závislé sledování - Vysílání
ADS-C	Automatic Dependent Surveillance - Contract	Automatické závislé sledování - Smlouva
AFTN	Aeronautical Fixed Telecommunication Network	Letecká pevná telekomunikační síť
AMS	Aircraft Meteorological System	Automatický meteorologický systém
AMT	Aviation Maintenance Technician	Letecký technik údržby
AOC	Air Operator Certificate	Certifikát leteckého provozovatele
ATC/ATM	Air Traffic Control/Management	Řízení letového provozu
ATN	Aeronautical Telecommunication Network	Letecká telekomunikační síť
ATN	Aeronautical Telecommunications Network	Síť telekomunikačních systému a služeb
ATS	Air Traffic Services	Letecké provozní služby
ATSEP	Air Traffic Safety Electronics Personnel	Servisní personál
AVSED	Advanced Surface Movement Guidance and Control System	Pokročilý systém řízení a navigace pohybu letadel na letištním povrchu
AWR	Airborne Weather Radar	Palubní meteorologický radar
BA	Security Administrator	Bezpečnostní administrátor
CDR	Communications, Navigation, Surveillance/Air Traffic Management	Systém záznamu dat v letadle

Zkratka	Význam (angl.)	Význam (česky)
CIDIN	Common ICAO Data Interchange Network	Společná síť pro výměnu dat dle ICAO
CNS	Communications, Navigation and Surveillance	Komunikace, navigace a dohled
CNS/ATM	Communications, Navigation, Surveillance/Air Traffic Management	Komunikace, navigace, dohled/řízení letového provozu
CP	Control Panel	Panel ovládání
CPDLC	Controller-pilot Data Link Communications	Datový spoj mezi řídicím a pilotem
DGPS	Differential GPS	Diferenční GPS
DIP	Magnetic inclination	Magnetická inklinace
DLG	General Navigation	Obecná navigace
DLL	Aeronautical On-Board Instruments	Letecké palubní přístroje
DME	Distance Measuring Equipment	Dálkoměrné zařízení
DRN	Radionavigation I	Radionavigace I
DVOR	Doppler VOR	Dopplerovský VOR
EADI	Electronic Altitude	Elektronický indikátor systému řízení výšky letu
EDM	Electronic Distance Measurement	Elektronické měření vzdálenosti
EFB	Electronic Flight Bag	Elektronická letová taška
EFIS	Electronic Flight Information System	Elektronický letový informační systém
EHSI	Electronic HSI	Elektronický HSI
ERN	Radionavigation II	Radionavigace II
FAA	Federal Aviation Administration	Federální letecká správa
FANS	Future Air Navigation System	Systém budoucí letecké navigace
FEATS	Future European Air Traffic Management System	Budoucí evropský systém řízení letového provozu
FLP	Flight Planning and Performing	Plánování a provedení letu
GBAS	Ground-Based Augmentation System	Metoda rozšiřování možností GNSS pomocí pozemních přijímačů GNSS
GLONASS	Global Navigation Satellite System (Russia)	Celosvětový navigační družicový systém (Rusko)
GMT	Greenwich Mean Time	Greenwichský střední čas

Zkratka	Význam (angl.)	Význam (česky)
GNSS	Global Navigation Satellite System	Globální družicový polohový systém
GP	Glide Path beacon	Sestupový maják ILS
GPS	Global Positioning System (USA)	Globální polohový systém
HFDL	High Frequency Data Link	Vysokofrekvenční datové spojení
HMI	Human Machine Interface	Rozhraní mezi člověkem a strojem
HSI	Horizontal Indicator	Indikátor horizontální situace
HW	Hardware	Hardware
ILS	Instrument Landing System	Systém řízení přesného přiblížení na přistání
INS	Inertial Navigation System	Inerciální navigační systém
LAAS	Local-Area Augmentation System	GNSS s rozšířenými možnostmi s omezenou působností ve vzdálenosti
LLZ	Localizer ILS	Kurzový maják ILS
LMT	Local Mean Time	Místní čas
LORAN-C	Long Range Navigation	Hyperbolický systém daleké navigace
MA	Methodic Administrator	Metodický administrátor
MDI	Magnetic Dial Indicator	Ukazatel magnetického kompasu
mj	Among other things	Mimo jiné
MKR	Markers	Polohová návěstidla
MLAT	Multilateration	Multilaterace
MLS	Microwave Landing System	Mikrovlnný systém řízení přiblížení na přistání
NASA	National Aeronautics and Space Administration	Národní úřad pro letectví a vesmír
NAVSTAR	Navigation System for Timing And Ranging	Navigační systém pro měření času a vzdáleností
ND	Navigation Display	Navigační displej
NDB	Non-Diractional Beacon	Nesměrový radiomaják
NOTAM	Notice To Airmen	Poznámka pro letce
NUDZ	Artificial Earth navigation satellite	Navigační Umělá Družice Země
OLN	Air Navigation Technology	Letecká navigační technika
OZL	Pulse Repetition Interval	Zabezpečovací letecká technika
PA	Operations Administrator	Provozní administrátor

Zkratka	Význam (angl.)	Význam (česky)
PBCS	Performance Based Communication and Surveillance	Komunikace a dohled na základě výkonu
PBN	Performance Based Navigation	Navigace založená na výkonnosti
PCL	Pilot-Controlled Lighting	Pilotem řízené osvětlení
PFD	Primary Flight Display	Hlavní letový displej
PRF	Pulse Repetition Frequency	Opakovací kmitočet radaru
PRI	Pulse Repetition Interval	Opakovací perioda radaru
PSR	Primary Surveillance Radar	Primární přehledový radar
RADAR	Radio Detection and Ranging	Rádiové rozpoznávání a zaměřování
RAIM	Receiver Autonomous Integrity Monitoring	Autonomní monitorování integrity palubního přijímače GNSS
RBI	Relative Bearing Indicator	Indikátor relativního zaměření
RCP	Required Communication Performance	Požadovaný komunikační výkon
RNAV	Area Navigation	Prostorová navigace
RNP	Required Navigation Performance	Požadovaná navigační výkonnost
RSP	Required Surveillance Performance	Požadovaný výkon dohledu
SATCOM	Satellite Communication	Satelitní komunikace
SBAS	Space-Based Augmentation System	Metoda rozšiřování možností GNSS pomocí úprav funkcí řídicího a kosmického segmentu
SES	Single European Sky	Jednotné evropské nebe
SESAR	Single European Sky ATM Research	Jednotné evropské nebe pro výzkum v oblasti řízení letového provozu
SG	Symbol Generator	Generátor symbolů
SID	Standard Instrument Departure	Standardní odlet podle přístrojů
SSR	Secondary Surveillance Radar	Sekundární přehledový radar
ST	Standard Time	Standardní čas
STAR	Standard Arrival	Stanovený postup při přiletu podle přístrojů
STEM	Science, Technology, Engineering and Math	Věda, technika, inženýrství a matematika
SV	Technical Supervisor	Technický supervizor
SW	Software	Software
TA	Technical Administrator	Technický administrátor

Zkratka	Význam (angl.)	Význam (česky)
TCAS	Traffic Collision Avoidance System	Palubní protisrážkový systém
TD	Technical Oversight	Technický dohled
TDM	Time Division Multiplexing	Časový multiplex
TDOA	Time Difference of Arrival	Časový rozdíl příchodu
TO	Technical Operator	Technická obsluha
TÚ	Technical Maintenance	Technická údržba
tzv.	So-called	Takzvaně
UAS	Unmanned Aerial Vehicle	Bezpilotní letadlo
ÚCL	Civil Aviation Authority	Úřad pro civilní letectví
UERE	User Equivalent Range Error	Chyba ekvivalentního dosahu pro uživatele
URA	User Range Accuracy	Přesnost měření dosahu pro uživatele
UTC	Universal Time Coordinated	Koordinovaný světový čas
UTM	Unmanned Aircraft System Traffic Management	Systém řízení provozu bezpilotních letadel
VDL	VHF Data Link	Datový rádiový komunikační systém
VDM	Vigilant Decision-Making	Bdělé rozhodování
VERA	Tower Radar System	Věžový Radiolokační systém
VKV/VHF	Very High Frequency	Velmi krátké vlny
VOR	VHF Omni-Directional Range	VKV všesměrový radiomaják
VR	Virtual Reality	Virtuální realita
WAAS	Wide-Area Augmentation System	GPS s rozšířenými možnostmi s působností na rozsáhlé oblasti
WPT	Waypoint	Traťový bod
ZT	Zone Time	Pásmový čas

Seznam obrázků a tabulek

Obr. 1: Letoun bratří Wrightů - Flyer I	12
Obr. 2: Pyramidový model výcviku ATSEP	36
Obr. 3: Vektorový trojúhelník rychlostí	50
Obr. 4: Základní dělení kmitočtů rádiových vln	54
Tab. 1: Osnova předmětu DLG	46
Tab. 2: Osnova předmětu DRN	52
Tab. 3: Osnova předmětu ERN	58
Tab. 4: Osnova předmětu OLN	63
Tab. 5: Osnova předmětu OZL	66
Tab. 6: Úpravy v kurzu DLG	70
Tab. 7: Úpravy v kurzu DRN	72
Tab. 8: Úpravy v kurzu ERN	74
Tab. 9: Úpravy v kurzu OLN	75
Tab. 10: Úpravy v kurzu OZL	77