



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Jana Bennová

VYUŽITÍ NOVÝCH TECHNOLOGIÍ PŘI VÝCVIKU
VOJENSKÝCH TAKTICKÝCH PILOTŮ

Bakalářská práce

2021

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

děkan

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



K621 **Ústav letecké dopravy**

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Jana Bennová

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – LED – Letecká doprava

Název tématu (česky): **Využití nových technologií při výcviku vojenských taktických pilotů**

Název tématu (anglicky): **New Technologies in the Training of Military Tactical Pilots**

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte následujícími pokyny:

- Analýza současného stavu leteckého výcviku
- Požadavky na přípravu pilotů z hlediska zavádění nové generace stíhacích letounů
- Popis letounů L-39 Albatros a L-39 NG
- Nová generace výcvikových systémů pilotů taktického letectva se zaměřením na syntetický výcvik
- Kvalitativní přínos rozšíření syntetického výcviku pilotů



- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího bakalářské práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Fojtík, J. Albatros AERO L-39, L-59, L-139, Magnet Press, 2016.
Aero Vodochody, L-39NG TRG Marco SOPS, Aero Vodochody, 2017.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ladislav Keller**

Datum zadání bakalářské práce: **18. října 2018**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **9. srpna 2021**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

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



doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

Jana Benňová
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 3. září 2020

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

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

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

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

V Praze dne 9. 8. 2021

.....*Bennová*.....

Jana Bennová

PODĚKOVÁNÍ

V prvé řadě děkuji mému vedoucímu práce, kterým je pan Ing. Ladislav Keller. Pan Ing. Keller mě po celou dobu práce podporoval, a to i v těch nejtěžších chvílích, které se v průběhu práce objevily. Odborně mě vedl a společně se mnou se účastnil některých schůzek. Dal mi cenné rady nejen zkušeného akademického pracovníka, ale především pilota i bývalého vojáka z povolání. Tímto bych mu za vše chtěla mockrát poděkovat.

Mé poděkování patří dalším mnoha lidem, kteří se na práci podíleli a díky kterým tato práce vznikla. Všichni zúčastnění mi poskytli celou řadu cenných materiálů ke zpracování, a také svůj volný čas. Odborně mě vedli a zodpovídali všechny otázky mnou položené.

Velké poděkování patří paní Elišce Tomsové, protože díky našemu náhodnému setkání jsem ji poznala, a byla to právě ona, která mi zprostředkovala kontakt na pana genmjr. Ing. Bohuslava Dvořáka ze společnosti OMNIPOL a. s. Díky jeho času, který mi věnoval, vznikl název i zadání práce a v průběhu zpracovávání mě odborně vedl a zprostředkoval další velmi důležité kontakty, bez kterých by se tato práce neobešla. Velmi cenné odborné rady mi také poskytl pan Ing. Milan Faltus, taktéž ze společnosti OMNIPOL a. s. Vysvětlil mi, jak spousta věcí na stíhacích letadlech fungují a proč jsou tak důležité. Také mi daroval knihu o letounu L-39, která se stala mým cenným zdrojem při zpracovávání této práce.

Další, komu patří mé obrovské děkuji je pan Ing. Antonín Karmazín z CLV Pardubice. Celou práci si přečetl a vrátil s důležitými poznámkami. Řekl mi, jak celý výcvik probíhá a popsal letadla, používaná při výcviku. Měli jsme spolu několik odborných konzultací, které byly velkým přínosem do této práce.

Na práci se také podílel pan Martin Klicnar Ph.D. ze společnosti VR Group a.s. Díky němu jsem měla možnost podívat se na letecké simulátory, které společnost vyrábí. Dokonce mi dovolil si zkusit let na simulátoru letounu L-39NG a poskytl mi k tomu velmi cennou instruktáž. Poskytl mi několik důležitých podkladů a autorská práva na obrázky z produkce společnosti VR Group a. s.

Dalším, kdo se na práci podílel je pan Ing. Daniel Nevařil ze společnosti VRgineers. Díky němu jsem měla možnost setkat se s aktuálně nejvíce se rozvíjející novou technologií ve výcviku, tedy virtuální realitou. Vysvětlil mi, jak virtuální realita funguje, co nabízí a co vše díky ní můžeme získat.

Velké děkuji také patří mé rodině, která mě po celou dobu podporovala a věřila mi. Všem patří mé obrovské děkuji, za vše jsem jim neskutečně vděčná a velmi si toho vážím.

Abstrakt

Předmětem bakalářské práce „Využití nových technologií při výcviku vojenských taktických pilotů“ je analyzovat současný stav výcvikového programu vojenských taktických pilotů České republiky. Na základě této analýzy představit pravděpodobný budoucí koncept nového výcvikového programu, který se bude zaměřovat na využití nových technologií. Mezi nové technologie se řadí nový letoun L-39NG, letecké simulátory a virtuální realita.

Klíčová slova: výcvik, letoun, simulátor, pilot, letectvo, modernizace, efektivita, technologie, taktický, armáda, virtuální, realita

Abstract

The subject of the bachelor thesis „New technologies in the training of military tactical pilots“ is to analyze the current state of the training program of military tactical pilots of the Czech republic. Based on this analysis, present the likely future concept of a new training program that will focus on the use of new technologies. The new technologies include the development of the L-39NG aircraft, the flight simulators and virtual reality.

Keywords: training, aircraft, simulator, pilot, air force, modernisation, efficiency, technology, tactical, army, virtual, reality

Seznam použitých zkratek

KVV		Krajské vojenské velitelství
RS		Rekrutační středisko
UO/UNOB		Univerzita obrany v Brně
MO		Ministerstvo obrany
ÚVN		Ústřední vojenská nemocnice
VN		Vojenská nemocnice
AČR		Armáda České republiky
ČR		Česká republika
FVZ		Fakulta vojenského zdravotnictví
FVT		Fakulta vojenských technologií
FVL		Fakulta vojenského leadershipu
ÚLZ		Ústav leteckého zdravotnictví
ÚCL		Úřad civilního letectví
ODVL		Odbor dohledu nad vojenským letectvím
VP		Vojenský pilot
VL		Výcviková letka
TL		Taktická letka
zTL		Základna taktického letectva
VzS		Vzdušné síly
CLV		Centrum leteckého výcviku
PVO		Protivzdušná obrana
LH		Letová hodina
VZLÚ		Výzkumný a zkušební letecký ústav
KT		Komplexní simulátor
NATO	North Atlantic Treaty Organisation	Severoatlantická aliance
EU	European Union	Evropská unie
HUD	Head-Up Display	Průhledový Head-up displej
MFD	Multifunctional Display	Multifunkční displej
HOTAS	Hand On Throttle And Stick	Ruce na plynové a řídicí páce
NVG	Night Vision Goggles	Brýle pro noční vidění
STOL	Short Take-Off and Landing	Krátký start a přistání
ATC	Air Traffic Control	Řízení letového provozu

VFR	Visual Flight Rules	Pravidla pro létání za viditelnosti
IFR	Instrument Flight Rules	Pravidla pro létání podle přístrojů
VMC	Visual Meteorological Conditions	Meteorologické podmínky pro létání za viditelnosti
IMC	Instrument Meteorological Conditions	Meteorologické podmínky pro létání podle přístrojů
TSS	Tactical Simulation System	Taktický simulační systém
CPT	Cockpit Procedure Trainer	Simulátor kabinových postupů
FFS	Full Flight Simulator	Letový simulátor
FTD	Flight Training Device	Letové výcvikové zařízení
FNPT	Flight and Navigation Procedures Trainer	Simulátor letových a navigačních postupů
FSTD	Flight Simulation Training Device	Letové simulační výcvikové zařízení
FMS	Full Mission Simulator	Plnohodnotný simulátor
KTS	Cabin Tactical Simulator	Kabinový taktický simulátor
JTS	Simplified tactical simulator	Zjednodušený taktický simulátor
GCI	Ground Controlled Interception	Pracoviště pro pozemní řídicí bojového navádění
CRC	Control and Reporting Centre	Středisko řízení a uvědomování
FAC	Forward Air Controllers	Pracoviště pro předsunuté letecké návodčí
IOS	Instructor Operator Station	Operační pracoviště instruktora
AAR	After Action Review	Hodnocení po ukončení akce
AWACS	Airborne Warning And Control System	Vzdušný systém výstrahy a řízení
BVR	Beyond Visual Range	Mimo dohlednost
COMAO	Composite Air Operations	Smíšené vzdušné operace
QRA	Quick Reaction Alert	Pohotovost k okamžitému vzletu
TSC	Tactis Simulation Center	Taktické simulační centrum
VTS	Virtual Training System	Virtuální výcvikový systém
CBT	Computer-Based Training	Simulátor počítačových stanic
NFTE	NATO Flight Training Europe	Evropský NATO letecký výcvik
CGF	Computer Generated Forces	Počítačem generované síly
UFCP	Up-Front Control Panel	Přední ovládací panel
USAAF	U.S. Army Air Force	Vzdušné síly Spojených států
VR	Virtual reality	Virtuální realita

Obsah:

1 Úvod	11
2 Jak se stát vojenským pilotem	13
2.1 Podmínky přijetí ke studiu na Univerzitu obrany v Brně	13
2.2 Kurz základní přípravy Velitelství výcviku – Vojenská akademie Vyškov	16
2.3 Studium na Univerzitě obrany	18
2.3.1 Studenti vojenského prezenčního studia	18
2.3.2 Studijní plán oboru vojenský pilot	19
3 Praktický letecký výcvik pilotů taktického letectva	21
3.1 Základní letecký výcvik v CLV Pardubice	21
3.1.1 Analýza současného stavu leteckého výcviku	23
3.1.2 Předpokládaná struktura výcviku se zavedením letounu L-39NG	26
3.2 Přínos přechodu na nový koncept výcviku pilotů	27
3.2.1 Požadavky na přípravu pilotů se zaváděním nové generace stíhacích letounů	27
3.2.2 Zapojení ČR do projektu NFTE	29
3.3 Letouny používané při výcviku	30
4 Popis letounů Aero L-39 Albatros a Aero L-39NG	34
4.1 Aero L-39 Albatros	34
4.2 Aero L-39 NG	36
4.2.1 Vývoj letounu	36
4.2.2 Konstrukce letounu	39
4.3 Přínos zařazení nového letounu do výzbroje	42
5 Syntetický výcvik	44
5.1 Nové technologie ve výcviku	44
5.1.1 Simulátor pro letoun L-39NG	46
5.1.2 Simulátory pro letouny L-159 a JAS-39 Gripen	47
5.2 Taktické simulační centrum	48
5.3 Přínos rozšíření syntetického výcviku	50
6 Virtuální realita společnosti VRgineers	52
6.1 Od headsetu VRHero 5K až po XTAL s 8K rozlišením	52
6.2 Headset XTAL s 8K rozlišením	53
7 Návrh optimalizace zavedení nových technologií do systému přípravy a výcviku pilotů taktického letectva	57
8 Diskuse	59
9 Závěr	63

Seznam použitých zdrojů	64
Seznam obrázků	68
Seznam tabulek	69
Seznam příloh.....	70
Příloha č. 1: Normy a hodnocení kontrolních testů přezkoušení fyzické zdatnosti v kurzech základní přípravy.....	71
Příloha č. 2: Harmonogram akademického roku v průběhu celého studia.....	72
Příloha č. 3: Celkový studijní plán oboru vojenský pilot.....	73
Příloha č. 4: Předměty specializace oboru vojenský pilot.....	78
Příloha č. 5: Srovnání letounů L-39 NG a L-39C	83
Příloha č. 6: Potvrzení od CLV Pardubice	84
Příloha č. 7: Potvrzení od společnosti VR Group, a. s.	85
Příloha č. 8: Potvrzení od společnosti OMNIPOL, a. s.....	86
Příloha č. 9: Potvrzení od společnosti VRgineers	87

1 Úvod

Historie letectví pro letouny těžší než vzduch se datuje do roku 1903, kdy bratři Wrightové uskutečnili svůj první let. S rozvojem letectví docházelo čím dál více k leteckým nehodám, které způsobily nezkušené posádky. Vznikla snaha těmto nehodám předcházet a z tohoto důvodu byl sestrojen první letecký simulátor pro instruktáž letu na světě. Stalo se tak roku 1909 ve Francii a výrobcem se stal Antoinette. Z počátku se jednalo o poměrně primitivní, přesto na svou dobu velmi důmyslný simulátor určený pro nácvik základního ovládní letadla.

S příchodem první světové války vznikla potřeba vycvičit větší množství nových pilotů. To vedlo ke vzniku nové disciplíny letecké psychologie i zavedení testování pilotů. Vznikly tak zařízení pro posouzení schopností budoucích pilotů. Jedním z nich je také zařízení pro měření reakčního času při nápravě poruch, které vzniklo v roce 1915. Snahou také bylo nahradit lidské operátory za mechanické, případně elektrické pohony, a to z toho důvodu, aby simulátor více odpovídal skutečným letadlům.

Významnými konstruktéry simulátorů se staly také Spojené státy, kde od 20. let minulého století začal letec Edwin Albert Link konstruovat simulátory Link Trainer. Zajímavostí tohoto simulátoru bylo využití pneumatických mechanismů z klavírů a varhan. První letový simulátor byl patentován v roce 1929 a jednalo se o technologický průlom. Navzdory tomu, se však simulátory neuchytily a musely vyčkat na další technologický pokrok. Ten nastal roku 1934, kdy piloti USAAF narazili na problémy při leteckém doručování pošty při letu ve špatných meteorologických podmínkách a několik jich v krátké době zahynulo. Proto byl opět kontaktován Edwin Link ohledně jeho simulátorů. Teprve poté, co byl Edwin Link schopen bezpečného přeletu i za zhoršených meteorologických podmínek díky tréninku na simulátoru, bylo rozhodnuto o nákupu šesti simulátorů pro trénink pilotů USAAF.

Druhá světová válka opět přinesla potřebu zvýšeného počtu vycvičených pilotů v co nejkratším čase. Pro výcvik spojeneckých pilotů se stále využíval simulátor Link Trainer ve velkém množství. Oproti starší verze simulátorů využívaly tyto simulátory vyšší úroveň simulace letových přístrojů a rozšířenou možnost pro nácvik nouzových postupů. Pro evropské státy se ale simulátory staly nedostatkovým zbožím a s výcvikem pilotů si mnohdy museli poradit až kuriozními způsoby. Ve Velké Británii se např. piloti učili taktiku letu ve skupině pomocí jízdnic kol a křídla jim nahradily násady od smetáku. Některé simulátory Link Trainer se používaly k výcviku až do 60. let minulého století. V roce 1939 požádala Velká Británie o návrh simulátoru pro zlepšení schopností pilotů navigovat podle noční oblohy. Tento požadavek dal vzniknout prvnímu simulátoru, který dokázal pojmout celou posádku bombardéru. První simulátor byl dodán v roce 1941.

Simulátor Link Trainer se stal i po válce nejrozšířenějším simulátorem a za celou dobu své existence se na něm vycvičilo půl milionu amerických pilotů. Válka prokázala schopnost simulátorů trénovat piloty, a tak s rostoucím pokrokem v technologii, elektronice a rozvojem proudových letadel došlo ke vzniku prvních elektronických simulátorů, které byly schopné řešit letové rovnice pohybu letadla a tím simulovat reakci aerodynamických sil na letoun. Tento technologický pokrok znamenal zájem o simulátory také u komerčních aerolinek a simulátory se tak začaly prosazovat také v oblasti civilního letectví. Od roku 1960 se u simulátorů začaly postupně využívat digitální počítače. Průkopníkem v této technologii se opět stal Edwin Link se svým simulátorem pro real-time simulaci – Mark I. Jednalo se o velký úspěch a simulátor byl zakoupen nejen armádními, ale také civilními uživateli.

V tehdejší Československu se výrobou leteckých simulátorů zabýval výrobce letadel Letov. Simulátory jejich výroby měly unikátní schopnost napodobit přetížení a manévry při přistávání. Letov vyráběl simulátory od počátku 70. let. Zpočátku se simulátory vyvíjely ve Výzkumném a zkušebním leteckém ústavu v Praze – Letňanech. Jednalo se o simulátory pro letoun L-29 Delfín. S nástupem letounu L-39 Albatros vyrobil Letov simulátor již sám ve svých továrnách. Československo bylo v oboru simulátorů na velmi vysoké úrovni, ale s postupem času začalo zaostávat ve výpočetní technice, na kterou bylo ze západních zemí uvaleno embargo. Letov po znárodnění ukončil výrobu simulátorů a tuto úlohu po nich převzala společnost VR Group a. s., která je na trhu již více než 20 let a úspěšně vyvíjí a prodává letecké simulátory do celého světa.

V současné době dochází k neustálému zdokonalování simulátorů a vývoji nových výcvikových systémů, aby letectvo neustále reagovalo na aktuální bezpečnostní hrozby a výcvik odpovídal současným technologiím a možnostem. Příkladem je vývoj inovativního tréninkového konceptu. V letech 1950–1980 byl výcvik pevně stanoven letovými hodinami, které piloti museli odlétat, aby mohli pokračovat ve výcviku. Ke změně došlo v roce 1980, kdy se přešlo na koncept výcviku pomocí fází, přičemž tato podoba výcviku zůstala do dnešních dní. Do budoucna se počítá s výcvikem na základě schopností jednotlivců a výcvik tak bude mnohem efektivnější.

Dnešní simulátory určené pro vojenské letectví využívají nejmodernější technologii v podobě datových projektorů k vytvoření vizuální simulace na obrazovkách, které jsou umístěné kolem umělého kokpitu. Kromě společnosti VR Group a. s. zabývající se vývojem pozemních leteckých simulátorů a nově také headsetů virtuální reality, se na trhu stále více prosazuje společnost VRgineers, která jde ve vývoji technologie headsetů ještě mnohem dál. Tato společnost nabízí svůj headset XTAL v 8K rozlišení s nejmodernější technologií, kterou si sama vyvíjí a do budoucna chce tento headset ještě zdokonalit, a dokonce jít také cestou tzv. full motion simulator, které se dosud využívají hlavně v civilním letectví.

Nové technologie jsou dnes nedílnou součástí komplexní přípravy létajícího personálu. Virtuální realita a různé druhy syntetického výcviku jsou používány již při počátečním výběru budoucích pilotů v Ústavu leteckého zdravotnictví (ÚLZ). Současné učebně výcvikové základny umožňují kvalitnější teoretickou i praktickou pozemní přípravu létajícího personálu. Značný vývoj v posledních letech je i v otázce propojení virtuální reality v pozemních simulátorech až po integraci virtuálních výcvikových systémů přímo na palubu letounů. Využití nových technologií má za cíl zkvalitnit a zrychlit přípravu pilotů a v neposlední řadě také zlevnit letecký výcvik nejen u pilotů taktického letectva. Příkladem je i Taktické simulační centrum (TSC) v CLV Pardubice, které slouží k výcviku pilotů pro bojové použití za využití nejmodernějších zbraňových systémů v komplexním prostředí vzdušné operační situace.

Pro účely syntetického výcviku se používají dva pojmy: trenažér a simulátor. Trenažér je konstrukce napodobující skutečná zařízení, umožňující nácvik všech potřebných úkonů a obsahující jen minimální podíl počítačové simulace. Oproti tomu je simulátor něco, co umožňuje evokovat co nejrealističtější napodobení nějaké činnosti s pomocí výpočetní techniky, která zprostředkovává počítačovou simulaci reálného prostředí. Vzhledem k vysokému podílu výpočetní techniky na dnešních simulačních technologiích, je pro účel této práce dále využíván pojem letecký simulátor.

2 Jak se stát vojenským pilotem

Vydat se cestou na kariéru vojenského pilota může každý, kdo splňuje podmínky stanovené MO a má vyhovující zdravotní stav a fyzickou kondici. Prvním předpokladem pro zahájení kariéry v armádě je úspěšné dosažení úplného středního nebo úplného středního odborného vzdělání zakončené maturitou. Dále je potřeba se dostavit na RS a podat přihlášku ke studiu na Univerzitě obrany v Brně. Vojenští piloti studují v pětiletém magisterském oboru na FVT se strojní specializací. Studium je prezenční a výhradně vojenské. Proto se uchazeč o studium stává zároveň s přijetím ke studiu vojákem z povolání. Celý tento proces je koordinován KVV podle místa trvalého bydliště uchazeče. Touto cestou si uchazeč podává i žádost o přijetí do služebního poměru vojáka z povolání.

2.1 Podmínky přijetí ke studiu na Univerzitu obrany v Brně

Po úspěšném složení maturitní zkoušky, musí uchazeč o studium doložit ověřenou kopii maturitního vysvědčení. Tento předpoklad uchazeč dokládá v průběhu měsíce června na KVV, kde s ním bylo zahájeno přijímací řízení a přijetí do služebního poměru vojáka z povolání. Podmínky pro úspěšné povolání do služebního poměru jsou:

- občanství ČR,
- dosažení věku 18 let,
- složení vojenské přísahy,
- ukončení případného členství v politické straně, hnutí či odborové organizaci, zákaz podpory a propagace hnutí směřujících k potlačování práv a svobod občanů, hlásajících národnostní, náboženskou nebo rasovou zášť,
- trestní bezúhonnost,
- absolvování výběru podle vyhlášky MO č. 454/2002 Sb.,
- zdravotní způsobilost k výkonu služby – potvrzené LLK ÚLZ– už zde se využívají technické prostředky k hodnocení psychofyzilogických schopností uchazečů,
- úspěšné absolvování přijímacího řízení na dané fakultě. ^{[2][14]}

Přijímací zkoušky

V současné době se přijímací řízení skládá z testů studijních předpokladů, angličtiny a tělesné zdatnosti. Celkově za všechny zkoušky může uchazeč získat 160 bodů. Podmínkou přijetí ke studiu je, aby uchazeč v každé části přijímacího řízení získal minimální stanovenou bodovou hranici. Uchazeč může požádat o prominutí nebo uznání přijímací zkoušky. U přijímacího řízení není zohledněn výsledek maturitní zkoušky.

Přijímací zkouška z angličtiny probíhá formou písemného testu a ověřují se znalosti gramatiky, slovní zásoby a čtení s porozuměním. Obtížnost testu je na úrovni B1. Bodové rozpětí je od nuly do padesáti bodů a podmínkou je získání minimálně deseti bodů. Doba trvání testu je 60 minut.

Přijímací zkouška z testu studijních předpokladů také probíhá formou písemného testu. Pomocí tohoto testu se ověřují matematické znalosti a dovednosti, numerické myšlení a logické uvažování. Test se odvíjí od znalostí a dovedností získaných během středoškolského studia. Odpověď vybírá uchazeč z nabízených možností a pouze jedna odpověď je správná. V testu lze získat bodové hodnocení od nuly do šedesáti bodů a je nutné získat minimálně 10 bodů. Test se píše 70 minut.

Testy z fyzické zdatnosti jsou složeny ze dvou disciplín: 12minutového běhu a sed-lehů za minutu (Tabulka č. 1 a 2). Výsledek těchto testů je hodnocen, buď že uchazeč splnil, tzn. získal alespoň jeden bod z každé disciplíny a zároveň minimálně 10 bodů z obou disciplín, nebo nesplnil, což znamená, že nesplnil jednu z podmínek pro přijetí ke studiu.

Tabulka č. 1: Bodovací tabulka – Muži ^[15]

Disciplína	Body	Disciplína	Body
Dvanáctiminutový běh		Sed-lehy za jednu minutu	
3 000 m	25	52	25
2 850 m	22	50	22
2 700 m	19	48	19
2 600 m	16	45	16
2 500 m	13	42	13
2 400 m	10	39	10
2 300 m	7	36	7
2 200 m	5	33	5
2 100 m	3	30	3
2 000 m	1	28	1
méně než 2 000 m	0	méně než 28	0

Tabulka č. 2: Bodovací tabulka – Ženy ^[15]

Disciplína	Body	Disciplína	Body
Dvanáctiminutový běh		Sed-lehy za jednu minutu	
2 550 m	25	50	25
2 500 m	22	48	22
2 450 m	19	46	19
2 400 m	16	43	16
2 300 m	13	40	13
2 200 m	10	37	10
2 100 m	7	34	7
2 000 m	5	31	5
1 900 m	3	28	3
1 800 m	1	25	1
méně než 1 800 m	0	méně než 25	0

O přijetí ke studiu ve studijních programech jednotlivých fakult rozhodují děkani. Počet studentů přijímaných ke studiu v příslušném oboru a akademickém roce každoročně stanovuje MO. Z důvodu pandemie COVID-19 může dojít ke změnám v přijímacím řízení.^{[15] [59]}

Jednotlivé kroky, jak postupovat

Každý, kdo se rozhodl studovat jako voják z povolání, musí požádat o přijetí do služebního poměru vojáka z povolání a prokázat, že splňuje zákonem stanovené podmínky pro jeho povolání. Tyto náležitosti je nutné zvládnout ještě před stanoveným termínem přijímacích zkoušek na UO.

Celým procesem přijetí do služebního poměru uchazeče provedou profesní poradci RS. Celý níže popsaný proces je podložený platnou legislativou a nelze jej obejít. Proces se skládá z celkem šesti kroků.

Prvním krokem je návštěva RS, kde si uchazeč zaregistruje přihlášku ke studiu na UO a od poradce dostane veškeré informace o všem, co bude následovat. Přihlášku a její registraci lze také podat přímo na UO v případě dne otevřených dveří.

Druhým krokem je lékařské vyšetření ve vojenské nemocnici. K tomuto vyšetření je uchazeč vyzván telefonicky, kde se dozví termín a nemocnici, ve které vyšetření podstoupí. Vyšetření se podstupuje v jedné ze tří vojenských nemocnic. Konkrétně se jedná o ÚVN v Praze, VN v Brně a VN v Olomouci. Lékařské vyšetření se podstupuje v nemocnici nejbližší místu trvalého bydliště uchazeče. V tomto vyšetření se absolvuje celkem čtrnáct vyšetření. Velký důraz se klade na psychologické vyšetření, které trvá celkem 3 hodiny. U každého lékaře je potřeba získat razítko „schopen“ pro vojenskou službu. Výsledky vyšetření uchazeč dostane přímo do ruky po zhodnocení závěrečného posudkového lékaře, případně do několika dní poštou.

Třetím krokem je přijímací řízení na vybrané fakultě UO. Přijímacího řízení se může uchazeč zúčastnit pouze v tom případě, že ve vojenské nemocnici získá potvrzení „schopen k výkonu vojenské služby“. V případě, že toto potvrzení nezíská, jeho cesta přijetí do služebního poměru zde končí. O tom, zda je uchazeč přijat ke studiu na UO, je informován písemně nebo elektronicky.

Čtvrtým krokem je další návštěva na RS, kde uchazeč přijatý ke studiu předkládá veškeré požadované doklady společně s úředně ověřenou kopií maturitního vysvědčení. Zároveň musí provést změnu zdravotní pojišťovny. Každý voják z povolání přijímaný ke studiu na UO musí mít ze zákona vojenskou zdravotní pojišťovnu, a to ještě před nástupem na kurz základní přípravy, který se koná od 1. srpna daného roku.

Pátým krokem je poslední návštěva RS, kde uchazeč obdrží „Rozhodnutí o povolání do služebního poměru vojáka z povolání“, které je nutné k tomu, aby mohl být přijat a o dva měsíce později zahájit studium na UO. Při této návštěvě dochází k podpisu posledních a již závazných dokumentů. Do tohoto dne, si uchazeč mohl své rozhodnutí ještě rozmyslet, od tohoto dne to již není možné a je povinen nastoupit na kurz základní přípravy za jakýchkoliv podmínek.

Šestým krokem je nástup na kurz základní přípravy k Velitelství výcviku – Vojenské akademii ve Vyškově, a to dva měsíce před zahájením studia na UO.

Nástup na tento výcvik je vždy 1. srpna daného roku a tento den se zároveň stává dnem nástupu do služebního poměru. Od tohoto dne se tedy uchazeč stává vojákem z povolání a zaměstnancem MO. Vztahují se na něj veškeré vojenské zákony a povinnosti vyplývající ze služebního poměru. Všichni budoucí studenti v kurzu základní přípravy jsou podle zákona 221/1999 Sb., o vojácích z povolání, dnem 1. srpna jmenováni do hodnosti vojín/ka a jsou zařazeni na pozici vojín/ka čekatel/ka. ^{[14] [59]}

2.2 Kurz základní přípravy Velitelství výcviku – Vojenská akademie Vyškov

Každý nově přijatý voják z povolání a budoucí student UO musí projít dvouměsíčním fyzicky, psychicky i časově náročným výcvikem. Cílem této přípravy je naučit uchazeče základním právům a povinnostem vojáka z povolání, základní činnosti potřebné k přežití na bojišti a k boji, obsluhovat a střílet z útočné pušky i pistole a vytvářet fyzické, psychické a morální předpoklady pro výkon služby vojáka z povolání. Uchazeč musí nejen získat potřebné vědomosti, dovednosti a návyky, ale také dojít k přesvědčení a vůli splnit i nejnáročnější úkoly.

Organizace výcviku

Po nástupu probíhá prezence uchazečů, jejich zařazení do výcviku, vydává se výstroj a ostatní materiál, přijímají se další opatření k zahájení výcviku a probíhají zdravotní prohlídky. Při zdravotních prohlídkách se, kromě jiného, zjišťuje přítomnost omamných látek v moči a krvi. Pokud je uchazeči tato skutečnost prokázána, je mu s okamžitou platností ukončen pracovní poměr vojáka z povolání. Celý výcvik je realizován v režimu nepřetržitého vojenského výcviku. Pracovní doba vojáků je od pondělí 7:00 hod do čtvrtka 16:00 hod. Od pátku do neděle je volno, kdy není povinná přítomnost uchazečů v areálu kasáren. Výcvik je veden s vysokou intenzitou, aby každý uchazeč poznal své maximální hranice při podávání extrémních výkonů. Proto jsou uchazeči v průběhu výcviku vystaveni zvýšenému fyzickému, ale i psychickému zatížení. Výcvik také zahrnuje několikadenní komplexní polní výcviky v terénu včetně nočních přesunů. ^{[17][18] [59]}

Základní výcvik jednotlivce

Výcvik je rozdělen do celkem čtyř fází, které v sobě zahrnují to nejdůležitější a nejpodstatnější z vševojskové přípravy. Každá fáze výcviku je zakončena fázovou zkouškou, v níž se posoudí průběžné výsledky výcviku.

1. fáze – začátek vojenské kariéry pilota

V první části výcviku se uchazeč seznamuje s vojenským řádem, vojenskou pořadovou přípravou a veškerými nezbytnými součástmi vojenského života. Musí prokázat ukázněnost, motivaci a ztotožnění se s daným systémem vojenského velení a řízení na základní úrovni. Jedná se o velmi důležitou část výcviku, protože další příprava a úroveň závěrečné bojové připravenosti vojáků bude vycházet z této fáze. V každé četě jsou uchazeči rozděleni do dvojic, ve kterých plní veškeré úkoly po celou dobu výcviku. Cílem tohoto rozdělení je posílit týmovou spolupráci, odpovědnost k celé jednotce, vzájemnou sounáležitost a pomoc.

Velká část přípravy je prováděna na učebnách, kde se učí teorie jednotlivých vševojskových příprav. Dále na uchazeče čekají první testy fyzické zdatnosti. Uchazeči musí splnit výcvik na překážkové dráze a splnit podmínky vstupního přezkoušení fyzické zdatnosti. Testy fyzické zdatnosti jsou rozdílné pro muže a ženy. Další rozdělení se týká věkové kategorie (Příloha č. 1). Proto, aby uchazeč u těchto testů uspěl, musí splnit testy alespoň se známkou vyhovující. Také se v této fázi absolvují první pěší pochody na 3,5 a 8 km. Na konci této fáze výcviku musí uchazeči splnit 16 testů fázové zkoušky, a to ve formě praktické i psané. V každé fázi je stanoveno maximální množství neúspěšně absolvovaných testů. Pokud uchazeč tohoto počtu dosáhne, je potřeba testy opakovat. To lze nanejvýš jednou, pokud ani tehdy uchazeč neuspěje, je mu ukončen pracovní poměr vojáka z povolání. Tato fáze výcviku je považována za nejtěžší z hlediska fyzické i psychické stránky výcviku.

2. fáze – střelecká příprava

V této fázi dochází k získání nových znalostí i dovedností a k prohlubování těch, které uchazeči získali již během první fáze. Stěžejní částí této fáze výcviku je získání maximální dovednosti v praktické činnosti s útočnou puškou, pistolí a ručními granáty. Útočná puška je každému uchazeči přiřazena po celou dobu výcviku pod svým jménem ve zbrojním skladě posádky. Pistole je každému uchazeči předána pouze v případě, že se provádí nácvik střelby na terč. Nadále se věnuje velká pozornost zvyšování fyzické zdatnosti a provádění základních taktických činností jednotlivce. Uchazeče čeká nácvik přesunů na vzdálenost 10 km a první komplexní polní výcvik v délce dvou dnů. I tato fáze výcviku je ukončena fázovou zkouškou v podobě dalších šestnácti testů.

3. fáze – taktická příprava

Tato fáze obsahuje aplikaci již zvládnutých témat polní přípravy do složitějších činností. Mezi tyto činnosti se řadí nácvik zrychlených přesunů do týlu nepřítele, obrana a útok. Uchazeč se zde naučí, jak důležité je přesné plnění úkolů jednotlivců pro úspěšné splnění úkolů celé jednotky. V této fázi vrcholí nácvik základní i střelecké přípravy. Uchazeči zde prochází závěrečnými testy v těchto dvou přípravách. Uchazeč musí splnit střelby na terč z útočné pušky a pistole. U pistole musí nastřílet minimálně 35 bodů ze vzdálenosti 25 m. Při střelbě z útočné pušky musí ze tří nábojů dvakrát trefit nekrytě stojící figuru jednotlivými ranami ve vzdálenosti 100 m a dále alespoň jednou trefit nekrytě běžící figuru při střelbě dávkami ze vzdálenosti 200 m. Další část zkoušky je hod granátem ze zákopu do vzdálenosti minimálně 25 m.

4. fáze – ukončení a slavnostní vyřazení z výcviku

Čtvrtá fáze je zaměřena na prověření znalostí a dovedností uchazečů. Uchazeč musí prokázat, že ovládá veškeré znalosti, které se v průběhu výcviku naučil. Prokazuje to na druhém komplexním polním výcviku, kde se klade největší důraz na splnění úkolů bojové hry a manévru pod palbou nepřítele. Tento výcvik probíhá nepřetržitě po dobu tří dnů. Pokud uchazeč prokáže, že splnil veškeré náležitosti tohoto výcviku, je mu kurz ukončen slavnostním vyřazením absolventů kurzu základní přípravy a je převelen k nástupu na UO v hodnosti svobodníka/svobodnice. ^[59]

2.3 Studium na Univerzitě obrany

UO je dnes již jedinou vojenskou vysokou školou v České republice. Jedná se o státní školu, která připravuje budoucí mladé důstojníky pro potřeby AČR. Škola je otevřena i civilním zájemcům, kteří se vzdělávají především ve prospěch bezpečnostního systému státu, obranného a bezpečnostního průmyslu. Univerzita má celkem tři fakulty – FVT a FVL sídlící v Brně a FVZ v Hradci Králové.

Univerzita poskytuje akreditované vzdělání v bakalářských, navazujících magisterských a doktorských studijních programech pro civilní studenty. Pro vojenské studenty je určen pětiletý magisterský studijní program. Studentům je nabídnuta možnost zapojení do evropského vzdělávacího programu Erasmus+ a tím absolvovat zahraniční studijní pobyty nebo praktické stáže v délce dvou až dvanácti měsíců.

2.3.1 Studenti vojenského prezenčního studia

Po úspěšném absolvování kurzu základní přípravy jsou budoucí studenti přeloženi personálním rozkazem k UO. Zařazení jsou na služební místo „studující vysoké vojenské školy, čekatel/ka“. Studenti jsou povinni se zavázat ke službě v AČR na dobu studia a po ukončení studia na dobu dvojnásobku doby trvání studia a u vojenských pilotů se jedná o dobu trojnásobku doby trvání studia. Po 1. měsíci studia čeká na všechny studenty slavnostní vojenská přísaha. Do doby složení slavnostní vojenské přísahy může být vojákovi ukončen služební poměr bez udání důvodu, a to jak ze strany MO, tak i vojáka. Vojákovi do této doby neplynou žádné závazky vůči AČR. Po složení vojenské přísahy se student stává profesionálním vojákem AČR a je zavázán plnit požadavky plynoucí z jeho služebního poměru.

U vojenských studentů je velmi důležitá jejich fyzická zdatnost, psychická odolnost a jazyková vybavenost, proto se během studia na to klade velký důraz. Praktické dovednosti vojenské, ale i velitelské, získávají studenti zejména při vojenské přípravě mimo univerzitu. Tyto dovednosti získají a dále rozvíjí na kurzu základní přípravy a dalších vojensko-profesních přípravách (Příloha č. 2). Celkově je u studentů, budoucích profesionálních vojáků AČR, kladen důraz na formování osobnosti důstojníka – velitele, manažera, technického specialisty nebo lékaře, také na osvojování teoretických znalostí a praktických dovedností a na získání schopnosti vést své podřízené týmy. Absolventi jsou připraveni na působení nejen na území České republiky, ale i mimo ni, a to v jednotkách mnohonárodních vojenských uskupení a v rámci aktivit NATO i EU.

Většina studentů není zařazena na svou studijní specializaci od 1. semestru. Zařazení se provádí po ukončení 2. semestru studia, a to na základě aktuálních požadavků MO ČR, zájmu studentů a jejich studijních výsledků, kterých v průběhu 1. ročníku dosáhli. Výjimku tvoří studenti specializace vojenský pilot a řídicí letového provozu, kteří jsou zařazení na své studijní specializace hned od 1. semestru. Aby do této specializace mohli ke studiu nastoupit, musí úspěšně projít lékařským vyšetřením v ÚLZ v Praze. ^{[12][13]}

Od prvního ročníku jsou studenti jmenováni do vyšších hodností. Jmenování je podmíněno úspěšným zakončením studia daného ročníku. Po ukončení studia se ze všech studentů stávají důstojníci a jsou jmenováni do hodnosti poručíka a spadají do sboru nižších důstojníků. Vojenští piloti jsou po absolvování pokračovacího leteckého výcviku u jednotlivých druhů letectva jmenováni do hodnosti kapitán. Studenti pobírají každý měsíc služební plat.

Předčasný odchod z vojenské služby

Pokud voják nesplní závazek k setrvání ve služebním poměru z vlastní vůle, ke kterému se zavázal na začátku studia, je povinen uhradit vojenské správě část nákladů, které byly vynaložené na jeho studium, a to podle délky studia a doby trvání služebního poměru. Poplatek je povinen uhradit každý měsíc. Výše poplatku je stanovena vyhláškou MO ČR č. 265/1999 Sb. a činí 30 000 Kč u specializace vojenský pilot, 12 000 Kč pro absolventy FVZ a 9 000 Kč u ostatních studijních programů. ^[14]

2.3.2 Studijní plán oboru vojenský pilot

Cílem studia je připravit po teoretické stránce budoucí vojenské piloty. Studium je rozdělené na společnou část a specializaci (Příloha č. 3). Ve společné části studia se studenti učí základním dovednostem a schopnostem budoucího vojáka z povolání a předmětům strojního základu, nezávisle na typu studijního oboru. Výuce cizích jazyků je věnována zvýšená hodinová dotace. Kromě jazyka anglického si studenti mohou vybrat další volitelný jazyk, a to jazyk německý, ruský nebo francouzský.

Předměty specializace oboru vojenský pilot

Výuka jednotlivých specializovaných předmětů navazuje na předměty strojního základu. V této části studia se studenti seznamují s teoretickou přípravou, kterou každý vojenský pilot musí znát (Příloha č. 4). Teorie se vyučuje především v průběhu studia a její znalost se prokazuje v průběhu základní letecké přípravy v CLV Pardubice. Spousta předmětů se navzájem prolíná a studenti si stále více prohlubují znalosti v jednotlivých oblastech vojenského i civilního letectví.

Základní pilotní příprava

Cílem předmětu je dovést studenty ke znalosti základních požadavků na létající personál, které stanovuje ODVL a ÚCL. Studenti se seznamují se zásadami provozu a použití letecké techniky i s postupy při řešení krizových situací vznikajících při letovém provozu. Studenti také musí prokázat znalost zásad a standardů ICAO, předpisů JAR-FCL 1, požadavků EUROCONTROL a směrnic a standardů NATO. Naučí se používat přidělenou techniku s důrazem na bezpečnost a efektivitu provozu při plnění odborných úkolů, využívat možnosti a omezení této techniky a veškeré tyto znalosti musí ovládat a umět praktikovat při plánování a plnění odborných úkolů. Vše se učí v rozsahu pro zahájení praktického leteckého výcviku.

Operační použití letectva

Studenty předmět seznamuje s organizační strukturou VzS AČR, NATO i obsahem Washingtonské smlouvy. Studenti se učí ovládat zbraňové systémy, jejich účinky a podmínky jejich použití. Musí se naučit používat prostředky a systémy ochrany letounu proti PVO, seznámit se s principy navádění letounů na vzdušné i pozemní cíle. Seznámen je se zásadami a systémem součinnosti letectva při vedení bojové činnosti.

Letecká frazeologie a letecká angličtina

Obsahem předmětu je naučit se zvládat standardní slova a fráze letecké frazeologie, provozní postupy a zásady komunikace za letu VFR i IFR, tísňové postupy při ztrátě spojení, zvládnout techniku vysílání písmen, čísel, času a způsoby tohoto vysílání. Dále se studenti učí zvládat definice a zkratky ATC, aplikovat předpis L-10, provádět transfer spojení, zkoušku srozumitelnosti, potvrzování a zpětné opakování zpráv. Piloti jsou seznámeni s Morseovou abecedou.

Letecká angličtina připravuje studenty na plynulou anglickou konverzaci při standardních i nestandardních situacích v letectví. Absolvent je schopen ústní i písemné komunikace. Rozumí středně obtížným textům a úroveň všech řečových dovedností odpovídá deskriptorům normy NATO STANAG 6001, SLP 3333.

Technologie letového provozu

Studenti se důkladně seznamují s veškerými dokumenty, předpisy, požadavky a postupy v letovém provozu, případně si tyto znalosti prohlubují. I zde je důležitým článkem lidský faktor, a tak se tomuto tématu věnuje jeden celý semestr.

Aplikovaná technologie letového provozu

Jeden celý semestr se studenti seznamují především s významem těžiště a lidského činitele. Ve zbývajících semestrech je výuka zaměřena především na navigaci a radionavigační systémy.

Letecká technika a technologie

Předmět seznamuje studenty s konstrukcí a jednotlivými systémy letadel, výkonností jednotlivých tříd letadel, aerodynamikou a motorovými systémy.

Základy avioniky a výbroje letadel

Obsahem předmětu je studenty seznámit s elektrickými systémy letadel, avionickými systémy, leteckými přístroji a systémy zabývající se výbroji letadel, včetně jejich konstrukce.

Letecká meteorologie

Cílem předmětu je studenty seznámit se základy letecké meteorologie, zahrnující například vliv počasí a jednotlivých meteorologických prvků na let letadla a letovou činnost letectva. Naučí se dekódovat letecké meteorologické zprávy, počasí a výstražné informace. ^[16]

3 Praktický letecký výcvik pilotů taktického letectva

Praktický výcvik všech pilotů VzS AČR probíhá v CLV, které sídlí na vojenském letišti v Pardubicích. Provozovatelem CLV Pardubice, a tedy i poskytovatelem výcviku je státní podnik LOM Praha s. p., který je tradičním podnikem českého, evropského, ale i světového průmyslu s dlouholetou historií.

CLV zajišťuje všechny úrovně výcviku. Nezabývá se pouze leteckým výcvikem pilotů vrtulníků a letadel, ale také výcvikem instruktorů, leteckých inženýrů a pozemního leteckého personálu. Pro piloty VzS AČR se jedná o hlavní výcvikové středisko, pouze přeškolení z letounu L-159 Alca na nadzvukový letoun JAS - 39 Gripen probíhá ve Švédsku. CLV zajišťuje kompletní výcvik pilotů VzS AČR od roku 2004, kdy se AČR stala armádou profesionální. CLV také poskytuje výcvik zahraničním pilotům z celého světa. ^[19]

Letecký výcvik je uskutečňován na základě Smlouvy č. 1810400116 o leteckém výcviku. Smluvními stranami jsou Česká republika – MO jako objednatel výcviku a LOM Praha jako jeho poskytovatel. K podpisu smlouvy došlo 21. prosince 2018. Smlouva je uzavřena na dobu určitou od 1. ledna 2019 do 31. prosince 2025 s možností prodloužení účinnosti smlouvy do 31. prosince 2028. Smlouvou také byla stanovena cena výcviku, která je ve výši 4 250 000 000 Kč včetně DPH. Cenu tvoří částka fixních nákladů na zajištění služby, cena za hodinu leteckého výcviku a cena za výcvikový týden. V ceně např. nejsou zahrnuté náklady na vybavení NVG. Může dojít ke zvýšení ceny o přírůstek průměrného ročního indexu spotřebitelských cen, který je vypočtený za uplynulý kalendářní rok podle oficiálně uveřejněných údajů Českého statistického úřadu. ^[42]

3.1 Základní letecký výcvik v CLV Pardubice

Výcvik je rozdělen na pozemní výcvik a letecký výcvik v několika fázích. Než studenti zahájí letecký výcvik, musí projít pozemní přípravou. Pozemní příprava je komplexní příprava pro lety a další činnosti a zahrnuje teoretickou přípravu, syntetický výcvik (Kapitola 5) a speciální výcvik (padáková příprava). ^[42]

Výcvik je zahájen v rámci studia na UO. Semestr, ve kterém výcvik začne, se průběžně mění, podle potřeb letectva. V současné době se tak děje v průběhu 4. semestru. Systém základního leteckého výcviku je pevně daný. Osnova výcviku je sestavena tak, aby se vojenským pilotem mohl stát i student, který nikdy předtím nelétal. Před nástupem do CLV studenti prochází teoretickým školením tzv. technické přípravy z konstrukce letounu Zlin Z-142C AF, v rozsahu čtyřiceti vyučovacích hodin. Školení probíhá u CLV v učebně výcvikového zařízení vzdušných sil, které je součástí Vojenské akademie ve Vyškově.

V průběhu prvního týdne pobytu v CLV se studenti seznamují s leteckou technikou, jedná se o týden tzv. materiální části. Následně studenti pokračují v pozemním výcviku a absolvují teoretické předměty, které bezprostředně potřebují k létání. Teoretická výuka v CLV je vyučována v rozsahu nezbytného minima, protože leteckou teorii se studenti učí v průběhu studia na UO (Kapitola 2, Příloha č. 3 a 4). V rámci pozemní teoretické přípravy studenti absolvují celkem 118 vyučovacích hodin tzv. účelových příprav pro letoun Z-142C AF a 136 vyučovacích hodin pro letoun L-39 Albatros. Jedna vyučovací hodina pozemní přípravy trvá 45 minut a jedna hodina leteckého výcviku trvá 60 minut.

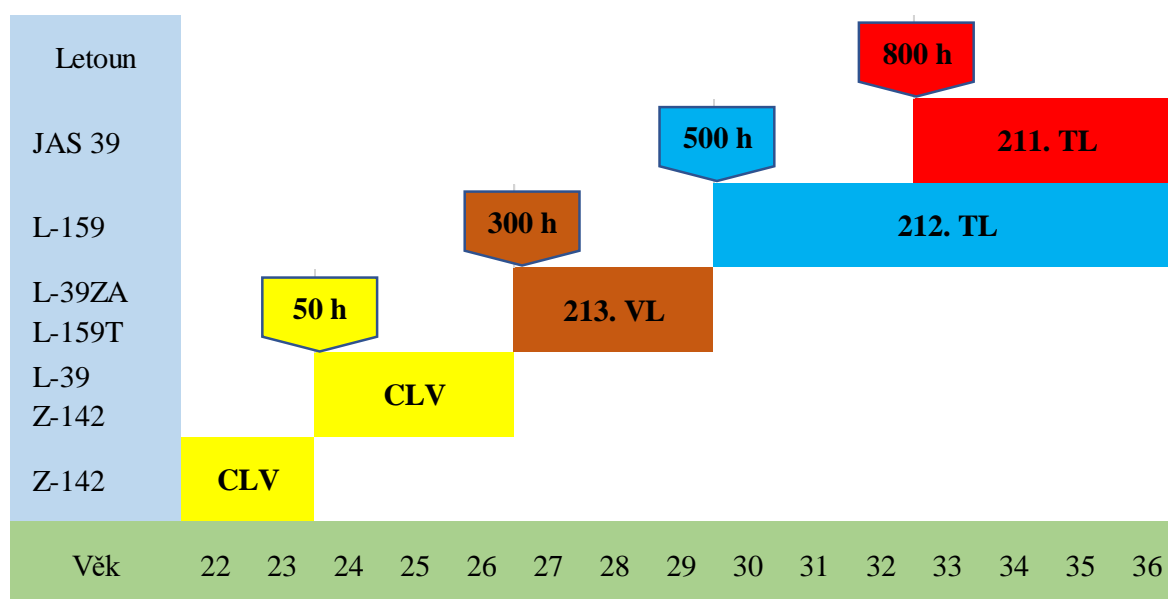
V CLV se piloti učí následující předměty:

- upřesnění výkladu teoretických předmětů a leteckých předpisů,
- letový a pozemní provoz na letišti,
- příprava map a letových pomůcek,
- radiokomunikace,
- předletová prohlídka letadla,
- předletová kontrola kabiny,
- motorová zkouška letadla,
- ovládání systémů letadla,
- nouzové postupy,
- nouzové opuštění letadla,
- provozní omezení letadla,
- technika pilotáže a aerodynamika,
- použití navigačních prostředků.

Obecnou část pozemní teoretické přípravy včetně přezkoušení musí studenti zvládnout zhruba během tří týdnů. Poté, co studenti úspěšně zvládnou přezkoušení z teorie, přechází k samotnému leteckému výcviku, a to v rámci základního testovacího leteckého výcviku. V průběhu testovacího leteckého výcviku dokážou instruktoři CLV již spolehlivě poznat, zda studenti profesi vojenského pilota zvládnou a mají pro ni veškeré předpoklady. ^{[4] [58]}

Koncept leteckého výcviku do roku 2016

Jedná se o nejznámější a nejdéle používanou podobu leteckého výcviku VzS AČR. Výcvik byl pětifázový a trval příliš dlouhou dobu (Obrázek 1). Piloti na nadzvukové letouny JAS-39 přecházeli ve velmi pozdním věku. Proto v roce 2016 došlo k výrazné změně ve výcviku. Obsah výcviku zůstal zachován, ale nově se výcvik stal čtyřfázovým (Obrázek 2). ^{[41][21]}



Obrázek 1: Výcvik taktického letectva do roku 2016; zdroj [41] upraveno autorem

3.1.1 Analýza současného stavu leteckého výcviku

1. fáze – základní výcvik (screening)

Hlavním cílem této fáze výcviku je prověřit schopnost pilotních uchazečů zvládnout vojenský letecký výcvik a na základě jejich schopností a požadavků VzS AČR je rozdělit na jednotlivé odbornosti. Studenti začínají letecký výcvik na letounu Z142C AF. Výcvik je zahájen seznamovacím letem s prostorem. Následují vývozní lety k zvládnutí základní techniky pilotáže, tedy nejdříve přímý vodorovný let, zatačky, nácvik stoupání a klesání, nácvik letu při malých rychlostech, nácvik rozpoznání a vybírání počáteční fáze pádu a vývrtky a zvládnutí bezpečného vybírání. Postupně jsou k úkolům přiřazovány nácviky letů po letištním okruhu, tedy nácviky vzletu a přistání. Dále se v této fázi výcviku cvičí nácviky bezpečnostních a nouzových přistání. Následuje traťový výcvik včetně nácviku přistání na řízených i neřízených letištích. Při náletu 25–30 LH následuje přezkoušení na první samostatný let. Provedení samostatného letu je nezbytnou podmínkou úspěšného zvládnutí základního leteckého výcviku. Následují samostatné lety do prostoru a samostatné navigační lety. Tento výcvik plně splňuje požadavky na splnění výcviku PPL, včetně požadavku na samostatné lety. V této fázi výcviku studenti nalétají na Z-142 C AF přibližně 50 LH a pokud vše probíhá podle plánu, zvládnou tuto fázi výcviku přibližně za 3 měsíce. Na konci této fáze výcviku studenti podstupují zápočtový let. Schopnosti pilotů při zápočtovém letu ověřují inspektoři z ODVL MO ČR. Nadstavbou výcviku je provádění skupinových letů, zvládnutí základů vysoké techniky pilotáže – akrobacie a základ přístrojového výcviku. V této části výcviku se nevyužívají žádné simulátory, ale pouze výukové prezentace a základní pomůcky jako jsou modely letadel, obrázky apod. ^[58]

Rozřazení studentů k jednotlivým druhům letectva

V další fázi jsou již piloti rozřazeni podle odborností na piloty dopravních letounů, vrtulníků, a taktického (stíhacího) letectva. O tom, ke kterému druhu letectva bude student zařazen rozhodují především aktuální požadavky VzS AČR na počty pilotů v jednotlivých odbornostech. Tyto požadavky jsou v každém roce jiné a mohou se měnit například i z důvodu odchodu starších letců. Studenti mohou vyjádřit svůj názor, u kterého letectva by dále chtěli absolvovat výcvik, jejich přání ale není pro velení tím nejdůležitějším rozhodujícím faktorem. Naopak hodnocení od instruktorů CLV má velkou váhu. Instruktoři už přibližně po dvaceti pěti LH dokážou odhadnout na základě letových schopností každého studenta, ke kterému druhu letectva se student nejvíce hodí a u kterého by měl začít pokračovací výcvik. Nakonec má ale konečné slovo ODVL MO, které vychází z již zmíněných požadavků VzS AČR. ^[4]

2. fáze – pokračovací výcvik pilotů taktického letectva

V rámci dalšího výcviku (další rok) pokračují studenti určení pro TL ve výcviku zaměřeném především na výcvik IFR, akrobacie a letů skupin. 1. část 2. fáze výcviku mladí piloti absolvují na letounech Z 142 a 2. část na L-39. Výcvik je realizovaný na tzv. vyšších typech letecké techniky. Předtím ale než piloti usednou do kokpitu letounu L-39, musí projít typovým přeškolením na tento letoun. Z tohoto důvodu studenti opět usednou do učeben a jsou vysláni na kurz do Centra přípravy vzdušných sil ve Vyškově a začínají studium materiální části letounu L-39.

Po absolvování kurzu a získání certifikátu musí studenti projít padákovou přípravou, kterou absolvují buď u svého mateřského útvaru, nebo v CLV Pardubice. Následují přibližně dva týdny pozemní přípravy, která je zakončena komplexním přezkoušením. Pokud student splní veškeré tyto požadavky, je připraven usednout do kokpitu L-39 a zahájit letecký výcvik na tomto letounu. Výcvik začíná základními úkoly, které zahrnují vzlet a přistání, létání po okruhu, odlet na záložní letiště, nácvik základní techniky pilotáže a nouzových postupů. Vše probíhá za definovaných podmínek VMC den pod dohledem instruktorů, kteří pečlivě sledují a vyhodnocují každý let a rozhodují o tom, kdy bude studentovi umožněn jeho první sólový let. Kdy se tento let uskuteční je individuální záležitost, ale většinou se tak stane po náletu dvaceti LH. Dále studenti pokračují nácvikem vyšší pilotáže v zóně a skupinovými lety – nejprve jako vedený, později jako vedoucí. Poprvé se studenti seznámí se základy bojového použití. Začíná se jednoduššími manévry útoku na pozemní cíle a následně i na vzdušné cíle. Z důvodu legislativy není možné v CLV používat ostrou municí, proto se k výcviku používá pouze palubní fotokulomet. Studenti plní další úkoly jako vyšší techniku pilotáže ve dvojici, lety podle přístrojů v mraku, noční létání, složitější manévry útoku proti pozemním cílům, vizuální vzdušný průzkum a manévrový vzdušný boj až do úrovně dva na jednoho. Na konci této fáze výcviku musí studenti splnit závěrečné přezkoušení. Po jeho splnění studenti odcházejí k 213. VL, kde je čeká další výcvik. ^{[51][58]}

V průběhu 2. fáze a výcviku na letounu L-39 se používají k výcviku simulátory CPT-39 se zaměřením především na důkladné zvládnutí postupů v kabině, obsluhu systémů letadla, nácvik základního rozdělení pozornosti a nácviky řešení zvláštních případů za letu. Tento simulátor není vhodný pro nácvik techniky pilotování, protože zejména síly v řízení zcela neodpovídají reálnému letounu. Kabina simulátoru je řešena jako projekce pomocí dotykových obrazovek, takže ani zde není úplná funkcionalita z hlediska obsluhy, ale je plně funkční z hlediska funkce. Pro přístrojové lety (výcvik IFR) jej lze rovněž využít na základní nácvik rozdělení pozornosti a obsluhy systémů. Na pokročilejší 2. fázi výcviku se používají také simulátory DSC L39, což je využití virtuální reality pro letecký výcvik. Simulátor je složen pouze ze sedačky pilota s ovládacími prvky letounu a řídicího počítače. Pilot během simulace používá speciální 3D brýle. Simulace letu na letounu a kabiny je velmi realistická. Používají se tři pracoviště pilota, která je možné počítačově propojit a tento simulátor potom využít na nácviky letů skupin, nácviky bojového použití proti pozemním i vzdušným cílům jak pro jednotlivý letoun, tak i pro skupinu. Celý úkol se potom dá pro účely rozboru letu zpětně přehrávat a využít přitom různá zobrazení. V této fázi je používané také TSC. ^[58]

3. fáze – zdokonalovací výcvik

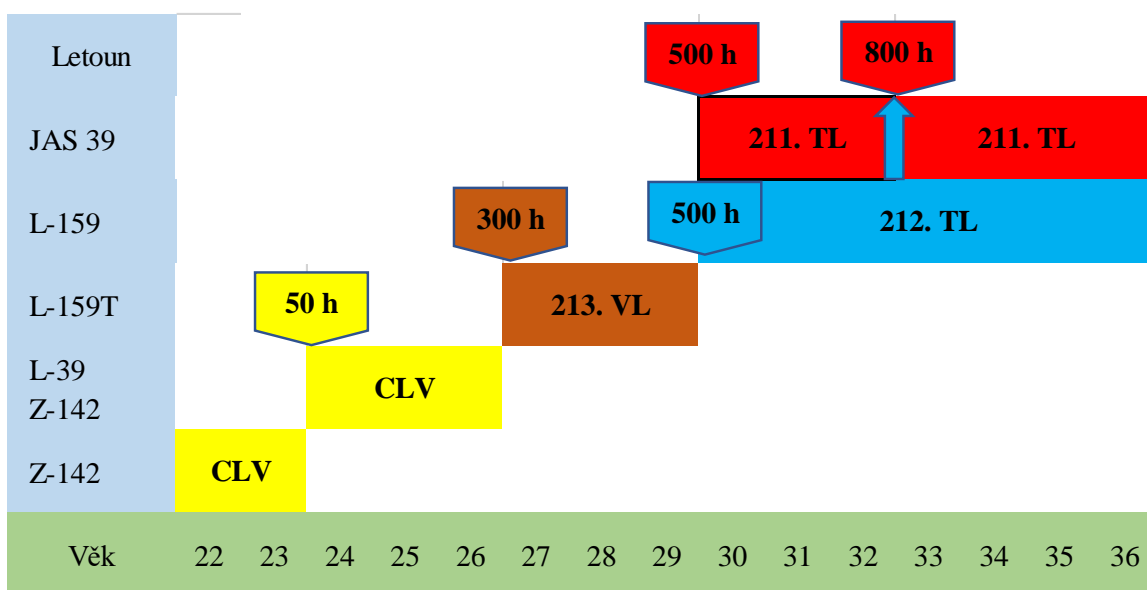
Při zahájení této fáze mají piloti již celkem nalétáno přibližně 300 LH. Cílem této fáze výcviku je pokračovat ve výcviku zejména bojového použití na vzdušné a pozemní cíle jednotlivce i dvojice. Zde se ze základů piloti posouvají k taktickému použití a podle požadavků 21. zTL se pokračuje ve výcviku do splnění 2. pilotní třídy (pilot je vycvičen za všech povětrnostních podmínek ve dne i v noci a má splněné všechny základní úkoly bojového použití a cvičí se v pokročilejších úlohách podle požadavků). Výcvik probíhá s ostrou municí. U 213. VL se létá na letounech L-159 T. U VL nalétají piloti přibližně 200 LH a stráví tím zhruba 3 roky. Na konci této fáze mají za celý svůj letecký výcvik nalétáno již 500 LH. Po ukončení této fáze výcviku jsou piloti přeřazeni z 213. VL buď k 212. nebo 211. TL. Oproti starší verze výcviku (Obrázek 1) se můžou piloti přeškolit na letoun JAS-39 po ukončení této fáze výcviku. Tím odpadá původně povinný výcvik na letounech L-159 Alca u 212. TL. Piloty letounu JAS-39 se mohou stát okolo 28–29 let věku oproti původním 33–34 let věku. ^{[41][21][6][58]}

Piloti musí prokázat znalost všech druhů předepsaného výcviku. Jedná se např. o výcvik manévrového vzdušného boje, výcvik vzdušného souboje za hranicí viditelnosti, navigační lety, útok proti pozemním cílům a mnohé další úkoly. Ti piloti, kteří dosahují vynikajících výsledků „Air to Air“, jsou poté vybráni k přeškolení přímo na bojové nadzvukové letouny JAS-39. V současné době se tento postup příliš nevyužívá, protože přestup z letounu L-39 na letoun JAS-39 je příliš náročný z důvodu velkých rozdílů v avionice letounů. S touto verzí postupu pilota přímo k 211. TL se více počítá v době zařazení letounu L-39NG do výcvikového systému, protože letoun disponuje avionikou podobnou avionice letounu JAS-39. V této fázi výcviku se využívá TSC, na kterém je možné nakonfigurovat kabinu kteréhokoliv letounu využívaného ve výcviku včetně simulace použití zbraní, avšak tento simulátor je primárně určen pro nácvik a použití taktiky, tedy je spíše určen pro pokročilejší fáze leteckého výcviku, zejména ke konci 3. fáze výcviku. ^{[20][58]}

4. fáze – bojový výcvik.

U 212. TL piloti absolvují kompletní taktické létání na letounu L-159. Vybraní piloti se přeškolují na letoun JAS-39 poté, co nalétají stanovený počet hodin, který je přibližně 300 LH. Ostatní piloti pokračují v létání na letounech L-159 a nadále se zdokonalují v plnění operačních úkolů k dosažení plného stupně vycvičenosti dle STD NATO „combat ready“.

Základní přeškolení pilotů na letoun JAS-39 Gripen probíhá v délce tří měsíců na letecké akademii Gripen Training Academy, která je dislokována na letecké základně Säténäs ve Švédsku. V průběhu přeškolení piloti pravidelně absolvují výcvik ke zdolání vysokých přetížení (centrifuga), nácvik nouzového opuštění letounu s přistáním do vody, výcvik v bazénu, kde za téměř úplné tmy, při silných umělých vlnách, simulovaném větru, dešti a pocitové teploty okolo 4 °C, musí piloti prokázat znalost získaných dovedností v průběhu teoretické přípravy a tzv. suchého nácviku. Důraz je kladen na předletovou přípravu, kde si piloti osvojí správnou přípravu na let a jeho následné vyhodnocení. V době přeškolení piloti nalétají přibližně 30 LH na simulátorech a 15 LH na dvoumístných letounech JAS-39D Gripen i jednomístných letounech JAS-39C Gripen. Po absolvování těchto tří měsíců se piloti vrací zpět do ČR a u 211. TL pokračují v taktickém bojovém výcviku na tomto typu letounu. ^{[20][21]}



Obrázek 2: Současná podoba výcviku platná od roku 2016; zdroj [59]

3.1.2 Předpokládaná struktura výcviku se zavedením letounu L-39NG

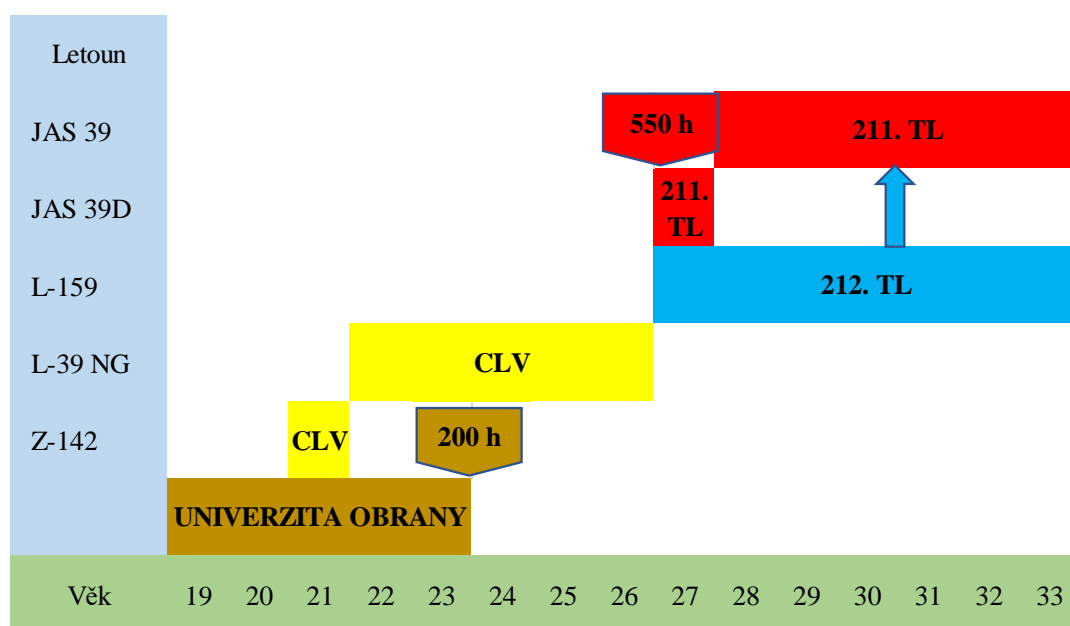
Výcvik bude ve znamení několika změn, ale obsah výcviku zůstane stejný, jako ve výše popsaném současném stavu výcviku. Výcvik zůstane čtyřfázový (Obrázek 3). Tato nová struktura výcviku je vyvíjena z několika hlavních důvodů. Je potřeba, aby piloti přecházeli na nadzvukové letouny JAS-39 v mladším věku. Dále je potřeba výcvikový systém modernizovat a začlenit do výcviku více nových technologií, které umožní efektivnější způsob přípravy pilotů. K úpravě studijních plánů muselo také dojít na UO, aby piloti započali letecký výcvik dříve než doposud. Z tohoto důvodu se vyvíjí cvičný letoun nové generace L – 39NG (Kapitola 4). Nový koncept výcviku počítá s přechodem velké části výcviku na výcvik syntetický (Kapitola 5). Je tedy potřeba také letecké simulátory neustále vyvíjet a zdokonalovat.

Jednotlivé fáze možné budoucí struktury leteckého výcviku

Výcvik bude zahájen **první fází (screening)** na letounu Z-142C AF. Hodinová dotace zůstane v délce padesáti LH. U pilotů se budou zjišťovat jejich potenciační schopnosti k práci profesionálního vojenského pilota. Získávat budou primární pilotní zkušenosti, které budou prokazovat závěrečnou zkouškou.

Následující **druhá (základní výcvik), třetí (zdokonalovací výcvik) a částečně čtvrtá (LIFT) fáze** bude ve formě pětiletého intenzivního výcviku na nových letounech L-39 NG. V průběhu těchto fází budou studenti ukončovat studium na UO s celkovým náletem 200 LH. Při přechodu pilotů na jiný typ letounu v průběhu čtvrté fáze budou mít piloti odlétaných přibližně 550 LH.

Poté má následovat kratší přeškolení na letouny JAS-39D. Přibližně po roce přeškolení následuje přesun k 211. TL, kde piloti pokračují v taktickém a bojovém výcviku. K letce se tak piloti dostanou zhruba ve věku 27-28 let. Oproti předchozím verzím výcviků se tedy jedná o posun věkové hranice nových pilotů taktického letectva. Piloti, kteří nebudou vybráni k přeškolení na letoun JAS-39, budou přeřazeni k 212. TL na letouny L-159. Do výcviku budou více zapojeny letecké simulátory typu FMS, a to již od druhé fáze. Se zapojením TSC se počítá od fáze LIFT.^{[21][41] [57]}



Obrázek 3: Pravděpodobná struktura výcviku se zavedením letounu L-39NG; zdroj [41] upraveno autorem

3.2 Přínos přechodu na nový koncept výcviku pilotů

Výcvik pilotů je časově dlouhodobá a finančně velmi náročná činnost, a proto je důležité se zaměřit na kvalitní systém přípravy a výcviku pilotů taktického letectva. Již na závěr 21. ročníku Konference velitelů vzdušných sil Evropy v roce 2014 došli zástupci vzdušných sil jednotlivých států ke stanovisku, že současný výcvik neodpovídá aktuálním požadavkům, hrozbám ani možnostem moderní techniky. Některé současné podoby výcviků jsou staré i více než deset let, aniž by reagovaly na vývoj nejen v letectví, ale také medicíně či vzdělávání. Zástupci se shodli také na potřebě změny systému výběru osob a nároků při jejich výběru.

„Nejdůležitější je, aby mladí lidé zahájili letecký výcvik včas a neztráceli potřebnou motivaci během studia. Postupně se nám snižuje základna osob, ze které lze vybírat ty nejlepší z nejlepších budoucích pilotů“ říká brigádní generál Libor Štefánek.^[38] Zároveň také poukázal na fakt, že fyzická kondice mladých lidí již není na takové úrovni, jako před několika málo lety, a proto je při výběru nových pilotů důležité spolupracovat s experty v oblasti medicíny a leteckého zdravotnictví.^[38]

Vytvoření nového a moderního leteckého výcviku je velmi složitou záležitostí. Je potřeba vybudovat komplexní koncept a využívat propojení všech moderních technologií a metod. Mezi nové technologie se řadí nové generace leteckých simulátorů, palubní virtuální tréninkový systém a letoun L-39NG. Cílem nového výcvikového konceptu je zlepšit schopnosti pilotů, zvýšit jejich kapacitu, produktivitu a výkon, aby se snadněji adaptovali na nové generace stíhacích letounů. K tomu jim budou sloužit nové interaktivní učebny, výuka pomocí 3D vizualizací a zapojení headsetů virtuální reality (Kapitola 6).

AČR již nový koncept výcviku představila společně s představením vývoje nového cvičného letounu L-39NG. Výcvik je vybudován na základě třech pilířů: adaptivní tréninkové technologii, inovativní vzdělávací osnově založené na výcviku podle schopnosti jednotlivců a na nejlepší efektivitě výcviku. Oproti současné podobě bude výcvik časově zkrácen a k plné vycvičenosti pilotů dojde o něco dříve. Piloti tak na letounu JAS-39 budou přecházet v mladším věku. Právě věk je největším problémem nejen letectva AČR, ale letectev ostatních evropských států. Zároveň s využitím nového letounu ve výcviku dojde k zjednodušení celého výcviku. Letoun L-39NG bude využívat moderní technologii, především v oblasti avionických systémů, které se více přibližují avionice letounu JAS-39.

Díky tomu se přechod pilotů z podzvukového L-39NG na nadzvukový JAS-39 ulehčí. Do výcviku má být ve větší míře zařazen syntetický výcvik. Tím se dosáhne komplexnosti výcvikového programu, dosáhne se větší bezpečnosti při výcviku a sníží se finanční náklady. Nový koncept výcviku odpovídá potřebám moderního letectva a přináší řadu výhod oproti současné podobě výcviku.^[57]

3.2.1 Požadavky na přípravu pilotů se zaváděním nové generace stíhacích letounů

Společně se vznikem nového výcvikového systému vznikla také vize, jak by mohl probíhat výběr nových pilotů. Do výběru byly zařazeny následující požadavky:

- letecká praxe,
- pre-screening,
- vstupní zdravotní prohlídka v ÚLZ,

- psychologické testy,
- motivační pohovor,
- přijímací řízení na UO.

V případě, že uchazeči před nástupem ke studiu na UO budou držiteli pilotního průkazu soukromého pilota PPL (Private Pilot Licence), může jim být poskytnuta kompenzace nákladů ve výši do 100 000 Kč. Výše uvedené požadavky by částečně splňovaly první část výcviku – screening. Studenti by museli prokázat své schopnosti před komisaři ODVL MO a splnit armádní zkoušky, které jsou podmínkou v pokračování ve výcviku. ^[41]

Letecko-lékařský výcvik (LLV) v ÚLZ

LLV je soubor teoretické přípravy a praktických demonstrací a nácviků. Jeho cílem je seznámit piloty s fyziologickými a psychofyziologickými faktory, které ovlivňují jejich organismus, výkonnost a bezpečnost letu. Výcvik je rozdělen na vstupní a pokračovací. Vstupní probíhá před začátkem praktického letového výcviku a je povinný pro všechny piloty.

Opakovací probíhá periodicky po celou leteckou službu a podléhá mu veškerý létající personál AČR. Před zahájením každého bloku praktických demonstrací a nácviků LLV prochází piloti komplexním lékařským vyšetřením na jednotlivých odděleních klinického odboru ÚLZ. V úvodu vstupního LLV jsou u každého pilota změřena určitá antropometrická data a na jejich základě jsou vybrány příslušné velikosti speciální a výškové výstroje. Následuje nácvik v přizpůsobení a používání této výstroje. LLV zahrnuje následující oblasti:

1) Výšková fyziologie

Demonstrace hypobarické hypoxie a účinků změn atmosférického tlaku. Demonstrace se uskutečňuje v komplexu podtlakových komor. V ÚLZ se nachází celkem 3 podtlakové komory, které umožňují simulaci výstupu do výšky v rozmezí 0 – 37 000 m n. m. Testování standardně probíhá na simulovaných výškách 5 000, 7000 a 10 000 m. Rychlost dekomprese i komprese se liší podle typu a účelu demonstrace. V průběhu demonstrace je ve všech komorách možnost monitorovat fyziologická data. Tato demonstrace slouží k získání praktické zkušenosti negativního efektu hypoxie na psychofyziologickou výkonnost pilota.

Dále se provádí **demonstrace účinků změn atmosférického tlaku** (komprese a dekomprese), které zahrnují praktické ukázky efektu těchto změn na lidský organismus v podtlakové komoře. Piloti absolvují soubor expozičních se zvyšujícími se hodnotami změn tlaku při rychlostech výstupu v rozmezí 50 – 1 800 m/s.

Přetlakové dýchání zahrnuje nácvik dýchání kyslíku v režimu přetlaku. Jedná se o nouzový systém pro záchranu života při dekompresi přetlakové kabiny nebo v případě katapultáže ve výškách nad 12 000 m. Nácviku v podtlakové komoře musí předcházet úspěšný pozemní nácvik.

2) Odolnost vůči přetížení

Testování ortostatické výkonnosti oběhového systému je testování regulace krevního tlaku při ortostatické zátěži metodou podtlaku na dolní polovinu těla. Tento test slouží jako základní výběrová metoda budoucích pilotů.

Nácvik ochranných anti-g manévrů zahrnuje nácvik správné techniky svalových napínicích a dechových manévrů jako prostředku zvýšení odolnosti vůči +Gz přetížení.

Testování a výcvik +Gz odolnosti na lidské centrifuze se provádí z důvodu nácviku +Gz odolnosti s využitím anti-g výstroje a anti-g manévrů na lidské centrifuze, která se nachází ve Švédském městě Linköping. Testování probíhá v rámci týdenního soustředění s cyklem postupně narůstající hodnoty +Gz zátěže se stupňující se hodnotou nárůstu přetížení a délkou expozice. Cílem testování je úspěšně zvládnout zátěž +9 Gz s gradientem nárůstu +6 Gz/s po dobu patnácti sekund.

3) Letové iluze a nezvyklé pocity

Nácvik letu v simulátoru GYRO IPT po volné a předepsané trajektorii slouží pilotům k seznámení s provozními vlastnostmi simulátoru. **Demonstrace letových iluzí a nezvyklých pocitů** se uskutečňuje na simulátoru se čtyřmi stupni volnosti pohybu a který umožňuje demonstrovat nejpravděpodobnější problémy člověka při orientaci v prostoru za letu. Cílem je seznámit piloty s projevy a důsledky některých iluzí a naučit je návyky a postupy k jejich překonání.

4) Nácvik nočního vidění

Výcvik v individuálním přizpůsobení brýlí pro noční vidění se uskutečňuje z důvodu optimálního využití systému nočního vidění, které vyžaduje dokonalé individuální přizpůsobení brýlí zraku každého pilota. Zahrnuje v sobě přizpůsobení polohy brýlí, osy tubusů a dioptrickou i osovou korekci.

Výcvik v nočním vidění se provádí po adaptaci pilota na noční vidění, které trvá přibližně 40 minut. Poté následuje praktický výcvik v nočním vidění na modelu různých typů krajiny. Pilotům jsou demonstrovány nebezpečné efekty a úskalí použití brýlí nočního vidění. Cílem je nácvik správné techniky pohledu a optimální využití technických možností systému. ^[62]

3.2.2 Zapojení ČR do projektu NFTE

V roce 2020 se MO ČR přihlásilo do projektu NFTE. Jedná se o mezinárodní projekt, jehož cílem je zajistit soběstačnost evropských států Aliance v oblasti vojenského leteckého výcviku. Dlouhodobě se řešila potřeba vytvoření společného výcvikového centra nejen pro taktické piloty, ale také pro piloty vrtulníkového a dopravního letectva případně i pro piloty-operátory bezpilotních letadel. Mezi zúčastněné země patří: Bulharsko, Chorvatsko, ČR, Řecko, Maďarsko, Černá Hora, Severní Makedonie, Portugalsko, Rumunsko, Španělsko a Turecko. K otevření prvního kampusu NFTE by mělo dojít v roce 2022.

Projekt má několik hlavních cílů, které pro účastnické země přináší řadu výhod. Prvním cílem je standardizace leteckého výcviku. Standardizací dojde k výrazně **větší interoperabilitě** vzdušných sil a také větší **kvalitě a efektivitě výcviku**. Do budoucna to přinese mnohem snadnější vytváření mezinárodních úkolových uskupení za účelem jejich vyslání do zahraničních misí. Dalším cílem jsou **zdrojové úspory** především z dlouhodobého hlediska. Účastnické země sdružené v projektu NFTE nabízí své výcvikové kapacity ke společnému využití. Práva mají všechny účastnické země stejná. Potenciál k úsporám je značný také z důvodu možnosti efektivněji plánovat výcvik a tím využít jednotlivé kapacity účastnických zemí, které mají momentálně k dispozici.

Třetím cílem projektu je navázání hlubší vojenské spolupráce členských zemí. Země si navzájem mohou **předávat operační zkušenosti**, které mohou být u každé armády jiné a z jiného nasazení, například v zahraničních misích. Účastnické země také mají možnost v rámci projektu NFTE optimalizovat svůj národní systém výcviku. A to tak, že budou některé části tradičně zajišťované ve vlastních zařízeních řešit prostřednictvím kapacit nabídnutých z ostatních zemí zapojených do projektu NFTE. ČR nabídne ostatním státům možnost využití CLV Pardubice včetně TSC. ^{[39][43]}

3.3 Letouny používané při výcviku

V CLV Pardubice slouží k výcviku letouny Zlin Z-142C AF a Aero L-39 C Albatros. V počátečním období byly tyto stroje pronajaté od armády, ale od 1. května 2008 jsou již majetkem státního podniku LOM Praha. Podle potřeb VzS AČR nalétají všechny stroje CLV přibližně 3 000 – 4 500 LH ročně. Tento počet zahrnuje také počet LH na vrtulnících a dopravních letounech. Všechny cvičné letouny v CLV mají typické rozlišovací znaky. Další letouny, na kterých taktický výcvik probíhá, je letoun L-159 Alca a JAS-39 Gripen. Nejpozději do roku 2023 se počítá se zařazením nového cvičného letounu L-39NG. ^[44]

Zlin Z-142C AF

Z-142 (Obrázek 4) je český vrtulový jednomotorový dvoumístný sportovní a cvičný dolnoplošník celokovové konstrukce s křídlem o negativní šípovitosti. Je určen pro základní i pokračovací letecký výcvik. Kabina letounu je s uspořádáním posádky vedle sebe. Motor letounu je Avia M337AK. Jedná se o šestiválcový vzduchem chlazený řadový invertní motor, který pohání hydraulicky stavitelnou kovovou dvoulistou vrtuli. Podvozek je pevný příďového typu. První let Z-142 se uskutečnil 27. prosince 1978, let Z-142C pak o rok později. Výrobce je firma Moravan Otrokovice. ^[47]



Obrázek 4: Letoun Z-142C AF v CLV Pardubice; zdroj: [23]

V CLV slouží pro základní testovací výcvik 8 letounů s evidenčními čísly 0551, 0556, 0557, 0558, 0559, 0566, 0567 a 0568. Od doby dodání těchto letounů do CLV, létají tyto stroje v podstatě se stejným přístrojovým vybavením. Došlo ale k výrazné úpravě draku letounu. Vyměněna byla např. křídla, ocasní partie a některé další části. Nainstalováno bylo také zařízení pro měření a záznam zatížení křídla. Díky této úpravě mohou letouny Z-142 létat i akrobatické prvky, a navíc se prodloužila jejich životnost z původních 3 600 na 5 500 LH. Jejich průměrný roční nálet je 200 LH ročně. ^[44]

Aero L-39 Albatros

L-39 Albatros (Kapitola 4) je lehký cvičný proudový letoun a následovník osvědčeného letounu L-29 Delfin. Letoun byl vyráběn společností Aero Vodochody. Slouží k základnímu a pokročilému výcviku pilotů. Od roku 1968 bylo vyvinuto a vyrobeno několik upravených a vylepšených verzí. Celkem bylo vyrobeno více než 2 000 strojů a vyvezeno do více než třiceti zemí světa. Dne 4. listopadu 2018 tomu bylo přesně padesát let, co se poprvé vznesl k úvodnímu letu prototyp tohoto letounu. O rok později, 19. června 2019, se uskutečnil poslední let letounu L – 39ZA ve výzbroji VzS AČR, který sloužil u 213. výcvikové letky. Letouny dnes slouží pouze v CLV Pardubice. ^[40]

V CLV Pardubice slouží celkem 7 strojů s evidenčními čísly 0103, 0113, 0115, 0441, 0444, 0445 a 0448. Původně bylo strojů 8, ale letoun s ev. č. 0440 měl v roce 2010 nehodu. Tyto stroje byly původně jedny z nejstarších letounů, které patřily českému letectvu. Letouny prošly na přelomu let 1999 a 2000 rozsáhlou generální opravou a modernizací. Letouny dostaly zcela novou přední část trupu, křídla a ocasní části. Touto přestavbou získaly L-39 dobovou životnost 25 let s plným rekuresem 4 500 LH. ^[44]

Aero L-159 Alca (Advanced Light Combat Aircraft)

Jedná se o český jednomístný jednomotorový víceúčelový lehký bojový podzvukový letoun (Obrázek 5). Dvumístná verze je určena k výcviku pilotů při přechodu na plnohodnotné bojové letouny. Letoun je vybaven pro účely bojové činnosti proti pozemním i vzdušným cílům. Je schopen plnit bojové úkoly ve dne i v noci a za ztížených povětrnostních podmínek. Primárním určením letounu je přímá letecká podpora pozemních vojsk, vedení taktického vzdušného průzkumu a vzdušného boje na krátkou vzdálenost a elektronický boj. Letoun je vyráběn společností Aero Vodochody.



Obrázek 5: Letoun Aero L-159 Alca; zdroj: [22]

Celkem má letoun 8 vnitřních nádrží, z toho šest v trupu a dvě na koncích křídel. Na podkřídlní závěsníky lze umístit čtyři přídavné palivové nádrže. Kabina letounu je lehce pancéřovaná. Pilot sedí na vystřelovací sedačce s možností katapultáže v nulové výšce při nulové rychlosti. Avionika je tvořena moderními přístroji. K zobrazování letových údajů slouží čelní průhledový HUD displej a dvojice obrazovek z tekutých krystalů, které jsou umístěné na přístrojové desce.

Pro vlastní ochranu letoun používá výstražný radiolokační přijímač Sky Guardian 200 a zařízení pasivních rušičů Vinten Vicon 78. Dopplerovský radar FIAR Grifo L je umístěn v přední části letounu.

Veškerá výzbroj letounu je umístěná na jednom pod trupovém a šesti pod křídelních závěsnících. Při vývoji letounu se vycházelo z předchozího modelu L-39. První návrhová studie vznikla v roce 1992 a samotný vývoj započal roku 1994. 12. června 1997 byl představen první prototyp letounu dvoumístné verze a 2. srpna téhož roku se uskutečnil první let. Jednomístná verze letounu poprvé vzlétla 18. srpna 1998. Tato verze již splňovala požadavky armády a stala se předlohou pro sériovou výrobu. 10. dubna 2000 byly armádě předány první dva sériové kusy pro účely armádních zkoušek. Dne 29. prosince 2000 byla letadla oficiálně zařazena do výzbroje VzS AČR. [22]

SAAB JAS-39 Gripen

JAS-39 Gripen (Obrázek 6) je lehký proudový jednomotorový víceúčelový stíhací letoun, vyvinutý a vyráběný švédskou společností Saab. Jedná se o středoplošník s delta křídlem. Letoun je tzv. kachní koncepce tzn., že vodorovné řídicí plochy jsou umístěné vpředu pod křídlem. Charakteristikou letounu je jeho inherentní nestabilita, která ve spojení s trojnásobně zálohovaným elektroimpulzním řídicím systémem (Fly-by-Wire), celkovou aerodynamickou koncepcí, malými rozměry i nízkou hmotností zaručuje vynikající obratnost a snadnou ovladatelnost letounu ve všech režimech letu v celém rozsahu rychlostí v různých výškách. Přistávací zařízení letounu je přizpůsobené funkci STOL. Poháněn je proudovým motorem Volvo Aero RM 12. Letoun je vybaven systémem umožňující tankování paliva za letu. Zkratka JAS v překladu znamená **J**akt – stíhací, **A**ttack – útočný a **S**paning – průzkumný. JAS-39 je první vyrobený letoun čtvrté generace proudových letadel. Byl vyvíjen z jeho předchůdců Saab 35 Draken a Saab 37 Viggen. [24][19]



Obrázek 6: Letoun SAAB JAS-39 Gripen; zdroj [24]

Ve výzbroji VzS AČR jsou letouny JAS-39 od roku 2005 v celkovém počtu čtrnácti letounů, z toho 12 letounů jednomístné verze JAS-39C s trupovými čísly 9234, 9235, 9236, 9237, 9238, 9239, 9240, 9241, 9242, 9243, 9244, 9245 a 2 letouny dvoumístné verze JAS-39D s trupovými čísly 9819 a 9820. Dne 18. 4. 2005 přistálo na 21. zTL v Čáslavi prvních 6 letounů s českými výsostnými znaky a 26. 4. 2005 byly slavnostně zařazeny do výzbroje. Letouny plní úkoly v rámci integrovaného systému protivzdušné obrany Aliance (NATO Integrated Air Defense System, NATINADS). V roce 2008 se letouny poprvé účastnily mezinárodních aliančních cvičení NATO Tiger Meet, odkud naši piloti pravidelně vozí ocenění. Letouny se také zapojují do kontingentů Air Policing v pobaltských státech a na Islandu. [9]

Aero L-39NG (Next Generation)

Společnost AERO Vodochody Aerospace poprvé představilo tento letoun na mezinárodním aerosalonu ve Farnborough. L-39NG (Kapitola 4) je nejnovějším provedením svého legendárního předchůdce L-39. Od svého předchůdce převzme osvědčené vlastnosti. Letoun prošel výraznou modernizací. ^[34]

4 Popis letounů Aero L-39 Albatros a Aero L-39NG

4.1 Aero L-39 Albatros

Letoun L-39 je dvoumístný cvičný letoun klasické celokovové konstrukce poháněný jedním proudovým motorem. Letoun je dolnoplošník s tandemovým uspořádáním posádky, s klasickými ocasními plochami a třibodovým zatahovacím podvozkem příďového typu. Křídlo je lichoběžníkového tvaru a na jeho koncích jsou umístěné palivové nádrže.



Obrázek 7: Letoun Aero L-39ZA Albatros; zdroj: [40]

Trup

Trup letounu se skládá z přední a zadní části. Přední část trupu zahrnuje špičku, přetlakovou část s pilotními prostory a motorový prostor. Špička obsahuje bloky avioniky, radiovybavení palubní akumulátor a kyslíkové instalace. Na špičku trupu navazuje přetlaková část s pilotními prostory posádky. Kabina letounu je tvořena dvěma pilotními prostory. V případě verze L - 39ZA (Obrázek 7) se pod pilotním prostorem nachází nábojová schránka a kanon GŠ-23L. Pilotní kabina je tvořena rámem, který se skládá z čelního štítku a dvou samostatných vpravo odklopných překrytů. Na levé straně trupu jsou umístěné stupačky pro piloty, kterých je celkem 5 pro obě kabiny letounu.

Po přetlakové části následuje část střední zahrnující vstupy vzduchu k motoru, připojení křídla, palivové nádrže a motor. Vstupy vzduchu k motoru jsou rozměrné. Jsou vybavené odřezávací mezní vrstvy a vyhříváním náběžné hrany sání. Mezi sacími kanály i kolem nich jsou umístěné prostory pro palivové nádrže. Za palivovými nádržemi jsou umístěné bloky radiovybavení, hydraulická instalace a systém klimatizace.

Zadní část trupu je oddělitelná a po oddělení zajišťuje snadnou výměnu či údržbu motoru. Zadní část trupu nese ocasní plochy a zároveň jí prochází výtoková tryska motoru s ejektorem na konci. Ejektor slouží k odvětrávání motorového úseku. Ocasní plochy se skládají z vodorovné a svislé ocasní plochy a jsou vybavené tyčinkami pro vybíjení statické elektřiny.

Křídlo

Křídlo je jednodílné průběžné lichoběžníkového půdorysu. K trupu je křídlo připojené pomocí čtyř pevnostních závěsů. Šípovitost ve 25 % hloubky je $1^{\circ}45'$ a vzepětí $2^{\circ}30'$.

Konstrukce křídla je tvořena hlavním nosníkem v přední části křídla a pomocným nosníkem v zadní části. Vztlakové klapky jsou dvoj šterbinové. Pro fázi vzletu a přistání lze nastavit jiné hodnoty. Po vzletu se ze své vysunuté vzletové polohy automaticky zasouvají, a to při dosažení rychlosti 320 km/h.

Na vnější části odtokové hrany křídla se nacházejí křidélka. V centrální sekci spodní části křídla jsou umístěny dva brzdící štíty. Vychylují se automaticky při dosažení rychlosti M 0,78. Na náběžné straně křídla jsou umístěny dvě pitotstatické trubice. Pod křídly se nacházejí závěsníky pro nesení výzbroje nebo přídavných nádrží. Počet závěsníků závisí na verzi letounu. Na koncích křídel se nacházejí vřetena palivových nádrží. Jejich objem je od 100 litrů až do 230 litrů, v závislosti na verzi letounu.

Přistávací zařízení

Přistávací zařízení je příďového typu. Přední podvozková noha se zasouvá směrem dopředu a je umístěna ve špičce trupu. Přední podvozková noha je natáčecí o 60° na obě strany. Podvozková noha není samostatně říditelná. Vybavena je tlumičem bočních kmitů a systémem pro ustavení kola v podélné ose při zasouvání podvozku do šachty. Hlavní podvozek se zasouvá směrem ke středu trupu. Pružení podvozku je zajištěno pomocí stlačeného technického dusíku. Pomocí hydraulického odporu tlumící kapaliny je pak zajištěno tlumení podvozku. Proti zatažení podvozku při stání na zemi je podvozek elektricky blokován. Pro případ zablokování při brzdění jsou hlavní kola podvozku vybavena protismykovým zařízením. Brzdění kol není možné po nazdvižení příďového kola. Hlavní kola jsou automaticky brzděna při zasouvání podvozku.

Motor AI-25TL

Motor je dvouproudový s dvouhrádelovým uspořádáním. Je ukrajinské výroby. Dosahuje maximálního tahu 16,87 kN s obtokovým poměrem 2,0. Je tvořen pevným vstupním ústrojím, axiálním kompresorem, skříňní pohonů, prstencovou spalovací komorou, axiální plynovou turbínou, směšovací komorou, prodlužovací rourou a výstupní tryskou. Dále je motor opatřen startérem SV – 25TL, automatickým regulátorem teploty výstupních plynů, systémem snímání vibrací, teplotními i tlakovými senzory a uzavřenou olejovou soustavou umožňující let se zápornými násobky přetížení po dobu dvaceti sekund a s nulovým násobkem po dobu pěti sekund.

Systém spouštění motoru

Systém je tvořen generátorem vzduchu Safír 5, který je z technického hlediska radiálním kompresorem poháněným dvoustupňovou turbínou. Generátor je umístěn v levé zadní části trupu pod motorem. Přibližně 2/3 stlačeného vzduchu od této jednotky jsou rozváděny do prstencové spalovací komory motoru, kde se mísí s palivem a je zapálen vysokonapěťovými svíčkami. Zbývající 1/3 stlačeného vzduchu se přivádí do vzduchového startéru motoru SV-25, který přes náhonovou skříň roztáčí motor. Předtím, než dojde ke spuštění motoru, běží generátor Safír 5 na volnoběh. Teprve po zahájení spuštění motoru dosáhne generátor maximálních otáček a současně startér SV-25 začne roztáčet motor. K odpojení a vypnutí generátoru dochází v momentě, kdy motor dosáhne 42 až 44 % otáček motoru. ^[1]

4.2 Aero L-39 NG

Aero L-39 Next Generation je modernizovanou verzí letounu L-39 (Obrázek 8). Je moderním a efektivním cvičným letounem, který je určen jako jednotný a komplexní prostředek pro plnohodnotný výcvik moderních vzdušných sil. Umožňuje výcvik budoucích pilotů letounů čtvrté a páté generace. Sekundárním úkolem letounu je možnost využití k bitevním úkolům v konfliktech nižší intenzity, jako jsou např. hlídkové, průzkumné, sledovací nebo protipovstalecké operace. Díky nesené výzbroji může letoun sloužit k přímé letecké podpoře a provádět Air policing. Vzhledem k velkému využití letounů L-39 u akrobatických letek po celém světě, se předpokládá, že i letoun L-39NG bude stejně úspěšný a populární mezi těmito letkami. Letoun je společným projektem společnosti AERO Vodochody AEROSPACE a. s. a strategického partnera společnosti OMNIPOL a. s., která jej z 50 % spolufinancuje a vlastní. Šéfkonstruktérem letounu je pan Ing. Jaromír Lang. Odhadovaná cena letounu je přibližně 10 milionů amerických dolarů. ^[45]



Obrázek 8: Letoun Aero L-39NG; zdroj [56]

4.2.1 Vývoj letounu

První zmínka o zahájení vývoje nového českého cvičného letounu L-39NG na veřejnosti se uskutečnila v roce **2014** na mezinárodním aerosalonu ve Farnborough. Již o rok později, 14. září **2015**, byl proveden první zálet prototypu demonstrátoru L-39NG, označovaný jako L – 39CW a trupovým číslem 2626. Tovární posádkou AERA Vodochody AEROSPACE a. s. byli Miroslav Schützner a Vladimír Kvarda. Tento letoun sloužil k ověření zástavby nového typu motoru a avioniky pro budoucí projekt L-39NG. ^{[10] [26]}

V roce **2017** se naplno rozjela výroba nových dílů pro letoun L-39NG. AERO dalo do výroby přibližně 800 nových dílů a dalších 800 dílů letounu L-39NG je převzatých z původního letounu L-39. Tímto tento projekt vstoupil do další fáze. V této fázi vývoje společnost AERO vyrobila celkem čtyři nové letouny (Tabulka č. 3). ^{[27][30]}

První nově vyrobený letoun L-39NG byl veřejnosti představen v továrně AERO Vodochody dne 12. října **2018**. 22. prosince 2018 poprvé vzlétl prototyp letounu již pod označením L-39NG s výrobním číslem 16 7001 a přiděleným evidenčním číslem 0475. Zkušebními piloty byli David Jahoda a Vladimír Továrek. Při tomto letu měl stroj nedokončené zbarvení stroje, které naznačovalo změny v konstrukci nebo úpravy provedení oproti jeho předchůdci L-39.

Změny se týkaly rámu překrytu, křídla, vztlakových klapek, křidélek, vstupů vzduchu k motoru a koncové oblouky křídla. Všechny tyto konstrukční změny byly vyvedené v základové barvě letounu. Letoun byl vybaven plnohodnotnou avionikou. Před prvním letem musel letoun projít řadou zkoušek. Den před záletem musel letoun projít pojížděcí zkouškou a testem brzd včetně nouzového brzdění. V den vzletu provedli zkušební piloti nejprve pojíždění až do rychlosti odlepení předového kola podvozku a poté následovaly zkoušky brzd. Po tomto testu letoun zajel zpět na stání, kde se provedla kontrola všech dat z palubních systémů. Teprve po jejich vyhodnocení byl letoun uvolněn k samotnému letu. Vzlet byl uskutečněn z dráhy 28 v 10.38 h. Z bezpečnostních důvodů byl letoun po celou dobu letu doprovázen dalšími dvěma letadly. Po celou dobu letu měl letoun vysunutý podvozek. Letoun udělal dva okruhy v okolí letiště a dosáhl výšky 1 524 m. V 11.02 h v pořádku dosedl zpět na dráhu. První dojmy z letu popsal David Jahoda: „L-39NG letěl mimořádně dobře a zcela splnil naše očekávání z pohledu jeho stability a ovladatelnosti. Zvládli jsme i některé testy, jako jsou změny konfigurace, akcelerace až na 370 km/h, zatáčky s náklony 30, 40 a 60 stupňů a zpomalení na přibližovací rychlost. Všechny instalované systémy pracovaly perfektně a výhled z kokpitu byl vynikající. L – 39NG je zcela nový letoun a věřím, že má obrovský potenciál stát se skvělým prostředkem pro výcvik na nadzvukové letouny čtvrté a páté generace a že se stejně dobře uplatní i jako lehký bitevní.“^[11]

Široké veřejnosti byl letoun poprvé představen na statické ukázce v rámci ostravských Dnů NATO v roce 2018 nejprve jako maketa a v roce 2019 již jako hotový letoun.

Tabulka č. 3: Přehled vyrobených letounů v rámci projektu L-39NG^[30]

Výrobní sériové číslo	Typ	Role
2626 (trupové číslo)	technologický demonstrátor	letové zkoušky, demonstrace nových technologií
7001	Prototyp	letové zkoušky, pozemní vibrační zkoušky, zbraňové zkoušky
7002	Prototyp	statické zkoušky pevnosti
7003	Prototyp	pozemní únavové zkoušky
7004	Před sériový letoun	letové zkoušky

Na přelomu roku **2020** byl dokončen čtvrtý z pěti prototypů s výrobním číslem 7003. Na tomto prototypu byla ve VZLÚ v Praze-Letňanech provedena pozemní únavová zkouška, která měla experimentálně ověřit a zpřesnit výsledky předchozího výzkumu a vývoje na draku letounu. První experiment, zkouška vodorovné ocasní plochy, byla provedena na konci ledna 2020. V průběhu zkoušek došlo k ověření pevnosti trupu zatíženého ohybem od motoru i od vodorovné ocasní plochy. Nejkritičtější zkouškou bylo kombinované zatížení ohybem vodorovné a svislé ocasní plochy.^{[29][46]}

V únoru 2020 proběhl nejdůležitější test ze série pevnostních zkoušek draku letounu L-39NG. Zkouška proběhla na prototypu s výrobním číslem 7002 ve VZLÚ. Při těchto zkouškách byl letoun vystaven zatěžování do provozního zatížení, které odpovídá maximálnímu možnému zatížení letounu za letu. Bylo prokázáno, že na trupu letounu nedošlo k trvalým deformacím.

Následně byl letoun vystaven namáhání draku do početního zatížení, což představuje 150 % provozního zatížení. Poté byl letoun záměrně zatěžován ještě většími silami, které vedly až k poruše konstrukce. K poruše došlo při 110 % početního zatížení. Rozdíl mezi početním a provozním zatížením 1,5 představuje celosvětově standardní součinitel bezpečnosti v letectví. Tímto cesta prototypu 7002 neskončila. Na letounu byla dále provedena zkouška pilotních sedaček a zkouška destrukce motorového lože v předozadním směru. [46]

Pevnostní a únavové zkoušky na prototypech 7002 a 7003 měli potvrdit plánovanou životnost draku letounu, která byla odhadována na hodnotu 15 000 LH. Zkoušky se uskutečnily v rámci programu TREND Ministerstva průmyslu a obchodu. Rozpočet byl stanoven ve výši 64 200 000 Kč. [29]

V půlce března 2020 po absolvování další série letových zkoušek otevřel letoun letovou obálku na plný rozsah předpokládaných výšek a rychlostí. Po vyhodnocení všech dat ze zkoušky, byla letounu povolena maximální rychlost Mach = 0,8 a maximální dostup 11 580 m. Po otevření letové obálky začalo ověřování mnoha dalších výkonů a vlastností letounu, např. vzlet, přistání, stoupavost, ustálené násobky přetížení, pádová rychlost a spotřeba paliva. Před otevřením letové obálky musel letoun podstoupit letové zkoušky flutteru. Cílem těchto zkoušek bylo ověřit odolnost a schopnost letounu utlumit kmity vybuzeané vnějšími aerodynamickými silami za letu. Kmitání konstrukce je za letu vyvolané buď pomocí malých impulsních raket na koncích křídel anebo pomocí impulsů do kormidel, které vyvolává pilot přes řídicí systém letounu. Poté následuje analýza naměřených vibrací. V rámci zkoušek letounu L-39NG bylo provedené celkem 20 zkušebních letů, které absolvoval prototyp s výrobním číslem 7001. Během zkoušky flutteru bylo celkem odpáleno 192 raket a analyzováno 352 měření za letu. [30]

31. března 2020 letoun získal povolení od ODVL k zahájení letových zkoušek v rámci celého zkušebního programu. Letové zkoušky byly zahájené na prototypu s výrobním číslem 7004. 1. dubna 2020 na tomto prototypu s přiděleným evidenčním číslem 0476 byl zahájen zkušební program. Zkušební program obsahuje opakované pozemní a letové testy, které mapují průběh tlaků vzduchu na vstupu do motoru. Na vstupu do motoru je umístěné 16 měřicích snímačů, které jsou připojené na 80 tlakových vysílačů. Tyto vysílače generují více než 300 naměřených parametrů. Na přídi letounu je nově umístěna trubková sonda se snímači vzdušných veličin. Prototyp nedisponoval finálním nátěrem, protože se jedná o první před sériový stroj, který by po ukončení celého programu mohl být předán prvnímu zákazníkovi. [31]

Necelé dva roky od svého představení, byl letoun 18. září 2020 typově certifikován. Stalo se tak na základě výsledků pozemních a letových certifikačních zkoušek. Typovou certifikaci letounu vydal ODVL MO ČR. Tímto se letoun stal způsobilý pro mezinárodní letový provoz a splňuje bezpečnostní požadavky. Zároveň je získání certifikace základním předpokladem pro dodávky zákazníkům. Jako jeden z prvních letounů byl certifikován dle nových nadnárodních vojenských standardů, označovaných jako EMAR 21 a EMACC. Tato certifikace znamená, že je uznávaná všemi vojenskými autoritami EU a NATO. Vývoj letounu tímto nekončí, do certifikace se i nadále budou doplňovat další vylepšení a rozšíření schopností. 19. září 2020 se letoun poprvé představil v letové ukázce široké veřejnosti. Stalo se tak na úvod sobotního programu Dnů NATO 2020 v Ostravě. [32]

Krátce po získání certifikace prošel letoun aerodynamickými testy pro verzi **Light Attack**. Cílem testů bylo především prověřit, že je letoun schopen nést různé varianty výzbroje. Pomocí 3D tisku byl vytisknut model letounu v měřítku 1:6,6. Model byl umístěn do nízkorychlostního aerodynamického tunelu s měřicím prostorem o průměru 3 metry.

Následné měření proběhlo pomocí šesti komponentních tenzometrických vah. Měření mělo zkoumat vliv úhlu náběhu a úhlu vybočení na aerodynamické charakteristiky letounu s různými variantami podvěsů, nastavení vztlakových klapek a různých typů zakončení křídla. Kromě statických měření bylo provedené také měření dynamické. Statické měření určuje silové a momentové působení na letoun, zatímco dynamické měření určuje aerodynamické charakteristiky pro neustálý pohyb. [33]

4.2.2 Konstrukce letounu

Ačkoliv letoun vychází z aerodynamické koncepce letounu L-39 prošel řadou modernizací a změn a využívá soudobé technologie a vybavení. Srovnání obou letounů je v příloze č. 5.

Motor FJ44-4M

Došlo k výměně proudového motoru ukrajinské výroby za dvouproudový motor FJ44-4M od firmy Williams International. Motor má téměř shodný maximální tah 16,89 kN s předchozí verzí motoru letounu L-39, přesto má výrazně nižší spotřebu paliva a příznivější provozní charakteristiky. Maximálního tahu z volnoběhu dosáhne motor za 5 sekund, což je proti motoru AI-25TL přibližně polovina potřebného času v závislosti na podmínkách. Motor nemá časové omezení chodu na maximálním režimu. Motor je vybaven plným digitálním zařízením FADEC (Full Authority Digital Engine Control) a elektrickým startováním, které je umožněné přímo z palubní baterie letounu. Tím odpadá nutnost nesení palubní energetické jednotky Safir 5. Došlo také ke zmenšení sacích otvorů motoru. Motor má nižší hmotnost oproti původní verzi motoru o 45 kg. Hmotnost motoru FJ44-4M je 305 kg. Nově bude letoun vybaven jednodílnou tvarovanou výstupní tryskou. Motor je dodáván s údržbovým systémem TAP Blue, který mimo jiné umožňuje predikovat údržbové náklady. [10][25][34]

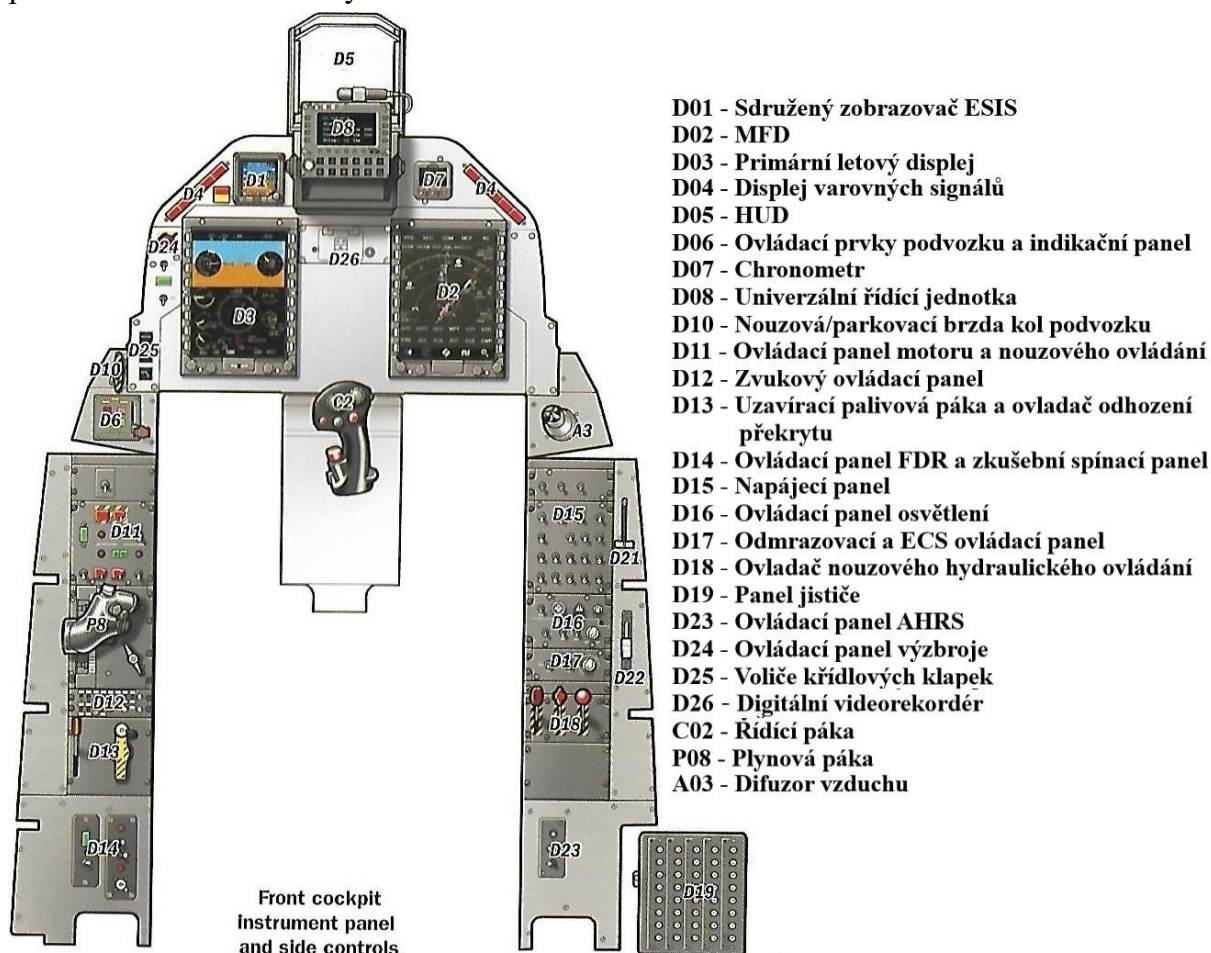
Klíčovou součástí letounu je nový vyměnitelný kompozitový vzduchovod, který přivádí vzduch do proudového motoru. Kompozit má vysokou odolnost a dlouhou životnost materiálu. Na jeho vývoji se podílelo více institucí – AERO Vodochody, Fakulta strojní ČVUT v Praze, VZLÚ a. s., Honeywell spol. s. r. o. a VUT v Brně. Vzduchovod musí snášet velké zatížení různé povahy. Statické předpětí konstrukce, vznikající vlivem tlakových podmínek běžícího motoru, způsobuje značné napětí a deformace. Velkým zatížením může být také impaktní ráz, který vzniká při nasátí kroupy nebo ptáka. Dále je vzduchovod vystaven akustickému zatížení, které vzniká od lopatek kompresoru. Vlivem vysoké frekvence a amplitudy, může takto vysoké periodické zatěžování vést k únavovému poškození, tedy k poruše vzduchovodu. [28]

Kabina letounu

Letoun disponuje tzv. skleněnou kabinou, tedy kabinou, která je vybavená systémem MFD, HUD a HOTAS (Obrázek 9). Překryt kabiny je jednodílný a odklápěný vpravo. V porovnání s překrytem kabiny letounu L-39 má nižší hmotnost a zabezpečuje větší ochranu posádky. Kabina je vybavena vystřelovacími sedadly umožňující záchranu posádky při nulové rychlosti a výšce. Oproti letounů L-39 bude zadní sedadlo více vyvýšeno. Přístrojové desky jsou osazené nejmodernější avionikou, která se skládá z multifunkčních displejů americké firmy Genesys Aerosystem, HUD-39 displejů společnosti SPEEL Praha, dvou obrazovek MFD IDU-680 6x8 palců, UFCP panelu společnosti Borsight a ze systému HOTAS.

UFCP panel umožňuje zadnímu pilotovi stejný komfort vkládání dat do avionického systému, jako má přední pilot. Kabina letounu je kompatibilní s brýlemi pro noční vidění. Avionika je plně digitální bez mechanické zálohy a nabízí otevřenou architekturu. Otevřená architektura avioniky může být tvořena systémem od několika dodavatelů. Snahou výrobce je letoun co nejvíce přiblížit potřebám daného zákazníka, proto se konkrétní složení letounů mohou do značné míry lišit. Letoun je dále vybaven širokým spektrem simulačních technologií. Díky tomu je umožněné zapojení do vysoce moderního taktického simulačního centra za účelem zvýšení účinnosti výcviku taktických pilotů. [10][34][45]

Systém **HOTAS** umožňuje pilotovi provádět veškeré podstatné a důležité úlohy v průběhu bojové situace s rukama na plynové a řídicí páce. Pilot se tak během boje nemusí rozhlížet po kabině letounu, aby našel ten správný ovladač, který v daný moment potřebuje a může se tak plně věnovat probíhajícímu boji. Ovladače se všemi důležitými funkcemi jsou umístěny přímo na páce. Rozmístěny jsou tak, že je pilot ovládá, aniž by se na řídicí nebo plynovou páku musel podívat. Pilot si tento postup musí velmi důkladně nazkoušet, aby všechny potřebné úkony prováděl zcela automaticky. [8]



Obrázek 9: Kabina letounu Aero L-39NG; zdroj: [64] upraveno autorem z důvodu doplnění legendy

Letoun disponuje palubním virtuálním výcvikovým systémem (VTS), který zvýší efektivitu výcviku a minimalizuje přechodné období na stíhací letouny JAS-39. Díky VTS je možné simulovat širokou škálu misí včetně simulace boje vzduch-vzduch. Se systémem VTS se piloti seznámí v průběhu výcviku na simulátoru, který je vybaven stejným systémem, kterým disponuje také letoun L-39NG.

K přenosu taktických datových informací z pozemních naváděcích stanovišť, letounů včasné výstrahy AWACS a mezi samotnými letouny, slouží letounu tzv. **datalink**. Datalink má dva základní prvky – spojení vzduch-země a vzduch-vzduch s ostatními letadly. V reálném čase lze obousměrně připojit až čtyři letadla, přičemž počet příjemců datových informací není nijak omezen. Dosah je přibližně do 500 km a je vysoce odolný proti rušení. Informace z datalinku se přenáší v krátkých časových intervalech. Data se přenáší prostřednictvím předem naprogramovaných vysílacích kanálů.

Mezi základní režimy datalinku patří schopnost zobrazení polohy, směru, výšky a rychlosti všech čtyř letadel ve formaci. Zobrazuje také základní informace, jako je stav paliva, zbraní, přijatých protiopatření a umožňuje zobrazit také pozici kurzoru na displeji MFD, aby piloti mohli zvýraznit důležité cíle i pro jiná letadla. K aktualizaci datalinku dochází několikrát za minutu. Informace jsou pilotovi zobrazované i na displeji HUD a pilot tak má vizuální přehled o taktické situaci na bojišti. Barevné symboly rozlišují mezi vlastními, nepřátelskými a neidentifikovanými cíli. Pokud by si dva piloti vybrali stejný cíl k útoku, systém jim ukáže, pro kterého z nich je efektivnější na tento cíl zaútočit. Systém je optimalizován tak, aby zabránil dvěma letounům v útoku na stejný cíl. V boji mimo vizuální dohlednost BVR, kde jsou informace a situační povědomí klíčem k úspěchu, poskytuje datalink bezkonkurenční výhodu a značný přehled o bitevním prostoru. Každý letoun má přístup k radarovým a senzorickým datům ostatních letounů, což umožňuje malému počtu letounů bránit širokou oblast.

Datalink je plně funkční i pokud je letoun na zemi. Podmínkou jsou spuštěné systémy a běžící pomocný zdroj energie APU (Auxiliary Power Unit). Jedná se o výhodu v případě, že se pilot chystá ke vzletu, a ještě před vzletem má přehled o taktické situaci ve vzduchu. ^[61]

Výzbroj

Na pěti závěsnících pod křídly a trupem může letoun nést výzbroj až do hmotnosti 1 200 kg. Skladbu výzbroje si určuje zákazník. Na závěsníky je možné podvěsit širokou škálu neřízené i řízené výzbroje, kanónové či průzkumné podvěsy, bomby nebo nejrůznější typy kontejnerů. Výzbroj letounu může tvořit např. kulometné pouzdro HMP 250 nebo HMP 400 s kulometem FN Herstal M3P ráže 12,7 mm, řízené i neřízené rakety ráže 70 mm, pumy Mk. 82, protiletadlové řízené střely AIM-9 Sidewinder, optoelektronický zaměřovací a průzkumný kontejner. ^{[31][45]}

Další specifikace

Úspornější motor, větší objem palivových nádrží a lepší aerodynamika umožnila zvýšit dolet letounu na 2 590 km a zvýšit výdrž ve vzduchu na 4,5 hodiny. Díky využití moderních konstrukčních materiálů se snížila hmotnost letounu a zvýšila se odolnost proti korozi. K úpravě také došlo v případě vrcholu svislé ocasní plochy, která má nově hranatý tvar s ostrými úhly oproti zaoblených tvarů předchozí verze. Letoun se vyznačuje kratší přídílí. Maximální zatížení letounu je +8/-4 G. ^{[10][25]}

4.3 Přínos zařazení nového letounu do výzbroje

Od původních letounů L-39 převezme L-39NG již osvědčené vlastnosti. Mezi ty se např. řadí vynikající ovládání, snadná údržba i provoz, spolehlivost, robustní design a skvělá adaptabilita na extrémní klimatické podmínky. Výrazně se prodloužila životnost draku letounu, kdy letoun L-39 měl životnost zhruba 4 500 LH, zatímco letoun L-39NG může nalétat až 15 000 LH. Výrobce uživateli zaručuje provozuschopnost letounu po dobu dvaceti pěti let. Oproti předchozí verze je letoun lehčí, rychlejší a obratnější, má větší výkon i dolet. Podstatný rozdíl mezi letounem L-39C a L-39NG je v nových technologiích, které umožní kvalitnější a efektivnější výcvik pilotů. Letoun disponuje zcela novou avionikou, která se blíží avionice letounu JAS-39. Letoun je vybaven vyspělým digitálním kokpitem, který zahrnuje sofistikovaný palubní virtuální výcvikový systém a přilbový zaměřovač HMD (Helmet Mounted Display). Letoun L-39NG je klíčovou součástí inovativního konceptu výcviku, jenž nabízí nejmodernější vybavení pro pozemní školení, nové učební metody a prostředí a rozsáhlé využívání technologií virtuální reality a umělé inteligence.

Letouny L-39 provozované v CLV jsou již na hranici svého technického života a v provozu vydrží maximálně do roku 2023. V případě, že by nedošlo k jejich nahrazení novými cvičnými letouny, může dojít ke ztrátě schopnosti poskytovat letecký výcvik pro taktické letectvo VzS AČR, a čeští piloti by museli absolvovat výcvik v zahraničí, který by se značně prodražil.

Snižování nákladů

Letoun tedy nabízí nízké **náklady na přechod** mezi letouny L-39 a L-39NG, protože letouny L-39NG jsou kompatibilní s nástroji, pozemním podpůrným zařízením a souvisejícími postupy používaných u letounů L-39. Letoun také výrazně přispívá ke snížení **nákladů na výcvik** pilotů. Nízké jsou **pořizovací náklady** letounu, které jsou srovnatelné s původními letouny L-39, ale i se současnými turbovrtulovými letadly. Letoun navíc nabízí širokou škálu vybavení, které je již součástí základní konfigurace. Kromě nízkých pořizovacích nákladů, jsou nízké také **náklady provozní**, které se blíží nákladům u turbovrtulových letadel. Díky novému efektivnějšímu motoru se dosáhlo nízké spotřeby paliva a nízké jsou také náklady na údržbu celého letounu.

Snadná údržba

U letounu L-39NG byla zavedena on-condition údržba na drak a motor letounu. Prakticky neexistují kalendářní limity údržby. Intervaly údržby jsou založeny na odlétaných letových hodinách. Tím se zamezí zbytečnému uzemnění letounů kvůli nepotřebné údržbě. Většina údržby je proveditelná přímo u letadla, tedy není potřeba dalších speciálních zařízení či dlouhých časových intervalů při údržbě letadla u výrobce. Zároveň tímto vznikají menší nároky na logistiku. Došlo také k odstranění obtížněji udržitelných komponentů letounu.

Letoun disponuje systémy podpory, které celý proces údržby usnadňují. Oba systémy slouží především jako prevence před samotným vznikem poruchy. Prvním z nich je systém monitorování zdraví a používání (Health and usage monitoring system). Systém sbírá a vyhodnocuje data, která sbírá ze systému letounu, a vyhledává potenciální problémy ještě před jejich výskytem. Druhým systémem je Built in test, který umožňuje samotest vybraných zařízení i systémů pro zjednodušení detekce případných poruch či chyb.

Rychlejší a levnější výcvik pilotů

Všechny vzdušné síly po celém světě potřebují efektivní výcvik, který vycvičí piloty v co nejkratším čase a za co nejnižší náklady. V současné době je tomu přesně naopak a výjimkou nejsou ani VzS AČR. Snahou všech armád, je cvičit piloty na jednom typu letounu, které je levné na provoz, a nemuset se několikrát přeskolovat mezi více typy letounů. Letoun L – 39NG je schopen pokrýt všechny fáze výcviku a tím přispívá k efektivnějšímu, rychlejšímu a levnějšímu výcviku. Letoun svým uživatelům nabízí:

- snížení času výcviku z důvodu snadného a plynulého přechodu mezi jednotlivými fázemi výcviku,
- snížení ceny výcviku z důvodu jednoho typu letounu používaného pro výcvik,
- stíhací letouny běžně využívané pro výcvik pilotů budou moci být využité jinde.

Letoun L-39NG využívá software, který bude využit také u simulátoru k tomuto letounu. Díky tomu bude možné letoun propojit s leteckými simulátory, zpětně si přehrát daný let přímo na leteckém simulátoru a provést důkladný poletový rozbor. Stejnou misi, ale s jiným výsledkem si tak pilot může zkusit již na letovém simulátoru a nemusí tak usednout zpět do reálného letounu. ^{[56] [57][59] [34]}

AČR počítá s využitím tohoto letounu při výcviku pilotů a pořízením celkem čtyř kusů pro CLV Pardubice. Z tohoto důvodu také VzS v současné době připravují nový koncept výcviku (Kapitola 3), který bude odpovídat potřebám moderního letectva na moderním letounu. ^[59]

5 Syntetický výcvik

Syntetický výcvik neboli výcvik na leteckých simulátorech, je dnes součástí výcviku pilotů všech vyspělých vzdušných sil. Je nedílnou součástí pozemní přípravy nutné pro připravenost k letovému výcviku. Slouží také k udržování či zdokonalování letových a taktických dovedností. Piloti na simulátorech létají po celou svou leteckou kariéru, přičemž úroveň a četnost syntetického výcviku záleží na konkrétním typu letounu. VzS AČR využívají několik různých druhů simulačních technologií, jejichž dodavatelem je společnost VR Group a. s., dceřiná společnost podniku LOM Praha. Syntetický výcvik u VzS AČR zahrnuje:

- interaktivní výcvikové učebny (materiální část a pozemní příprava)
- výcvik na simulátorech letových a navigačních postupů (Flight and Navigation Procedures Trainer – FNPT),
- výcvik na letových výcvikových zařízeních (Flight Training Device – FTD),
- výcvik na letových simulátorech (Full Flight Simulator – FFS),
- výcvik na taktických simulačních systémech (Tactical Simulation System – TSS),
- výcvik na simulátorech kabinových postupů (Cockpit Procedure Trainer – CPT).

Výcvik FSTD zahrnuje výcvik na schválených FFS, FTD a FNPT a je vyžadován pro cvičný proudový letoun s tzv. „Glass Cockpit“ v okamžiku zavedení letounu do výcviku. Bude se to tedy týkat také letounu L-39NG. ^[42]

5.1 Nové technologie ve výcviku

Nové technologie významně přispívají k vyšší efektivitě, bezpečnosti a celkově k novému přístupu ve výcviku nových pilotů. Mezi tyto technologie řadíme:

- moderní letoun (Kapitola 4),
- nový výcvikový koncept (Kapitola 3),
- automatizovaný systém řízení
- letecké simulátory kategorie CPT a FMS,
- měření výkonností,
- taktické simulační centrum (TSC)
- integrovaný virtuální výcvikový systém (Virtual Training System – VTS),
- virtuální realitu (Kapitola 6).

Automatizovaný systém řízení se skládá ze tří fází: výuka na učebnách, výuka na leteckých simulátorech a samotný letoun. Výuka na učebnách (Obrázek 10) probíhá pomocí 3D vizualizace, interaktivních 2D schémat a interaktivního kokpitu.



Obrázek 10: Výukové učebny; zdroj [56]

Měření výkonnosti je systém sloužící ke korelaci výkonu letu se skutečnými fyziologickými a duševními stavy pilota. Implementován je ve třech krocích: zobrazení dat na podporu hodnocení studentů, poloautomatické hodnocení studentů a autonomní systém hodnocení cílů. Systém je aktuálně prověřován na simulátoru letounu L-39NG, přičemž cílovou platformou je skutečné letadlo. Systém sleduje pohyb očí pilota (Obrázek 11) na simulátoru a na základě tohoto záznamu pak může instruktor vyhodnotit, zda pilot správně sleduje zobrazované informace ve správný čas. [56]



Obrázek 11: Systém měření výkonnosti; zdroj [56]

Piloti VzS AČR se poprvé se simulátory setkají v rámci pokračovacího výcviku v CLV Pardubice. První simulátor, na kterém začnou výcvik, je **simulátor kabinových postupů CPT**. Tento simulátor je relativně jednoduché zařízení. Jen vzdáleně připomíná pilotní prostory. Zobrazovací plocha pro výhled z letounu, přístrojové desky i další ovládací prvky letounu jsou řešené několika rozměrnými monitory a ovládání zajišťuje dotyková obrazovka.

Ačkoliv jsou CPT jednoduché (Obrázek 12), pro výcvik pilotů jsou velmi důležité a užitečné. Piloti si na nich nacvičují řadu úkonů v kabině, od spuštění motorů až po obsluhu přístrojů v průběhu letu a také nácvik řešení základních nouzových postupů. Díky tomu si piloti bezpečně osvojí schopnost dodržovat předepsané postupy a úkony. V CLV Pardubice jsou tyto simulátory instalované přímo v učebnách, proto může činnost pilota sledovat nejen instruktor, ale také ostatní piloti a okamžitě mohou vyhodnotit a opravit případné chyby a vzít si z nich poučení. Vzhledem k tomu, že CPT disponuje jen základním zobrazením a převážně dotykovým ovládáním, pro komplexní výcvik letu nestačí.



Obrázek 12: CPT simulátor; zdroj [56]

Pro výcvik je nejdůležitější **plnohodnotný simulátor FMS** (Full Mission Simulator). Tento simulátor (Obrázek 13) imituje všechny schopnosti a vlastnosti skutečného letounu. Umožňuje funkční připojení pilotního přetlakového obleku a tím dokáže simulovat vyšší násobky přetížení. Kabina simulátoru se nijak nenaklání, ale některé pohyby jsou simulované prostřednictvím vibrací. Pilotovi je také zprostředkován zvuk pomocí reproduktorů. Vnější prostředí je zobrazené pomocí šesti laserových projektorů, které promítají obraz na přední kulovou plochu se zorným polem 200°x 100°. Součástí je také pracoviště instruktora. Instruktor může pilota na simulátoru nejen kontrolovat, ale může mu nastavit různé podmínky letu či nasimulovat projevy technických závad. Na simulátoru lze simulovat všechny povětrnostní podmínky, let ve dne i v noci, a především lze trénovat veškeré nouzové postupy za letu. Každý pilot letounu stráví na simulátoru desítky hodin ročně. Buď v rámci nácviku složitějších úkolů nebo pravidelného přezkoušení z kontroly techniky pilotáže. Pro letectvo je důležitá schopnost simulace zbraňových systémů a nácviku bojového použití, např. vzdušný boj nebo úder na pozemní cíle. [7] [56]



Obrázek 13: Simulátor FMS; zdroj [56]

5.1.1 Simulátor pro letoun L-39NG

Simulátor pro letoun L-39NG bude klíčovou součástí nabízeného výcvikového systému. Shodně jako u ostatních simulátorů v Taktickém simulačním centru (Tactics Simulation Center – TSC), je také simulátor L-39NG vyráběn společností VR Group a.s. Úplně prvním simulátorem se stal tzv. marketingový simulátor L-39NG, který společnost AERO představuje na výstavách a prezentacích. Tento simulátor představuje základní vlastnosti a schopnosti letounu potenciálním zákazníkům. Společnost VR Group a.s. předpokládá, že simulátory pro letoun L – 39NG budou součástí každé objednávky těchto letounů, aby mohli uživatelé využít všech možností a výhod komplexního výcvikového systému.

Nový simulátor využívá všech dostupných moderních technologií. Příkladem je integrace palubního softwaru skutečného letounu do pozemních simulátorů. Díky tomu tyto simulátory nabízejí maximální realističnost. Vyvíjeny jsou hned v několika úrovních. Úplně nejzákladnější úrovní je výuka pomocí simulátoru počítačových stanic (Computer-Based Training – CBT). Součástí je, kromě možnosti teoretického studia a grafické vizualizace pro piloty i technický personál, tzv. virtuální kokpit. Vysokou míru tzv. vnoření rovnajícího se realističnosti, poskytuje už simulátor kategorie CPT (Obrázek 12). V případě letounu L-39NG je vnější okolí u simulátoru zobrazeno pomocí tří plochých displejů.

Plně letový simulátor L-39NG

Jako vyšší úroveň simulátorů CPT se také u letounu L-39NG bude využívat simulátor kategorie FMS (Obrázek 13). Certifikován bude dle evropského civilního předpisu na úrovni FTD Level II, ačkoliv civilní normy nepostihují některé funkce vojenských simulátorů. Simulátor nebude stavěn jako izolovaný systém, naopak snadno půjde propojit s dalšími simulátory, v rámci ČR i s TSC v Pardubicích.

Hlavními částmi simulátoru budou pracoviště obsluhy, cvičná kabina a zobrazovací systém. Kabina bude postavena jako věrná replika kabiny letounu L-39NG. Velká část ovládacích prvků a přístrojů bude dodávána přímo společností Aero Vodochody, případně se bude jednat o jejich věrné kopie. Totéž bude platit i pro sedadlo, které bude tvořené replikou vystřelovacího sedadla Martin-Baker CZ16H. Zobrazovací systém bude tvořen devíti kanálovým projekčním systémem. Obraz bude promítán na sférickou plochu se zorným polem 300° x 120°.

Projektory umožní lety za všech povětrnostních podmínek, lety v noci a také použití reálných brýlí NVG. Displej HUD je tvořen skleněnou imitací a je promítán přímo na sférickou plochu. Jedná se o praktičtější řešení, protože data z displeje mohou sledovat i instruktoři nebo další piloti. I přesto VR Group a.s. již vyvinul plnohodnotnou funkční repliku HUD, která může být do simulátoru instalována na přání zákazníka. Simulátor bude zahrnovat také všechny funkce **systému VTS**, tedy funkce virtuálního výcvikové systému. Tento virtuální kokpit je zobrazován na velkoplošnou dotykovou obrazovku, která umožňuje manipulaci se všemi ovládacími prvky. Virtuální kokpit včetně všech jeho systémů a avioniky bude reagovat jako ve skutečném letounu. Systém umožní během letu pracovat např. s palubním radiolokátorem, ačkoliv jim letoun fyzicky není vybaven. ^{[3] [56]}

5.1.2 Simulátory pro letouny L-159 a JAS-39 Gripen

Piloti taktického letectva mají letové simulátory k dispozici přímo na základně v Čáslavi. Pro letoun **L-159 Alca** se zde nachází simulátor označovaný jako KTL-159 (Obrázek 14). Simulátor je tvořen dvěma prvky. Prvním je multimediální učebna, která pilotům slouží k snadnějšímu teoretickému studiu. Druhým je počítačový simulátor PCS-159, který ke standardnímu stolnímu počítači s příslušným softwarem přidává funkční makety řídicí páky a páky ovládání motoru. PCS-159 primárně slouží k nácviku ovládání MFD a HUD.



Obrázek 14: Simulátor FMS letounu L-159 Alca; zdroj [56]

Pro výcvik je nejdůležitější plnohodnotný simulátor TL-159, který se řadí do kategorie simulátorů FMS. Kromě pokračovacího výcviku slouží simulátor také novým pilotům, kteří se na letoun L-159 teprve přeškolují. Dalším simulátorem je tzv. letkový simulátor LS-159, který má z větší části identické schopnosti jako TL-159. Rozdíl mezi nimi je ten, že LS-159 lze přepravit a provoznit i mimo základnu a také má menší zobrazovací plochu s menším zorným polem.

Moderní simulátory mají k dispozici také piloti letounu **JAS-39 Gripen**. Piloti mají k dispozici nejnovější simulátor Mission Trainer MT39C, který je na čáslavskou základnu dodán přímo společností Saab. Simulátor představuje věrný model skutečného letounu se všemi jeho funkcemi a schopnostmi. Hardwar simulátoru je sestaven z komerčně dostupných dílů. Simulátor disponuje funkcí zálohování, které umožňuje nepřetržitý 24hodinový provoz bez nutnosti vypnutí. Simulátor má oproti českých simulátorů pro letoun L-159 méně detailní zpracování terénu, avšak vzhledem k tomu, že Gripen je primárně využíván pro vzdušný boj, není zpracování terénu natolik důležité. Ačkoliv simulátory dokážou simulovat použití zbraní a v určité míře lze cvičit lety ve skupině, jejich hlavním úkolem je výcvik schopností potřebných pro pilotáž. Simulátory jsou utajené na základě požadavků společnosti Saab.^[7]

5.2 Taktické simulační centrum

Centrum bylo vytvořené v rámci CLV Pardubice a otevřené v listopadu 2011. Sloužit má především pilotům letounů L-159 a JAS-39 pro jejich taktický výcvik, ale lze je využít také pro další typy podzvukových i nadzvukových letounů. Centrum se dá propojit s obdobnými výcvikovými středisky v zahraničí. V roce 2014 bylo zorganizováno mezinárodní virtuální letecké cvičení, kdy TSC bylo dálkově propojeno s obdobným střediskem ve Stockholmu. Za svou dobu existence se v TSC připravovali také zahraniční piloti. TSC je rozdělené na část veřejnou a tajnou, v tajné části se nacházejí samotné simulátory (Obrázek 15).

Centrum je vybavené nejmodernějšími technologiemi, které dokážou navodit pocit vizualizace a vnímání velmi blízký realitě. Parametry a výkony letounů, zbraní, radarů, terénu, nepřátelských entit a plány celých misí jsou plně konfigurovatelné dle požadavku daného výcviku. Lze upravit uspořádání kabiny a ovládacích prvků pro jiný typ letounu, a tak z něj učinit simulátor pro daný letoun. Kabiny jsou primárně tvořené pro letoun JAS-39, předělat je lze na letouny L-159 i L-39 včetně odpovídající řídicí páky a softwaru. Navíc jsou naprogramované letové modely letounů F-16, MiG-29 a Su-27 včetně jejich zbraňových systémů. Tyto tři letouny se používají pro roli protivníka, avšak k jejich řízení slouží kabina letounu konfigurovaná pro letoun JAS-39.

Na simulátorech lze simulovat nepřeberné množství situací pro výcvik v různých taktických podmínkách. Často se nacvičují mise COMAO, QRA nebo vzdušný boj BVR. Při misích BVR se protivníci vzájemně nevidí a bojují na vzdálenost i několika desítek kilometrů. Nacvičit lze také obranu před masivním úderem pro všech osm cvičících pilotů. Cvičí se úder na námořní cíle nebo létání v podmínkách elektronického rušení komunikace nebo radarů. Piloti mohou simulátory využít k virtuálnímu seznámení s lokalitami, které neznají, a kde budou absolvovat reálná cvičení či zahraniční mise. Simulátory obsahují velké mapové podklady celého světa. Výcvik jedné mise trvá, v závislosti na její složitosti, od patnácti do dvaceti minut a během jednoho tréninkového slotu ji lze opakovat dva až tři krát. QRA mise je delší a trvá přibližně jednu i více hodin. Naopak její vyhodnocení je obvykle krátké.

Jednotlivá stanoviště TSC



Obrázek 15: Rozmístění jednotlivých pracovišť TSC; zdroj: [37] upraveno autorem z důvodu úpravy číslování simulátorů JTS

Kabinový taktický simulátor (Cabin Tactical Simulator – KTS)

Kabinové simulátory jsou čtyři s označením čísly 1–4. Simulátor tvoří kokpit a zobrazovací systém. Kokpit vychází z tvarů letounu JAS-39 a je vytvořen ve stejné velikosti, jako skutečný letoun. Vybaven je reálnými prvky ovládání HOTAS pro letouny JAS-39 a L-159, nebo ovládací sadou letounu L-39. Přístrojová deska je tvořena jednou velkoplošnou dotykovou obrazovkou s digitálním zobrazením přístrojů. Zobrazovací systém je tvořen šesti projektory. Vnější prostředí se promítá na kulovou plochu se zorným polem přibližně 180° x 120°. Průhledový displej HUD je promítán samostatným sedmým projektorem přímo na kulovou zobrazovací plochu.

Zjednodušený taktický simulátor (Simplified tactical simulator – JTS)

Simulátory jsou čtyři s označením čísly 5–8. Kokpit a zobrazovací systém s vizualizací je stejný jako u KTS. Rozdíl je v realizaci vizualizace. Zobrazovací kulová plocha je nahrazena třemi plochými monitory s uhlopříčkou 60 palců (152 cm).

Pracoviště pro pozemní řídicí bojového navádění (Ground Controlled Interception–GCI)

Ke komplexnosti výcviku přispívají čtyři identické pracoviště GCI. Letouny mohou navádět stejně jako ze střediska CRC nebo z paluby letounu systému AWACS. GCI se spouští z pracoviště IOS současně se spuštěním mise v letovém simulátoru. Každé pracoviště je vybavené dvěma LCD monitory, klávesnicí s myší a komunikačním systémem se sluchátkem a mikrofonom.

Pracoviště pro předsunuté letecké návodčí (Forward Air Controllers – FAC)

TSC má dvě pracoviště FAC. Nezaměřuje se na výcvik leteckých návodčích FAC, ale slouží k poskytování FAC služeb pouze při výcviku pilotů na simulátorech. Obě pracoviště jsou vybavené sférickým monitorem, na kterém vidí okolní terén podobně jako ve skutečnosti. Dále mají k dispozici stolní počítač a komunikační zařízení. Software pracoviště poskytuje všechny nástroje potřebné k detekci cíle, rozpoznání a komunikace s piloty včetně simulovaného laserového navádění naváděné munice.

Operační pracoviště instruktora a obsluhy (Instructor Operator Station – IOS)

Umožňuje řídit a směřovat proces výcviku na simulátoru. Je složen ze dvou pracovišť. Prvním je pracoviště řídicího cvičení IOS – MAIN, které je vybavené dvěma LCD obrazovkami o velikosti 24 palců, dvěma dotykovými obrazovkami o velikosti 19 palců, klávesnicí s myší a headsetem. Druhé pracoviště IOS – CGF je vybavené obdobně, pouze s absencí dvou dotykových obrazovek. Software tohoto pracoviště zajišťuje plnou kontrolu nad technologií TSC a kontrolou výcviku. Pracoviště IOS je propojené s pracovištěm AAR.

Pracoviště pro poletový rozbor (After Action Review – AAR)

Je určené pro přehled průběhu cvičení a jeho vyhodnocení pomocí audiovizuálních prostředků. Pracoviště AAR je tvořené projektorem, promítacím plátnem a řadou velkoplošných obrazovek. Před promítací plátno jsou umístěné židle, aby všichni účastníci cvičení měli možnost se zúčastnit jeho rozboru. Okamžitě po ukončení cvičení následuje poletový rozbor, kde probíhá 3D projekce s možností zpětného přehrání cvičení ze všech osmi kokpitů. Pracoviště AAR nemá svůj vlastní hardware a software, obraz je generován z KTS, JTS, GCI, FAC a IOS pracovišť.

Místnost pro briefing

Pro briefing jsou v TSC vyčleněné dvě samostatně oddělené místnosti. Jedna místnost je pro účastníky cvičení a druhá pro řídicí pracovníky cvičení. Obě místnosti jsou vybavené softwarem i hardwarem pro tvorbu a modifikaci scénářů cvičení. K dispozici je promítací plátno, na kterém se účastníci seznamují s vlastními letouny, nepřátelskými letouny a cílem mise. Posádky sami nebo s instruktory analyzují situaci a vybírají způsob průběhu a provedení mise. K dispozici mají účastníci cvičení také relaxační místnost sloužící k odpočinku. ^{[7][35][56]}

5.3 Přínos rozšíření syntetického výcviku

Pro výcvik pilotů je syntetický výcvik důležitou částí komplexního výcvikového systému. „*Naším hlavním cílem je smazat, nebo alespoň výrazně rozostřit hranici mezi syntetickým výcvikem a létáním ve skutečném letounu. Chceme dosáhnout toho, aby se obě fáze co nejvíce prolínaly,*“ říká Ivo Gamba, technický ředitel společnosti VR Group.^[3] Rozšíření syntetického výcviku přináší řadu přínosů, např. snížení dopadu na životní prostředí.

Ekonomické přínosy

Výcvik na simulátorech je oproti výcviku v reálném letounu mnohonásobně levnější. Provozní náklady simulátorů jsou mnohonásobně nižší než u skutečných letounů, protože do nákladů se nezapočítává údržba, náklady na palivo, pojištění, použití zbraní, náklady spojené s provozem výcvikového prostoru a mnohé další nezanedbatelné položky. V době zavedení letounů JAS - 39 do výzbroje českého letectva se také ukázalo, že výcvik pokročilejší bojové taktiky v reálném letounu je příliš nákladný, a navíc v podmínkách českého vzdušného prostoru s velmi hustým civilním provozem až nemožný. Významnou roli v bojové přípravě pilotů taktického letectva i ostatních příslušníků VzS AČR má TSC v Pardubicích. Jeho otevření znamenalo kvalitativní posun v bojové přípravě pilotů TL za současného snížení finančních nákladů. I díky přípravě v TSC a novým taktickým postupům ve vedení bojové činnosti získala 211. TL tzv. Tiger trophy v roce 2010 pro nejlepší tygří letku NATO. Výcvik pilotů v domácích podmínkách je méně nákladný než výcvik v zahraničí, který tam piloti museli absolvovat až do doby otevření TSC v ČR.

Bezpečnost

Na simulátorech je možné cvičit nouzové postupy bez rizika ohrožení posádky na životech v případě špatného postupu. Umožňují cvičit situace, které jsou nepraktické nebo velmi nebezpečné k provedení v reálném letounu. Nasimulovat na nich lze prakticky jakákoliv situace, a proto je lze považovat za přínosnější, než je příprava pilotů v reálných podmínkách. Díky množství map, které jsou k dispozici, si piloti mohou nastudovat terén a další okolnosti v místech nasazení např. v případě zahraničních misí. Simulátor také umožňuje nácvik akrobatických ukázek pro vybrané předváděcí piloty, kteří pak tuto ukázkou létají v rámci leteckých dnů pro veřejnost.

Nový přístup k výcviku

Celý výcvikový proces dokážou simulátory také zrychlit. Piloti by mohli jednotlivé body výcvikového programu absolvovat podle jejich individuálních schopností, a nikoliv podle pevně stanoveného počtu hodin jako doposud. V případě, že pilot splní některý bod výcviku v požadované kvalitě rychleji, mohl by pokračovat k bodu dalšímu a tím dosáhne vyšší úrovně vycvičenosti v kratším čase. Naopak, pokud by s některým bodem měl větší problémy, mohl by se této části výcviku věnovat delší dobu.

Pro plánování letů na simulátoru se budou využívat shodná zařízení i software jako v případě skutečného letounu, a to z důvodu maximálního prolnutí syntetického a reálného výcviku. Stejný princip bude platit i v případě poletového rozboru. S využitím záznamu z reálného letounu bude možné stejnou misi znovu absolvovat na simulátoru, záznam bude možné kdykoliv zastavit a vyhodnotit danou situaci, případně ověřit, jak by mise pokračovala, kdyby se pilot v daný moment rozhodl jinak. Společné hodnocení simulovaných a skutečných letů, by mělo přinést novou kvalitu celkového posuzování schopností a výkonů pilotů. Díky sofistikovaným systémům, které dokážou sbírat a ukládat velké množství dat, je možná důkladná analýza, která může přinést větší přesnost i objektivitu, než když pilota primárně hodnotí instruktor. Společnost VR Group a. s. také začala vyvíjet vlastní VR headsety, které postupně začleňují do syntetického výcviku. ^{[3][36][56][57]}

6 Virtuální realita společnosti VRgineers

Společnost VRgineers byla založena v roce 2017. Společnost se zabývá výzkumem a vývojem profesionálních brýlí pro virtuální realitu tzv. headsetů, která patří mezi současnou světovou špičku. VRgineers jde ve vývoji rychle kupředu, a to z ní dělá jednu z nejnovativnějších firem ve virtuální realitě na světě. V roce 2019 se společnost stala prvním českým podnikem, který se zapojil do programu EIT Digital, který zastřešuje výzkumné a inovační aktivity v EU. VRgineers je výrobcem headsetu XTAL, který je vyvinutý podle potřeb a požadavků profesionálních návrhářů a inženýrů, kteří se neobejdou bez dokonalé kvality a ostrosti obrazu, širokého pozorovacího úhlu, snadné integrace a vysoké úrovně zabezpečení dat. Jejich VR technologii využívají různé profese od architektů, designerů, lékařů, školících středisek zaměstnanců až po profesionální piloty. Zákazníky si našli u světoznámých značek jako např. Audi, BMW, Škoda Auto, Volkswagen, McLaren, Lamborghini, Airbus, RedBull, BAE Systems, Aero Vodochody, NASA, US Navy a USAAF. ^[48]

U virtuální reality je velice důležitá technologická univerzálnost. Tato realita je založena především na hardwarově-softwarové implementaci. Zákazník si tedy nekupuje zařízení, ale především to, k čemu tento systém bude potřebovat využít. Z tohoto důvodu je při integraci VR do různých firem potřeba vyřešit vysoké zabezpečení dat, propojení s řadou dalších firemních systémů a začlenění již stávajících technologií. ^[49]

6.1 Od headsetu VRHero 5K až po XTAL s 8K rozlišením

Virtuální realita se rozvíjí velice rychlým tempem. První headset VRHero 5K, který společnost představila již v roce 2017, pracoval s rozlišením 5120 x 1440 pixelů a obnovovací frekvencí 60 až 90 Hz. Ačkoliv kvalita obrazu byla již v té době na vysoké úrovni, společnost věděla, že do budoucna je potřeba zapracovat na vyšším rozlišení. Již na počátku roku 2018 společnost oznámila práci na nové generaci tohoto headsetu společně s technologickou společností Leap Motion. Tato společnost do headsetu VRHero přidala snímač rukou, který bylo možné upevnit na přední část VR brýlí. ^{[49] [50]}

V červnu 2018 společnost představila novou generaci headsetu nazvanou nově XTAL. Tento headset přinesl řadu novinek, tou největší z nich bylo integrované pohybové ovládání, hlasové ovládání a automatické zarovnávání čoček. Headset disponoval displejem OLED s celkovým 5K rozlišením nabízející vysokou úroveň kvality a věrnosti obrazu. Pozorovací úhel headsetu byl až 170° a disponoval také prostorovým 3D zvukem. VRgineers svůj headset dále vylepšovali a již na konci roku 2018 představili vylepšenou verzi headsetu, která představila jako hlavní novinku patentované non-Fresnelovy čočky. Díky tomu se zorné pole zvětšilo na 180° a zvětšila se také zcela zaostřená obrazová plocha. O rok později představila společnost pro svůj headset modul pro rozšířenou realitu. ^{[48] [51]}

V červenci 2020 představili VRgineers společně s francouzskou firmou NovBox obrněný box splňující armádní nároky a obsahující mimo jiné také headset XTAL 8K. Výsledkem této spolupráce je přenosný kufřík, který je schopen virtuální reality. Tato sestava je určena k profesionálnímu využití v armádě a k trénování pilotů na vojenských základnách. Kvalita obrazu v headsetu je na velmi vysoké úrovni (Obrázek 18) a vedení společnosti se domnívá, že je natolik vysoká, že je jen jednu generaci od reálného vidění a bude možné simulovat oko jedna ku jedné. ^{[55] [60]}

Do budoucna připravují VRgineers ve spolupráci s Motion-sim kompletní letecký simulátor, který bude připojený k pohybové platformě (Obrázek 16). Nedílnou součástí simulace tak bude pohybová platforma, headset XTAL zabudovaný v letecké přilbě, ovládací prvky daného letadla nebo vrtulníku, úplná rotace a síla o velikosti až 2G. Do konce roku 2021 by společnost také chtěla uvést další typ nově chystaného modelu headsetu. Obsahovat by například měl vylepšené čočky nabízející ještě větší ostrost obrazu. [48] [60]

Společnost také na bázi svého headsetu vyvíjí rekonfigurovatelný simulátor určený stíhacím pilotům. Simulátor bude využívat pořád ten stejný hardware, ale díky tomu, jak je simulátor navržen a díky headsetu XTAL bude možné přepínat mezi platformami a bude se tak jednat o extrémně univerzální nástroj. Díky tomu bude možné efektivně vycvičit mnohem větší množství pilotů než doposud. [60]



Obrázek 16: Simulátor připojený k pohybové platformě; zdroj [48]

6.2 Headset XTAL s 8K rozlišením

Dnešní nové technologie, mezi které se headset XTAL řadí, umožňují nahradit stávající pevné letecké simulátory. Headset XTAL se vkládá do letecké přilby a takto se dosáhlo vysoce realistického pocitu. Tím se letové simulace stávají více přenosné a cenově dostupné, protože replika kokpitu 1:1 jak ji známe dnes, již není nutná.

Na začátku roku 2020 během největšího světového technologického veletrhu CES 2020 v Las Vegas představili VRgineers svůj dosud nejnovější headset XTAL s 8K rozlišením (Obrázek 17). Tento nový headset nabízí natolik vysokou uvěřitelnost, že prvními zákazníky se stalo americké letectvo, které bude headset využívat k výcviku pilotů stíhacího letectva v tréninkovém centru Vance Airforce Base, které se považuje za průkopníka nových technologií ve výcviku. Headset přináší řadu novinek. Oproti předchozím verzím je headset také o 12 % lehčí a pohodlnější na nošení. Cena headsetu je uvedena na 8 000 dolarů.



Obrázek 17: Headset XTAL; zdroj [48]

Obraz

Největší novinkou je podpora horizontálního rozlišení 8K (7680 x 2160), tedy 4K na pro každé oko. Oproti předchozím verzím využívá obrovské širokoúhlé LCD displeje. Pomocí těchto displejů a novým čočkám vyrobených na míru dokáže headset zobrazit i ty nejjemnější detaily. Zorné pole zůstalo 180°. Headset disponuje technologií foveated rendering. Jedná se o technologii vykreslování ve vyšší kvalitě pouze té části obrazu, kterou uživatel skutečně sleduje. Headset používá nejvýkonnější profesionální grafickou kartu Nvidia Quadro RTX 8000.

Headset XTAL je poměrně robustní. Většina headsetů používá jeden displej, a proto jsou poměrně kompaktní, ale XTAL používá dva super jemné displeje, a tudíž se odlišuje svými rozměry. Za jejich velikostí je také potřeba utáhnout takto velké displeje, ideálně ve vysoké frekvenci. Náročné je to nejen na výkon počítače, ale také na přenos obrazu do headsetu. Do budoucna by se velikost headsetu měla zmenšovat. ^{[48] [53] [54]}



Obrázek 18: Kvalita obrazu headsetu XTAL; zdroj [48]

Patentované non-Fresnelovy čočky

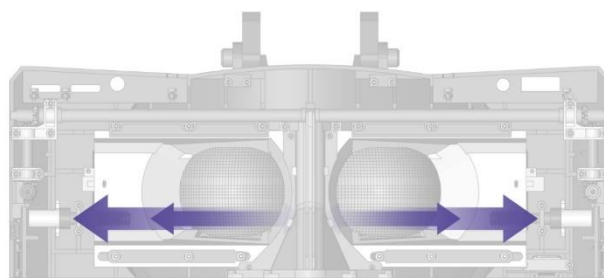
Společnost při navrhování headsetu testovala dostupné čočky na trhu, avšak žádné nevyhovovaly podmínkám pro využití v jejích profesionálním headsetu. Proto společnost založila Joint Ventrue VR Optics Inc. s izraelským optickým konsorciem specializující se na vývoj a výrobu VR a AR optiky. Výsledkem této spolupráce je výroba tlustých free form čoček. Tyto čočky nabízejí menší zkreslení, maximální diagonální zorné pole 180°, o 50 % větší zcela zaostřenou obrazovou plochu a také využívají maximum pixelů displeje pro zlepšení panoramatického výhledu. V headsetu nejsou použity čočky cirkulární, ale klasické skleněné a tím se umocnila kvalita obrazu. Čočky byly mimo jiné zdokonalovány za účelem odstranění mikro nepřesností, které mohou způsobit drobná rozostření. Díky tomu má headset vynikající ostrost obrazu. ^{[51] [53]}

Integrované ruční sledování Leap Motion

Je technologie, která pomocí samostatných senzorů umožňuje věrně přenášet pohyby ruky včetně jednotlivých prstů. Sensory jsou integrované nativně v přední části headsetu. Dále tato technologie obsahuje kamery a infračervené vysílače. Pro VR je zapojení rukou velice důležitou součástí. S rozšířením headsetu o funkci rozšířené reality se také funkce senzorů Leap Motion rozšířila z VR i do AR. ^{[48] [50]}

První automatický systém IPD na světě AutoEye™

System AutoEye™ detekuje oči uživatele a automaticky srovnává objektivy s očima uživatele pro optimální kvalitu obrazu a zážitek z VR (Obrázek 19). Tímto odpadá problém s výměnou brýlí mezi více uživateli. Díky tomuto systému se také zlepšila kvalita obrazu. Nově headset disponuje systémem sledování očních pohybů, a to až do rychlosti 210 snímků za sekundu. Díky tomu může headset vyrenderovat sledované objekty výrazně kvalitněji než okolí, které uživatel nesleduje. Na tomto principu funguje lidské oko a headset tohle chování napodobuje. Tato technologie navíc šetří nároky ostatních komponent. [48]



Obrázek 19: Systém AutoEye™; zdroj [48]

Hlasové ovládání

Headset má integrovaný mikrofon, který je spárovaný se softwarem pro rozpoznávání hlasu a umožňuje tak používání hlasových příkazů. Takto integrovaná podpora hlasových příkazů nabízí bezprecedentní snadnost interakce ve VR. [48]

Rozšířená realita (AR)

Modul rozšířené reality dokáže snímat ruce, využívat inside out-tracking a pomocí kamer může snímat fyzický prostor. Tím lze reálné objekty umístit do virtuálního prostředí a propojit svět fyzický s tím virtuálním. Rozšířená realita využívá kamery nazvané RealEye. Kamery jsou umístěné na brýlích a zvládnou přenášet externí obraz s rozsahem 180°. Při přenesení této reality na letecký simulátor tak lze vidět jeho fyzickou podobu, přičemž zbytek scény je realizován ve virtuální realitě. Největší výzva v mixované realitě je balanc mezi kvalitou obrazu a rychlostí, se kterou musí headset zvládnout přepočítat obraz z vysokorychlostní kamery ve vysokém rozlišení. [48] [60]

Připojení

XTAL je prvním headsetem na světě, který využívá k připojení kabel VirtualLink USB-C od společnosti BizLink. Virtual Link je otevřený standard, který byl vyvinut s cílem plnit požadavky na konektivitu stávajících i budoucích VR headsetů. Novinkou je redukce z původních tří až šesti kabelů na jeden jediný. Tento způsob připojení by se do budoucna měl stát standardem pro všechny drátové VR headsety. XTAL podporuje široké spektrum snímacích systémů. [54]

Design

Hlavním motivem designu je trojúhelníková mřížka. Důvodem je, že trojúhelníky jsou jádrem počítačové grafiky i VR a symbolizují krystalicky čistou a kvalitní strukturu. Také název XTAL má spojitost s krystalem, protože Crystal se může zkráceně označit za XTAL. Na designu headsetu se podílel Jakub Stedina z ateliéru Stedina Design.

V březnu roku 2020 vyhrál headset XTAL nejznámější designerskou soutěž na světě a VRgineers obdržely ocenění Red Dot Award: Product Design za rok 2020. Díky tomuto vítězství je XTAL vystaven v muzeu Red Dot Design Museum Essen. Do soutěže bylo přihlášeno 60 zemí a přes 6 500 produktů. ^[52]

7 Návrh optimalizace zavedení nových technologií do systému přípravy a výcviku pilotů taktického letectva

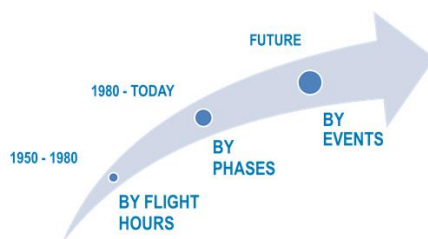
Cílem optimalizace je vytvořit nový výcvikový koncept pilotů s využitím nových technologií, které jsou v současné době k dispozici a tento koncept výcviku neustále optimalizovat podle aktuálních potřeb taktického letectva a rozvoje technologií. Je potřeba vybudovat komplexní koncept výcviku tak, aby byl výcvik efektivní a ekonomicky výhodný. Jedná se o náročný proces nejen pro samotné piloty, ale také pro uživatele a poskytovatele výcviku i vývojáře technologií. Proto by pro tyto účely mohla vzniknout expertní skupina, která by se na tomto procesu významně podílela. Níže jsou popsány cíle a nové technologie nového tréninkového programu.

Cíl	zlepšit schopnosti pilotů, zvýšit kapacitu, produktivitu a výkon a lépe je připravit na nástup nové generace stíhacích letounů rozvíjet u pilotů dovednosti a znalosti souvisejí s moderními leteckými kompetencemi
Zaměření	výzva digitální nativní generace
3 pilíře	adaptivní tréninková technologie inovativní vzdělávací osnovy založené na výcviku podle individuálních schopností jednotlivců nejlepší efektivita výcviku
Koncept	nové nástroje k výcviku nové metody učení a výcviku nové tréninkové prostředí
Nové prostředí	interaktivní učebny 3D místnost pro poletový rozbor
Nové metody	inovativní vzdělávací osnovy podle individuálních schopností jednotlivců e-learning a výuka podle speciálních aplikací adaptivní trénink
Nové nástroje	nová generace leteckých simulátorů letoun L-39NG využití systému VTS



Obrázek 20: Interaktivní učebna budoucnosti; zdroj [57]

V letech 1950–1980 byl výcvikový program uskutečňován na základě pevně stanovených letových hodin, které piloti museli k postupu ve výcviku nalétat. Ke změně došlo v roce 1980, kdy se výcvikový program změnil z počtu naláтанých letových hodin na počet fází, které jsou také pevně stanovené. Tento program výcviku se aplikuje dodnes. Do budoucna by se výcvik měl uskutečňovat podle individuálních schopností každého pilota (Obrázek 21).



Obrázek 21: Inovativní tréninkový koncept; zdroj [57]

Nové technologie přináší do výcviku řadu výhod jako jsou nižší náklady, nižší počet letových hodin a lepší odbornost a připravenost pilotů. Zvýší se efektivita a minimalizuje se počet přeškolení na jiný typ letounu, protože letoun L-39NG je možné využít až do fáze výcviku zvané LIFT. Protože se k výcviku bude převážně využívat jediné cvičné letadlo, dosáhne se nižších nákladů na údržbu a provoz.

Do výcviku by se stále více měly zapojovat letecké simulátory, které budou přizpůsobeny požadavkům uživatele. V rámci syntetického výcviku by se začínalo na stolních simulátorech typu CBT, později by se přešlo na simulátor CPT až po nejvíce sofistikované simulátory FMS v rámci TSC Pardubice. V současné době se do leteckého výcviku stále více zapojuje také virtuální realita a nepochybně se jedná o budoucnost, do které VzS AČR směřují.

Expertní skupina pod vedením odborníků

Tato pracovní skupina by se pod vedením odborníků z CLV, ODVL MO a příslušníků 21. zTL za účasti expertů na syntetický výcvik VR Group a VRgineers a vývojářů ze společnosti Aero Vodochody podílela na vývoji nového výcvikového programu, který bude optimálně využívat možnosti nových technologií ve výběru pilotů, jejich teoretické i praktické přípravě a výcviku, včetně jejich objektivního hodnocení. Zároveň by vývojoví pracovníci připravili simulační techniku přesně podle potřeb CLV a 21. zTL. Tato skupina by tedy zajišťovala interakci mezi uživatelem a vývojáři. Výstupem práce těchto odborníků bude nový syllabus výcviku, který bude odpovídat požadavkům VzS AČR a zároveň zde bude úzké propojení jak s letounem, tak se syntetickým výcvikem.

Skupina by mohla zavést nový způsob výběru pilotů v rámci lékařského vyšetření v ÚLZ PRAHA a tímto krokem by se zkvalitnil výběr pilotů a minimalizovala možnost případného neúspěchu uchazečů v průběhu výcviku pilotů. Do teoretické přípravy by se více zapojily nové technologie, především interaktivní učebny (Obrázek 20), kterými CLV nyní nedisponuje a tím se zkvalitnila příprava nových pilotů. Na těchto učebnách by se piloti učili nejen materiální část o letounu, ale také teoretické předměty, které jsou nezbytné pro práci profesionálního pilota. Do výcviku dále více zapojit letecké simulátory, které zkvalitňují výcvik a piloti na nich získají zkušenosti, které by v reálném letounu získat nemohli. Skupina by také mohla stanovit optimální poměr mezi praktickým výcvikem v letounu a syntetickým výcvikem. O této problematice se v současné době vedou velké diskuse.

8 Diskuse

Syntetický výcvik je nepostradatelnou součástí komplexního výcvikového systému. Je ovšem důležité zamyslet se nad otázkou jaký je optimální poměr mezi výcvikem pilotů v reálném letounu a syntetickým výcvikem. V současné době se tento poměr pohybuje v rozmezí 65 % pro praktický výcvik a 35 % pro syntetický výcvik. Při výcviku v CLV dnes hrají simulátory pouze podpůrnou roli, a to z toho důvodu, že simulátory nejsou certifikovány pro „létání“, ale pouze jako simulátory typu CPT, a tedy jejich využití je dost omezené. Do budoucna se diskutuje o poměru těchto výcviků 30 % pro praktický výcvik a 70 % pro syntetický výcvik. O tomto poměru se vedou velké diskuse a jsou zde velmi rozdílné názory. CLV by tento poměr výcviků byl schopen zajistit, protože se zavedením letounu L-39NG a využitím simulátorů typu FMS se poměr využití leteckých simulátorů změní. Na simulátorech by se pak uznaly a odlétaly úkoly, které v současné době nejsou možné. V současné době se hledají možnosti, jak uspořit náklady na výcvik a jedna hodina na simulátoru je podstatně levnější než výcvik v reálném letounu.

Diskuse na optimální poměr obou výcviků se vedou také např. v Aliančních jednotkách, kde zatím převládá názor, že větší procenta výcviku by měla stále být uskutečňována v podobě praktického leteckého výcviku.

Při srovnání výcviků na stávajících letounech L-39 a do budoucna na letounech L-39NG, můžeme vidět významný technologický progres, kterým letoun L-39NG disponuje. Letoun L-39 je letoun postavený na analogové avionice, zatímco letoun L-39NG disponuje zcela digitální technologií (Obrázek 22). Tato moderní avionika vychází z avioniky letounu F-16 a z hlediska České republiky se jedná o přiblížení se avionice letounu JAS-39, čímž se pilotům značně zjednoduší přeškolovací proces na tento typ letounu.



Obrázek 22: Srovnání avioniky v letounech L-39 (vlevo) a L-39NG (vpravo); zdroj [63][25]

Zavádění nových technologií do systému přípravy a výcviku pilotů sebou přináší i požadavky na změny výcvikových sylabů tak, aby bylo možné komplexně využít nových příležitostí a zefektivnit přípravu pilotů. Z tohoto důvodu i ve světě probíhají změny v organizaci a částečně i obsahu výcviku pilotů. K tomu je zapotřebí, aby vzájemně spolupracovali specialisté z různých oblastí. Za zásadní je kvalifikovaný personál, který provádí letecký výcvik a zároveň má dobré znalosti o nejnovějších technologiích a jejich možnostech ve výcviku.

Ze vzájemné výměny informací a názorů pak bude možné vytvořit optimální výcvikový systém, který využije nové technologie v jednotlivých fázích přípravy a výcviku pilotů.

Výcvik pilotů Royal Air Force (RAF)

Výcvik pilotů britského letectva je stejně jako v České republice rozdělen do čtyř fází. V počátku výcviku létají piloti na turbovrtulových strojích Grob Tutor. Na tomto letadle musí piloti nalétat 42 LH v době dvaceti týdnů. Poté následuje přeškolení na letoun Tucano a piloti začínají svůj základní výcvik v délce 109 LH po dobu čtyřiceti týdnů. Po dalším přeškolení na letoun Hawk se piloti poprvé v průběhu svého výcviku setkají s proudovým letadlem. Znamená to tedy, že první zkušenost na proudovém letadle získají piloti až v průběhu zdokonalovacího výcviku, kde piloti nalétají 95 LH v horizontu padesáti týdnů. Po této fázi již následuje přeškolení na bojové letouny, tedy v případě britského letectva na letouny Eurofighter Typhoon. Doba výcviku tedy pilotům zabere zhruba dva roky. Oproti České republice se jedná o podstatně kratší dobu výcviku, protože i v případě nového konceptu výcviku se čeští piloti na letoun JAS-39 dostanou až po zhruba šesti letech od zahájení výcviku. Britské letectvo podobně jako VzS AČR využívají k syntetickému výcviku simulátory od základního typu CBT až po simulátory kategorie FMS.

Výcvik pilotů Italian Air Force (ITAF)

Výcvik pilotů ITAF je velice podobný výcviku v českém letectvu. Studenti musí také vystudovat vojenskou akademii. V průběhu studia studenti zahajují letecký výcvik v rámci první fáze (screening) na turbovrtulovém letounu. Základní výcvik, tedy druhou fázi, piloti absolvují ještě v průběhu studia na proudovém letounu T-339A. Po ukončení akademie studenti nastupují do třetí fáze výcviku zvané „Fast Jet Training“ na letounu FT-339C. Tato fáze zabere studentům přibližně 8 měsíců, během kterých nalétají 90 LH v letounu a 31 LH na simulátoru. Následuje poslední čtvrtá fáze tzv. LIFT na letounu T-346. Následně se piloti přeškolí na bojové letouny a zahajují bojový výcvik na letounech 4. a 5. generace letounu Eurofighter Typhoon a F-35. Italské letectvo podobně jako Česká republika v současné době vyvíjí svůj nový cvičný letoun, je tedy předpoklad, že výcvik v italském letectvu se bude ubírat podobným směrem jako v České republice.

Výcvik pilotů USAAF

Současný výcvik amerického letectva je rozdílný oproti výcviku v České republice a většině států Evropy. Oproti České republice vojenští piloti amerického letectva nemusí mít vystudovanou vysokou vojenskou školu, čímž je jejich výcvik značně urychlen. Plnohodnotnými piloty na stíhacích letadlech se stávají přibližně ve věku 23 let. Přesto stejně jako VzS AČR mají také Spojené státy v plánu upravit svůj výcvikový program, aby více odpovídal aktuálním potřebám a moderním technologiím. Na novém a velmi jednoduchém konceptu amerického letectva v současné době spolupracuje také společnost VRgineers, která bude americkému letectvu dodávat headsety XTAL, na kterých je výcvik převážně postaven.

Podoby výcviků se příliš neliší obsahově, ale značný rozdíl nastává v délce výcviku. Každý stát k této problematice přistupuje individuálně. Změna v případě evropských vzdušných sil může nastat s projektem NFTE, kdy jednotlivé státy budou sdílet své kapacity i zkušenosti. Kromě České republiky se tento projekt zatím týká Bulharska, Chorvatska, Řecka, Maďarska, Černé Hory, Severní Makedonie, Portugalska, Rumunska, Španělska a Turecka.

Můj názor a osobní zkušenost

Výběr nového uchazeče, který by se mohl stát novým pilotem je složitý a náročný proces. Je potřeba mu věnovat patřičnou pozornost a důslednost. Dnešní postup výběru nových uchazečů je jistě správný, přesto bych větší důraz kladla na fyzickou i psychickou připravenost budoucích pilotů. Prvním místem, kde tento proces začíná je vyšetření v ÚLZ Praha. Vždy se jednalo, jedná a také bude jednat o místo, kde největší procento uchazečů ukončí svou cestu na kariéru vojenského pilota. Ačkoliv piloti projdou důsledným vyšetřením v délce tří dnů, jejich úspěch ještě není zaručen. Z mého pohledu první problém vzniká v době kurzu základní přípravy ve vojenské akademii Vyškov. V současné době se zde rozdělují budoucí studenti UO podle příjmení do jednotlivých čet. Z vlastní zkušenosti si myslím, že tohle rozdělení není úplně správné. Studenti by měli být rozdělení podle své budoucí odbornosti, kterou chtějí studovat. Myslím si tedy, že čtyři by měly být složeny z jednotlivců stejných fakult a v případě budoucích vojenských pilotů bych dokonce vytvořila samostatnou skupinu, ačkoliv počet přijímaných studentů do této odbornosti by nedosáhl počtu jednotlivců potřebných pro vytvoření jedné čty. Tohle rozdělení by pak umožnilo lépe přizpůsobit výcvik jednotlivým fakultám a v rámci základního výcviku by tak studenti mohli alespoň částečně poznat, jak bude jejich pozdější výcvik vypadat a zda se touto cestou chtějí skutečně vydat.

Studium na UO je náročné a pro piloty a další studenty mířících především do velitelských pozic a lékařských specializací povinné. Myslím si ale, že u pilotů by to tak nezbytnou podmínkou nemuselo být. Důkazem může být letectvo USAAF, které tuto podmínku nemá a má velmi mladý létající personál, který jim dokáže létat dlouhou dobu. Zatímco v České republice, a nejen v ní, se piloti na letoun JAS-39 dostanou v docela pokročilém věku a dá se říct, že počet let odsloužených na tomto letounu není zdaleka tak dlouhý jako je výcvik pilota. Pokud musí vysoká škola zůstat podmínkou pro vojenského pilota, měl by se tomu přizpůsobit také studijní plán, aby piloti začali s leteckým výcvikem mnohem dříve než nyní.

Výcvik v CLV je přizpůsoben letounům, které jsou v tomto výcvikovém středisku k dispozici. Odborníci, kteří se CLV nacházejí jsou velmi zkušenými piloty a na jejich výsledcích je vidět, že se jedná o velmi kvalitní výcvikové středisko. Instruktory mají řadu zkušeností, které dokážou předat svým studentům a umí reagovat na aktuální potřeby a požadavky, které jsou na ně kladeny. Vzhledem k neustálému vývoji situace bude CLV v blízké budoucnosti měnit své výcvikové sylaby nejen v případě praktického výcviku na letounech, ale také v rámci syntetického výcviku na leteckých simulátorech. Současný výcvikový syllabus se musí změnit, aby odpovídal potřebám současného letectva a současným technologiím.

Myslím si, že směr, kterým se VzS AČR ubírají je správný. Ačkoliv je letoun L-39 skvělým strojem s velmi bohatou historií a úspěchy po celém světě, je již na hranici svého technického života. Nastupující L-39NG je letoun, který má potenciál úspěšně nahradit dosluhující L-39 a dosáhnout podobných úspěchů jako jeho předchůdce, ačkoliv se pravděpodobně bude jednat o méně rozšířený letoun z hlediska počtu vyrobených kusů. Konkurence na trhu je značná a prosadit se na něm není jednoduchá cesta.

Jsem ráda, že Česká republika je jedna z mála zemí na světě, která dokáže vyvinout, vyrobit a úspěšně prosadit nový letoun nejen v České republice, ale i za jejími hranicemi. Česká republika byla vždy na vrcholu technického vývoje především díky společnosti Aero Vodochody a jejich partnerů a letouny vyrobené v jejich továrnách jsou toho důkazem. Věřím, že L-39NG se zařadí mezi ně, protože má na co navazovat.

Syntetický výcvik je důležitou součástí výcviku a do budoucna stále více využívanou technologií. Měla jsem možnost vyzkoušet si let na leteckém simulátoru letounu L-39NG v prostorách společnosti VR Group a. s. Vzhledem k tomu, že jsem se poprvé setkala se simulační technologií, zanechalo to ve mně velice silné a dobré pocity. V první řadě, když jsem k simulátoru přišla mě překvapila dokonalá věrnost kokpitu srovnatelná s kokpitem v reálném letounu. Když jsem o něco později vedle sebe viděla dva obrázky totožného kokpitu a měla jsem poznat, který je ze simulátoru a který z letounu, nebyla jsem schopna tento rozdíl rozpoznat, což je nepochybně důkaz, že věrnost simulátoru je na velmi vysoké úrovni, což je samozřejmě nutností dnešních simulačních technologií. Když jsem usedla do simulátoru a snažila se rychle v kokpitu zorientovat nastal čas zahájit můj let. Jelikož nejsem pilotka tak jsem velice brzy poznala, jak nelehký úkol čeká na všechny budoucí začínající piloty, ačkoliv oproti mně začínají na simulátorech nižší kategorie. Když se mi s menšími problémy podařilo vzlétnout začala jsem pociťovat vlastnosti leteckých simulátorů, které mě velice překvapily. Zobrazovací plocha byla sestavena ze tří velkých obrazovek, jejichž úhel byl nastaven tak, že i v periferním vidění jsem viděla simulovaný let. Neměla jsem tedy žádný rušivý prvek v podobě stěn místnosti nebo simulátorů, které se nacházely opodál. Kvalita obrazu je na vysoké úrovni. Vzhledem k tomu, že neumím ovládat letoun začala jsem brzy pociťovat svaly na ruce, kterou jsem měla na řídicí páce. Odezva zpětné síly přes řídicí páku je značná a začala jsem svádět boj mezi mnou a řízením letounu. Zpočátku jsem měla velké problémy udržet letoun ve vodorovném přímém letu, protože řízení letounu reagovalo i na jemný dotek. Tím se mi potvrdilo, že každý pilot musí mít pro řízení letadla vrozený cit. Když jsem se více sžila s letounem, zkusila jsem si vývrtku. Letoun reagoval přesně tak jak měl a přenesení obrazu bylo s tak zanedbatelným zpožděním, že ho nelze ani zpozorovat. Simulátor mi také zprostředkoval zvuk a jemné vibrace jako zpětnou vazbu. Ačkoliv můj let neskončil úspěšně, protože se mi s letounem nepodařilo přistát, byla to pro mě cenná zkušenost. Přestože mé pocity jsou velmi pozitivní mám také jeden dojem, který by se mohl podle mého názoru do budoucna změnit. Když jsem začala dělat výkřik zjistila jsem, že vizuální dojem pro člověka je natolik reálný, že mé tělo mělo tendenci dělat stejný pohyb jako letoun. Proto mi dělalo problém, že simulátor je nepohyblivý. Dále mě zaujala ještě další věc a to ta, že je rozdíl ovládat letoun, když na člověka nepůsobí žádné přetížení jako v případě simulátoru, nebo na člověka působí přetížení až několika G. Proto si myslím, že by simulátory měly být alespoň částečně pohyblivé a měly by umět nasimulovat alespoň nějaké přetížení, které za letu může na pilota působit.

Virtuální realita jde ve vývoji velmi rychle kupředu a chtěla by odstranit podobu simulátorů tak, jak je známe dnes. Ačkoliv je to dobrá cesta, myslím si, že pro piloty je stále důležitý fyzický kontakt s kokpitem, a tak bych zachovala kabinu letounu stejně jako u stávajících simulátorů a pomocí headsetů VR bych zprostředkovala obraz a zvuk. Headset VR sice dokáže dobře simulovat kabinu letounu, ale pilot ovládá jednotlivé prvky pouze hmatem do vzduchu, a nikoliv skutečnými ovladači s výjimkou základních ovládacích prvků jako je řídicí a plynová páka nebo pedály. Proto si myslím, že vize společnosti VRgineers je dobrá a pohyblivé simulátory jsou do budoucna vhodné ve spojení s headsety VR, ale kabina letounu by měla zůstat zachována.

9 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo představit nové technologie ve výcviku vojenských taktických pilotů. Ve Vzs AČR nastávají poměrně velké změny právě díky novým technologiím. V této práci jich bylo představeno hned několik ať už současnosti, nebo plánovaných do budoucna. Důležité ale je si uvědomit, že nový výcvikový syllabus nebude tvořit jen nový letoun nebo naopak nový letecký simulátor. Všechny tyto nové technologie musí společně vytvářet jeden dobře fungující celek a vzájemně se doplňovat. Jedině takto se dosáhne komplexnosti ve výcviku pilotů taktického letectva.

Letecké simulátory i letoun L-39NG je možné upravit dle individuálních požadavků každého uživatele. Jsou státy, které používají opačné barvy pro umělý horizont, které mají jiné požadavky na výcvik nebo výzbroj letounu. Požadované konfiguraci letounu pak odpovídá také letecký simulátor.

Syntetický výcvik je budoucnost všech armád. Tomu odpovídá také velice rychlý a značný technologický progres při srovnání s minulostí. Do výcviku přináší nezpochybnitelné a velmi důležité výhody. Nejvíce rozvíjející se oblastí a nepochybně do budoucna klíčovou oblastí je virtuální realita. Tato nová technologie nabízí možnost do budoucna odstranit letecké simulátory tak, jak je známe dnes.

Nové technologie ve výcviku znamenají značné úspory nákladů na výcvik, přispívají k jeho bezpečnosti, všestrannosti, komplexnosti a efektivitě. Pilotům můžou značně ulehčit cestu jejich výcvikem a zkrátit dobu tohoto výcviku. Čeští piloti dlouhodobě dosahují dobrých výsledků v různých soutěžích jako je NATO Tiger Meet, získali také několik ocenění za nejlepší letové ukázky na leteckých dnech nejen v České republice a pravidelně se také zúčastňují zahraničních misí. To dokazuje, že ačkoliv Českou republiku ty největší změny v nových technologiích teprve čekají, úroveň výcviku našich pilotů je i tak na velmi vysoké úrovni.

Česká republika si jako jedná z mála zemí na světě dokáže tyto technologie vyvíjet a vyrábět sama. Již v minulosti byla Česká republika na vysoké úrovni ve vývoji nových technologií dané doby a tento fakt stále potvrzuje. Česká republika je státem, který má světu co nabídnout.

Seznam použitých zdrojů

a) literatura

- [1] FOJTÍK, Jakub. *Albatros: Aero L-39, L-59, L-139*. Bratislava: MAGNET PRESS, SLOVAKIA s. r. o., 2016, ISBN 978-80-89169-37-5
- [2] Tištěná brožura Univerzita obrany akademický rok 2014/2015. vyd. Agentura personalistiky Armády ČR, 11/2013
- [3] *Letectví + kosmonautika*. 7/2020. Bratislava: MAGNET PRESS, SLOVAKIA. ISSN 0024-1156.
- [4] *Vzdušné síly AČR: Ročenka 2014*. 2014. Praha: Aeromedia. ISSN 0024-156.
- [5] *Vzdušné síly AČR: Ročenka 2019*. 2019. Bratislava: MAGNET PRESS, SLOVAKIA. ISSN 978-80-89169-66-5.
- [6] *Vzdušné síly AČR: Ročenka 2016*. 2016. Bratislava: MAGNET PRESS, SLOVAKIA. ISBN 978-80-89169-35-1.
- [7] *Vzdušné síly AČR: Ročenka 2018*. 2018. Bratislava: MAGNET PRESS, SLOVAKIA. ISBN 978-80-89169-59-7.
- [8] KEIJSER, Gérard. *Saab JAS 39 Gripen: bojový letoun pro třetí tisíciletí*. Přeložil Jiří CHODIL. Praha: Deus, 2000. ISBN 80-86215-12-1.
- [9] DVOŘÁKOVÁ, Magdalena. *10 let od zavedení letounů JAS-39 Gripen do užívání Armády České republiky: Gripen in Czech Air Force 10 years*. Přeložil Jan JINDRA. Praha: Pro Velitelství Vzdušných sil Armády České republiky (VeVzS) vydalo Ministerstvo obrany České republiky – Vojenský historický ústav Praha (VHÚ), 2015. ISBN 978-80-7278-659-6.
- [10] *Letectví + kosmonautika*. 8/2014. Praha: Aeromedia. ISSN 0024-1156.
- [11] *Letectví + kosmonautika*. 1/2019. Bratislava: MAGNET PRESS, SLOVAKIA. ISSN 0024-1156.

b) internetové zdroje

- [12] *Univerzita obrany: Zaměření školy* [online]. [cit. 2020-05-14]. Dostupné z: https://www.unob.cz/univerzita/Stranky/zamereni_skoly.aspx
- [13] *Univerzita obrany: Základní fakta školy* [online]. [cit. 2020-05-14]. Dostupné z: https://www.unob.cz/univerzita/Stranky/zakladni_fakta_skoly.aspx
- [14] *Univerzita obrany: Vojenské studium* [online]. [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: https://issuu.com/99514/docs/zelen__bro_ura_na_web
- [15] *Univerzita obrany: Přijímací řízení* [online]. [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: https://www.unob.cz/fvt/studium/Documents/PR_podminky/podminky_VT-E_2021.pdf
- [16] *Univerzita obrany: Studijní programy* [online]. [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://apl.unob.cz/StudijniProgramy/Studium/19/Vojenske-technologie-%E2%80%93-strojni>
- [17] *VeV-VA: Cíle a úkoly základní přípravy* [online]. [cit. 2020-09-15]. Dostupné z: <https://www.vavyskov.cz/node/64>

- [18] *VeV-VA: Průběh kurzu základní přípravy* [online]. [cit. 2020-09-15]. Dostupné z: <https://www.vavyskov.cz/node/66>
- [19] *Armádní noviny: CLV Pardubice* [online]. [cit. 2020-08-05]. Dostupné z: <https://www.armadinoviny.cz/ceske-centrum-leteckeho-vycviku-v-pardubicich.html>
- [20] *AČR: Česká armáda má čtyři nové piloty Gripenů* [online]. [cit. 2021-01-09]. Dostupné z: <https://www.acr.army.cz/informacni-servis/zpravodajstvi/ceska-armada-ma-ctyri-nove-piloty-gripenu-221185/>
- [21] *Czech Air Force: Nová Gripen Training Academy bude školit i české piloty* [online]. [cit. 2021-01-09]. Dostupné z: <http://czechairforce.com/news/nova-gripen-training-academy-bude-skolit-i-ceske-piloty>
- [22] *AČR: Bojový letoun L-159 Alca* [online]. [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <https://www.acr.army.cz/scripts/detail.php?id=15256>
- [23] *LOM PRAHA s. p.: Letecký výcvik* [online]. [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <https://www.lompraha.cz/letecky-vycvik-zakladni-i-pokracovaci>
- [24] *AČR: JAS-39 Gripen* [online]. [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <https://www.acr.army.cz/technika-a-vyzbroj/letecka/-jas-39-gripen-89934/>
- [25] *Armádní noviny: Nový český cvičný letoun L-39 Next Generation* [online]. [cit. 2021-02-17]. Dostupné z: <https://www.armadinoviny.cz/l-39-next-generation.html?hledat=l-39+NG>
- [26] *Armádní noviny: Český cvičný a bitevní letoun L-39NG poprvé ve vzduchu* [online]. [cit. 2021-02-24]. Dostupné z: <https://www.armadinoviny.cz/cesky-cvicny-a-bitevni-letoun-l-39ng-poprve-ve-vzduchu.html>
- [27] *Armádní noviny: Aero zahájilo výrobu prvních letounů L-39NG* [online]. [cit. 2021-02-22]. Dostupné z: <https://www.armadinoviny.cz/aero-zahajilo-vyrobu-prvnich-letounu-l-39ng.html>
- [28] FS ČVUT: Kompozitový vzduchovod pro cvičný proudový letoun L-39NG [online]. [cit. 2020-08-09]. Dostupné z: https://dms.fs.cvut.cz/DTP/propagace_public/karty_projektu/12105/12105_S-kan%C3%A1l_CZ_2019.pdf
- [29] *Czech Air Force: Čtvrtý vyrobený prototyp L-39NG "7003" zahájil únavové zkoušky ve VZLÚ* [online]. [cit. 2021-02-15]. Dostupné z: <http://czechairforce.com/news/ctvrty-vyrobeny-prototyp-l-39ng-7003-zahajil-unavove-zkousky-ve-vzlu/>
- [30] *Armádní noviny: Letoun L-39NG otevřel letovou obálku* [online]. [cit. 2021-02-15]. Dostupné z: <https://www.armadinoviny.cz/letoun-l-39ng-otevrel-letovou-obalku.html>
- [31] *Czech Air Force: Druhý létající prototyp L-39NG "7004" zahájil program letových zkoušek* [online]. [cit. 2021-02-15]. Dostupné z: <http://www.czechairforce.com/news/druhy-letajici-prototyp-l-39ng-7004-zahajil-program-letovych-zkousek/>
- [32] *Aero Vodochody: Letoun L-39NG získal typový certifikát* [online]. [cit. 2021-02-15]. Dostupné z: <http://www.aero.cz/cz/o-nas/media/tiskove-zpravy/letoun-l-39ng-ziskal-typovy-certifikat/>

- [33] *Armádní noviny: L-39NG prošel aerodynamickými testy pro verzi Light Attack* [online]. [cit. 2021-02-15]. Dostupné z: <https://www.armadinoviny.cz/l-39ng-prosel-aerodynamickymi-testy-pro-verzi-light-attack.html>
- [34] *L-39NG* [online]. [cit. 2020-10-18]. Dostupné z: <http://www.l-39ng.cz>
- [35] *LOM PRAHA: Description and capabilities TSC 2020* [online]. [cit. 2021-01-07]. Dostupné z: <https://lompraha.s8.cdn-upgates.com/e/e5eb01ba24ddd4-description-and-capabilities-tsc-2020.pdf>
- [36] *AČR: V Pardubicích bylo otevřeno nové taktické simulační centrum* [online]. [cit. 2021-01-07]. Dostupné z: <https://www.acr.army.cz/m/informacni-servis/zpravodajstvi/v-pradubicich-bylo-otevreno-nove-takticke-simulacni-centrum-62746/>
- [37] *BVV: IDET 2013: Vystavovatelé se představují* [online]. [cit. 2021-01-07]. Dostupné z: <https://www.bvv.cz/idet/idet-2013/vystavovatele-se-predstavuji/lom-praha-sp/>
- [38] *AČR: Výcvik pilotů se musí podle velitelů vzdušných sil Evropy změnit* [online]. [cit. 2021-01-09]. Dostupné z: <https://www.acr.army.cz/informacni-servis/zpravodajstvi/vycvik-pilotu-se-musi-podle-velitelu-vzdušnych-sil-evropy-zmenit-101937/>
- [39] *NATO: Factsheet NFTE* [online]. [cit. 2021-04-06]. Dostupné z: https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2020/6/pdf/2006-factsheet-nfte.pdf
- [40] *AČR: L-39 Albatros* [online]. [cit. 2020-10-04]. Dostupné z: <https://www.acr.army.cz/technika-a-vyzbroj/letecka/-l-39-albatros-89936/>
- [41] *MATC: Integrace výcviku taktického letectva* [online]. [cit. 2020-11-07]. Dostupné z: https://www.aobp.cz/_new/wp-content/uploads/2015/12/1-MATC-2-30_11_2015_v2.pdf
- [42] *Smlouva č. 1810400116* [online]. [cit. 2020-10-13]. Dostupné z: <https://smlouvy.gov.cz/smlouva/7789627>
- [43] *ECHO 24: Země NATO by měly létat i na českých strojích ministerstvo však váhá* [online]. [cit. 2020-10-13]. Dostupné z: <https://echo24.cz/a/SJNTA/zeme-nato-by-mely-letat-i-na-ceskych-strojich-ministerstvo-vsak-vaha>
- [44] *Czech Air Force: Vzdušné síly* [online]. [cit. 2020-10-13]. Dostupné z: <http://czechairforce.com/vzdušne-sily/>
- [45] *Wikipedia: Aero L-39NG* [online]. [cit. 2021-03-29]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Aero_L-39NG
- [46] *Czech Air Force: Letoun L-39NG úspěšně prošel zkouškou pevnosti trupu* [online]. [cit. 2021-03-29]. Dostupné z: <http://czechairforce.com/news/letoun-l-39ng-uspesne-prosel-zkouskou-pevnosti-trupu/>
- [47] *Muzeum Kunovice: Zlin Z-142* [online]. [cit. 2020-11-26]. Dostupné z: <https://www.muzeum-kunovice.cz/zlin-z-142/>
- [48] *VRgineers* [online]. [cit. 2021-6-18]. Dostupné z: <https://vrgineers.com/>
- [49] *Čeští VRgineers stvořili brýle pro virtuální realitu. Už je má BMW nebo Škoda* [online]. [cit. 2021-6-18]. Dostupné z: <https://www.lupa.cz/clanky/cesti-vrgineers-stvorili-bryle-pro-virtualni-realitu-uz-je-ma-bmw-nebo-skoda/>

- [50] *Čeští VRgineers dělají s Leap Motion na nové generaci VR brýlí, zapojí ruce* [online]. [cit. 2021-6-18]. Dostupné z: <https://www.lupa.cz/aktuality/cesti-vrgineers-delaji-s-leap-motion-na-nove-generaci-vr-bryli-zapoji-ruce/>
- [51] *České VR brýle XTAL od VRgineers dostaly patentované non-Fresnelovy čočky* [online]. [cit. 2021-6-18]. Dostupné z: <https://www.lupa.cz/aktuality/ceske-vr-bryle-xtal-od-vrgineers-dostaly-patentovane-non-fresnelovy-cocky/>
- [52] *České VR brýle XTAL vyhrály nejznámější designerskou soutěž na světě* [online]. [cit. 2021-6-18]. Dostupné z: <https://www.lupa.cz/aktuality/ceske-vr-bryle-xtal-vyhraly-nejznamnejsi-designerskou-soutez-na-svete/>
- [53] *Jakub Stedina: Oceněný design VR brýlí XTAL se dělal sám, uhýbali jsme technologii* [online]. [cit. 2021-6-18]. Dostupné z: <https://www.lupa.cz/clanky/jakub-stedina-oceneny-design-vr-bryli-xtal-se-delal-sam-uhybali-jsme-technologie/>
- [54] *VRgineers na CES 2020 představili nový model headsetu XTAL s rozlišením 8k a dalšími vylepšeními* [online]. [cit. 2021-6-18]. Dostupné z: <https://vrmag.cz/vrgineers-na-ces-2020-predstavuji-xtal-s-rozlisenim-8k/>
- [55] *Čeští VRgineers vydávají VR brýle s výkonným počítačem v obrněném kufru* [online]. [cit. 2021-6-18]. Dostupné z: <https://www.lupa.cz/aktuality/cesti-vrgineers-vydavaji-vr-bryle-s-vykonnym-pocitacem-v-obrnenem-kufru/>
- [60] *Brýle XTAL od Vrgineers dělí od reálného vidění už jen jedna generace* [online]. [cit. 2021-6]. Dostupné z: <https://www.lupa.cz/clanky/virtualni-divadlo-skoleni-soustruzniku-i-trenink-vojenskych-pilotu-jak-se-dari-ceskym-vr-firmam/>
- [61] *LINK 16 – nová dimenze utajeného datového spojení pro české Gripeny* [online]. [cit. 2021-7-14]. Dostupné z: <http://czechairforce.com/news/link-16-nova-dimenze-utajeneho-datoveho-spojeni-pro-ceske-gripeny/>
- [62] *Role ÚLZ v odborné přípravě leteckého personálu* [online]. [cit. 2021-7-15]. Dostupné z: <https://www.mmsl.cz/pdfs/mms/2008/04/02.pdf>
- [63] *Aero L-39 Albatros* [online]. [cit. 2021-7-30]. Dostupné z: <https://www.vojsko.net/letecka-technika/35-cvicna-letadla/510-aero-l-39-albatros>

c) osobní zdroje

V celé mé práci jsou informace získané na základě osobních setkání, e-mailových korespondencí a telefonických konzultací. Osoby zúčastněné na této práci souhlasili se zveřejněním těchto informací a poskytli mi svá autorská práva (Přílohy 6-8). Konkrétně se jedná o:

- VR Group [56]
- OMNIPOL [57]
- CLV Pardubice [58]
- VRgineers [48]

Některé informace jsem doplnila získáním ze své vlastní zkušenosti. [59]

[64] Plakát z produkce společnosti Aero Vodochody dostupný na leteckých dnech

Seznam obrázků

- Obrázek 1: Výcvik taktického letectva do roku 2016
- Obrázek 2: Současná podoba platná od roku 2016
- Obrázek 3: Pravděpodobná struktura výcviku se zavedením letounu L-39NG
- Obrázek 4: Letoun Z-142C AF v CLV Pardubice
- Obrázek 5: Letoun Aero L-159 Alca
- Obrázek 6: Letoun SAAB JAS-39 Gripen
- Obrázek 7: Letoun Aero L-39ZA Albatros
- Obrázek 8: Letoun Aero L-39NG
- Obrázek 9: Kabina letounu Aero L-39NG
- Obrázek 10: Výukové učebny
- Obrázek 11: Systém měření výkonností
- Obrázek 12: CPT simulátor
- Obrázek 13: FMS simulátor
- Obrázek 14: Simulátor FMS letounu L-159 Alca
- Obrázek 15: Rozmístění jednotlivých pracovišť TSC
- Obrázek 16: Simulátor připojený k pohyblivé platformě
- Obrázek 17: Headset XTAL
- Obrázek 18: Kvalita obrazu headsetu XTAL
- Obrázek 19: Systém AutoEye™
- Obrázek 20: Interaktivní učebna budoucnosti
- Obrázek 21: Inovativní tréninkový koncept
- Obrázek 22: Srovnání avioniky v letounech L-39 a L-39NG

Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Bodovací tabulka – Muži

Tabulka č. 2: Bodovací tabulka – Ženy

Tabulka č. 3: Přehled vyrobených letounů v rámci projektu L-39NG

Seznam příloh

- | | |
|--------------|---|
| Příloha č. 1 | Normy a hodnocení kontrolních testů přezkoušení fyzické zdatnosti v kurzech základní přípravy |
| Příloha č. 2 | Harmonogram akademického roku v průběhu celého studia |
| Příloha č. 3 | Celkový studijní plán oboru vojenský pilot |
| Příloha č. 4 | Předměty specializace oboru vojenský pilot |
| Příloha č. 5 | Srovnání letounů L-39NG a L-39C |
| Příloha č. 6 | Potvrzení od CLV Pardubice |
| Příloha č. 7 | Potvrzení od společnosti VR Group, a.s. |
| Příloha č. 8 | Potvrzení od společnosti OMNIPOL, a. s. |
| Příloha č. 9 | Potvrzení od společnosti VRgineers |

Příloha č. 1: Normy a hodnocení kontrolních testů přezkoušení fyzické zdatnosti v kurzech základní přípravy

Přezkoušení z fyzické zdatnosti vojáků v kurzech základní přípravy

Číslo testu	1.			2.		
Název cvičení	Souborové silové cvičení (leh - sed/klik - vzpor)			Běh na 12 minut		
Hodocení	Vyhovující	Dobře	Výtečně	Vyhovující	Dobře	Výtečně
Měřicí jednotka	Počet			Metry		
Kategorie						
I. do 30 let	38/20	42/22	46/28	2 400	2 600	2 800
II. 31–35 let	36/19	39/22	45/27	2 300	2 500	2 700
III. 36–40 let	31/17	34/19	40/24	2 200	2 400	2 600
IV. 41–45 let	28/14	32/16	39/22	2 000	2 200	2 500
V. 46–50 let	25.XI	29/13	34/19	1 800	2 000	2 300
VI. 51 let a starší				1 600	1 800	2 100

Pozn. Souborové silové cvičení se hodnotí podle testu, ve kterém dosáhl voják horší výsledek

Přezkoušení z fyzické zdatnosti vojaček v kurzech základní přípravy

Číslo testu	1.			2.		
Název cvičení	Leh - sed			Běh na 12 minut		
Hodocení	Vyhovující	Dobře	Výtečně	Vyhovující	Dobře	Výtečně
Měřicí jednotka	Počet			Metry		
Kategorie						
I. do 25 let	32	35	40	1 900	2 100	2 300
II. 26–30 let	25	28	33	1 800	2 000	2 200
III. 31–35 let	24	26	30	1 700	1 900	2 100
IV. 36–40 let	21	23	25	1 600	1 800	2 000
V. 41–45 let	18	20	22	1 400	1 600	1 900
VI. 46 let a starší				1 300	1 500	1 800

Příloha č. 2: Harmonogram akademického roku v průběhu celého studia

Organizace akademického roku – Fakulta vojenských technologií

Doba studia	Měsíc												
	10.	11.	12.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	
0.rok			Podání přihlášky				PZ					ZP	
1. rok	U	U	U	Z	ZPX	U	U	U	Z	D	VPP		
2. rok	U	U	U	Z	ZPX	U	U	U	Z	D	VPP		
3. rok	U	U	U	Z	ZPX	U	U	U	Z	LPX	D	LPX	
4. rok	U	U	U	ZPX	Z	U	U	U	OP	Z	D	OP	
5. rok	U	U	U	ZPX	Z	U	U	U	Z	Z			

Vysvětlivky: ZP základní příprava
 U univerzitní studium na UO
 Z zkouškové období
 D dovolená
 ZPX zimní praxe
 LPX letní praxe
 VPP vojensko-profesní příprava
 OP odborná příprava
 PZ přijímací zkouška

Příloha č. 3: Celkový studijní plán oboru vojenský pilot

Předmět	1. ročník							
	1. semestr				2. semestr			
	hodin	kredity	klasifi- kace	část studia	hodin	kredity	klasifi- kace	část studia
Anglický jazyk	24	2	Z	S	24	2	Z	S
Leadership	26	2	Z	S				
Matematika I	112	7	ZK	S				
Matlab základy	28	1	Z	S				
Tělesná výchova	48	2	Z	S	78	3	Z	S
Vojenská historie	52	2	Z	S				
Základy strojnictví a části strojů	70	4	ZK	S				
Základní aplikované vojenské technologie pro VP	36	2	Z	S				
Základní příprava v poli pro VP	54	2	Z	S				
Informační technologie v ozbrojených silách	56	3	Z	S				
	506	27						
Fyzika					84	5	ZK	S
Matematika II					112	6	ZK	S
Mezinárodní humanitární právo					52	2	Z	S
Technická mechanika					56	3	ZK	S
Základní pilotní příprava					62	2	KZ	Spec.
Vojenský leadership					26	2	Z	S
Praktická příprava VP					60	2	Z	Spec.
					554	27		

Vysvětlivky

S - společná část studia; ZK - zkouška; Z - zápočet;
Spec. - Specializace ve studiu; KZ - klasifikovaný zápočet

Předmět	2. ročník							
	3. semestr				4. semestr			
	hodin	kredity	klasifi- kace	část studia	hodin	kredity	klasifi- kace	část studia
Matematika III	56	3	ZK	S				
Matematika IV	28	2	ZK	S				
Pružnost a pevnost	70	3	ZK	S				
Tělesná výchova	48	2	Z	S	78	3	Z	S
Válečná studie	62	3	KZ	S				
Anglický jazyk	78	4	Z	S	78	4	Z	S
Základní pilotní příprava	78	2	KZ	Spec.				
Fyzika	84	5	ZK	S				
Francouzský/Německý/ Ruský jazyk	24	2	Z	S	24	2	Z	S
	528	26						
Aplikované technologie letového provozu					48	2	KZ	Spec.
Letecká frazeologie					56	2	Z	Spec.
Letecký výcvik					480	26	Z	Spec.
					764	39		

Vysvětlivky

S - společná část studia; ZK - zkouška; Z - zápočet;
Spec. - Specializace ve studiu; KZ - klasifikovaný zápočet

Předmět	3. ročník							
	5. semestr				6. semestr			
	hodin	kredity	klasifi- kace	část studia	hodin	kredity	klasifi- kace	část studia
Aplikovaná matematika strojní I	28	2	KZ	S				
Hydromechanika a termomechanika	70	3	ZK	S				
Nauka o materiálu	42	2	KZ	S	42	2	ZK	S
Ozbrojené síly a společnost I	52	2	KZ	S				
Tělesná výchova	78	3	Z	S	48	2	Z	S
Základy spolehlivosti technických systémů	28	2	Z	S				
Anglický jazyk	24	2	Z	S	78	4	Z	S
Bojové velení a řízení	28	2	Z	S				
Základy elektrotechniky a výkonové elektrotechniky	70	3	ZK	S				
Praktická příprava VP	30	1	Z	Spec.	90	3	Z	Spec.
Francouzský/Německý/ Ruský jazyk	24	2	Z	S	24	2	Z	S
	474	24						
Aplikovaná matematika strojní II					56	4	KZ	S
Elektrické signály a systémy					28	1	Z	S
Letecká technika a technologie - LP					42	3	ZK	Spec.
Aplikované technologie letového provozu					84	3	ZK	Spec.
Letecký výcvik					120	6	Z	Spec.
					612	30		

Vysvětlivky

S - společná část studia; ZK - zkouška; Z - zápočet;
Spec. - Specializace ve studiu; KZ - klasifikovaný zápočet

Předmět	4. ročník							
	7. semestr				8. semestr			
	hodin	kredity	klasifi- kace	část studia	hodin	kredity	klasifi- kace	část studia
Mechatronika	56	2	KZ	S				
Operační použití vzdušných sil	50	2	KZ	Spec.				
Technologie letového provozu	56	3	ZK	Spec.	56	3	KZ	Spec.
Tělesná výchova	78	3	Z	S	78	3	ZK	S
Anglický jazyk	24	2	Z	S	24	2	Z	S
Letecká angličtina	92	3	KZ	Spec.				
Letecká technika a technologie - LP	84	4	ZK	Spec.				
Základy avioniky a výzbroje letadel	120	4	ZK	Spec.				
Francouzský/Německý/Ruský jazyk	48	4	Z	S		4		S
	608	27						
Kybernetická bezpečnost					28	2	Z	S
Právo bezpečnosti a obrany					50	2	Z	S
Taktika					26	2	Z	S
Základy CAD/CAE					30	2	Z	S
Strojírenská technologie					70	4	ZK	S
Vojenský leadership					26	2	KZ	S
Základy strojnictví a části strojů					30	2	Z	S
Letecký výcvik					120	6	Z	Spec.
					538	34		

Vysvětlivky

S - společná část studia; ZK - zkouška; Z - zápočet;
Spec. - Specializace ve studiu; KZ - klasifikovaný zápočet

Předmět	5. ročník							
	9. semestr				10. semestr			
	hodin	kredity	klasifi- kace	část studia	hodin	kredity	klasifi- kace	část studia
Operační použití vzdušných sil	112	4	ZK	Spec.				
Technologie letového provozu	56	3	KZ	Spec.				
Tělesná výchova	48	2	Z	S	48	2	Z	S
Anglický jazyk	24	2	Z	S	24	2	Z	S
Aplikované technologie letového provozu	72	3	ZK	Spec.				
Letecká meteorologie	56	4	ZK	Spec.				
Letecká technika a technologie - LP	42	3	ZK	Spec.				
Francouzský/Německý/ Ruský jazyk	24	2	Z	S	24	2	Z	S
	434	23						
Ozbrojené síly a společnost II					26	1	Z	S
Letecký výcvik					330	18	Z	Spec.
Zpracování diplomové práce a příprava na SZZ					840	28	Z	Spec.
					1 292	53		

Vysvětlivky

S - společná část studia; ZK - zkouška; Z - zápočet;
Spec. - Specializace ve studiu; KZ - klasifikovaný zápočet

Příloha č. 4: Předměty specializace oboru vojenský pilot

Základní pilotní příprava

Přednášky a cvičení - 2. semestr	
Meteorologická instruktáž (ATIS, TAF, SIGMET)	Navigační plán (VFR)
Sledování letu a přeplánování za letu	Plánování zásoby paliva
Lidské činitele v letectví	Předletová příprava
Základy letecké psychologie a zdravotní péče	ICAO letový plán
Zpracování informací, chování a rozhodování	Člověk a prostředí
Spolehlivost a selhávání člověka, přetížení a nevytíženost	Zdraví a hygiena
Atmosféra – složení, rozměry a vertikální členění	Klimatologie
Vlhkost, tvorba oblačnosti, srážky, dohlednost	Základy navigace
Vzduchové hmoty, atmosférické fronty	Magnetismus a kompas
Nebezpečné meteorologické jevy	Mapy
Meteorologická organizace, analýzy a předpovědi	Navigace výpočtem
Meteorologické informace pro plánování letu (METAR, TAF)	Navigace za letu
Základní teorie šíření radiového signálu	Palubní deník
Příslušné výrazy z meteorologických zpráv	Radary
Činnost požadována při ztrátě spojení (VFR)	Radionavigační prostředky
Základní principy šíření VHF komunikace a přidělování kmitočtů	GNSS
Provoz letadel – všeobecné požadavky (ICAO Annex 6)	VFR komunikace – definice
Postupy spojené se zvláštními druhy provozu a nebezpečí	Obecné provozní postupy
	Tísňové a pilnostní postupy
Přednášky a cvičení - 3. semestr	
Úmluva o mezinárodním civilním letectví Doc 7300/6	Pohonná jednotka letounu
Příloha 1: Způsobilost leteckého personálu civilního letectví	Stabilita a říditelnost
Příloha 2: Pravidla létání	Letová obálka obrátů
Příloha 7: Poznávací značky letadel	Poryvová obálka
Příloha 8: Letová způsobilost letadel	Aerodynamika vrtule
Příloha 11: Doc 4444: uspořádání letového provozu	Mechanika letu
Příloha 12: Pátrání a záchrana v civilním letectví	Podzvuková aerodynamika
Příloha 13: Odborné zjišťování příčin leteckých nehod a incidentů	Komunikační vybavení letounu
Příloha 14: Svazky I a II Letiště	Přístrojové vybavení letounu
Příloha 15: Letecká informační služba	Elektrické vybavení letounu
Příloha 17: Bezpečnost, ochrana před protiprávními činy	Soustavy letounu a jeho provoz
Provoz letadel: letové postupy dle Doc 8168	Radionavigační vybavení letounu
Provozní postupy spojené s odpovídačem sekundárního radaru	Postupy nastavení výškoměru
Konstrukce letounu a jeho charakteristiky	
Proudění vzduchu kolem aerodynamického profilu	
Prostředky pro snížení sil přenášených na řízení	

Aplikovaná technologie letového provozu

Přednášky a cvičení - 4. semestr	
Mezní hodnoty hmotnosti a vyvážení	Těžiště
Názvosloví v oblasti zatížení letadla	Kontroly hmotnosti letadla
Postupy pro stanovení dokumentace hmotnosti a vyvážení letounu	Účinky přetížení
Ložná plocha, běžná zátěž, technické prostředky	Základy výpočtů těžiště
Význam pojmových modelů lidského činitele (SHEL model)	Zajištění nákladu
Potřeba znalosti LČ z hlediska systémové bezpečnosti v LP	
Možnosti aplikace poznatků LČ ve vojenském LP	
Vliv kvality výcviku pilotů na bezpečnost LP	
Vliv chybování a profesní nekázně na bezpečnost LP	
Vliv únavy a stresu pilota na bezpečnost LP	
Vliv osobnostních předpokladů pilotů na bezpečnost LP	
Význam kurzů MCC a CRM na bezpečnost LP	
Systémy řízení z hlediska LČ ve vojenském LP	
Přednášky a cvičení - 6. semestr	
Radionavigační systémy závislé na pozemních prostředcích	Základy obecné navigace
Radionavigační systémy nezávislé na pozemních prostředcích	Magnetismus a kompas
Radionavigační systémy závislé na kosmických prostředcích	Mapy
	Navigace výpočtem
Přednášky a cvičení - 9. semestr	
Využití prostředků obecné navigace za letu	
Využití radionavigačních systémů za letu	
Principy prostorové navigace založené na výkonnosti	

Letecká frazeologie

Přednášky a cvičení - 4. semestr	
Obecné principy šíření VHF a přidělování kmitočtů	Definice
Důležité výrazy, meteorologické informace	Obecné provozní postupy
Předepsaná činnost při ztrátě spojení	Tísňové a pilnostní postupy

Letecká meteorologie

Přednášky a cvičení - 9. semestr	
Termodynamika atmosféry	Atmosféra
Horizontální proudění vzduchu (vítr)	Druhy oblačnosti
Vzduchové hmoty a atmosférické fronty	Atmosférické srážky
Nebezpečné meteorologické jevy pro letectví	Tlakové pole a útvary
Meteorologické informace	

Letecká technika a technologie

Přednášky a cvičení - 6. semestr	
Okna pilotní kabiny a kabiny cestujících	Trup
Ochrana proti námraze a dešti	Křídlo
Klimatizace a přetlakování	Stabilizační plochy
Pneumatický systém	Přistávací zařízení
Nouzové systémy	Řízení
Palivový systém	Hydraulika
Přednášky a cvičení - 7. semestr	
Základní režimy a úseky letu	Úvod do výkonnosti
Výkonnost jednomotorových letounů třídy výkonnosti B	Úvod do aerodynamiky
Výkonnost dvoumotorových letounů třídy výkonnosti B	Základní režimy letu
Výkonnost dvoumotorových letounů třídy výkonnosti A	Stabilita
Aerodynamika podzvukových rychlostí	Řiditelnost
Aerodynamika transsonických rychlostí	Provozní omezení
Aerodynamika nadzvukových rychlostí	
Všeobecné základy mechaniky letu	
Aerodynamika konstrukce letecké vrtule	
Přednášky a cvičení - 9. semestr	
Mazací systém, vzduchové chlazení, zapalování	Základní pojmy
Palivový systém, palivo, směs paliva a vzduchu	Vrtule – úvod, definice
Výkon motoru, zařízení pro zvyšování výkonu, ovládání motoru	Princip činnosti
Konstrukce turbínových motorů	Motorové systémy
Pomocné energetické jednotky	

Základy avioniky a výzbroje letadel

Přednášky a cvičení - 7. semestr	
Soustava napájení elektrickou energií	Elektrické systémy letadel
Letecké přístroje a výšková výstroj	Architektura avionických systémů
Systémy automatického řízení letu	Systémy letecké komunikace
Konstrukce leteckých řízených střel	Systémy letecké radionavigace
Systémy řízení výzbroje letadla	Letecké přehledové systémy
Systémy vlastní ochrany letadel	Letecká munice
Záchranné prostředky letadel	Stanoviště zbraní

Letecká angličtina

Přednášky a cvičení - 7. semestr	
Standardní a nestandardní situace v letectví	Letiště
Letecké incidenty – pozemní provoz, letecké pozemní služby	Porucha přístrojů
Konstrukce a popis letadla	Typy činností vzdušných sil
Nebezpečné situace v letectví	Letecká záchranná služba
Letecký zákon a postupy Řízení letového provozu	

Operační použití vzdušných sil

Přednášky a cvičení - 7. semestr	
Základ doktrín VzS, struktura VzS NATO a AČR	Proti povrchové operace
Typy činností vzdušných sil, operační prostředí VzS	Letecké operace VzS
Obranné a útočné protivzdušné operace VzS	Průzkumná činnost VzS
Vnější balistika leteckých kanónových střel	Vzdušná přeprava
Aerodynamické možnosti letounu při bojovém manévru	Pátrání a záchrana – mír, krize, válka
Sblížení stíhacího letounu s cílem v ASS a RSS	UAV v prostředí VzS
Manévr letounu při míření a střelbě na vzdušné cíle	Workshop taktické letectvo
Konstrukce a použití LŘS, NR a LK bojových letounů	Workshop vrtulníkové letectvo
Simulační model přepadu vzdušného cíle	Workshop dopravní letectví
Oblast možných ztečí stíhacího letounu při použití LK	Balistika leteckých pum
Účinnost ztečí LNS a leteckými kanóny na PC	
Simulační model přepadu vzdušného cíle v oper. hloubce	
Přednášky a cvičení - 9. semestr	
Rozdělení a analýza bojových možností letectva	Základní pojmy z BÚL
Stanovení konkrétních bojových možností letectva	Velení a řízení v době – mír, krize, válka
Účinnost ničení bodových cílů letectvem	Operační plánování u VzS
Účinnost ničení skupinových cílů letectvem	Dokumenty NATO
Výpočet účinnosti ničení BC a SC letectvem	Místa velení útvarů VzS
Dynamický model bojové činnosti letectva	Operační středisko letecké základny
Sestavení dynamického modelu bojové činnosti letectva	Operační středisko letky
Matematický model přepadu LŘU nad územím protivníka	Systém plánování misí
Řešení matematického modelu s využitím VD	Usnadňování formalit
Účinnost ničení pozemních a vzdušných cílů letectvem	Obrana a ochrana letiště
Výpočty účinnosti ničení PC a VC letectvem	Prvky obrany a ochrany letiště
Oblasti možných ztečí na pozemní cíle	Spisová služba, spisový řád
Oblasti možných ztečí na vzdušné cíle	Ochrana utajovaných skutečností
Velení a řízení ve vzdušných silách AČR	Druhy a tvary bojových sestav
Ochrana civilního letectví před protiprávními činy – letiště	Použití TL proti VC
Preventivní bezpečnostní opatření a postupy – letiště	Překonávání prostředků PVO
Příprava, organizace a provedení leteckých cvičení	PVO BO v obraně a útoku
Základní druhy kontrol dle NATO	PVO v dalších druzích BČ vojsk
Bojová a mobilizační pohotovost OS AČR	Protiraketová obrana
Použití vrtulníkového letectva v operacích	
Aero mobilní operace vrtulníkové jednotky	
Plnění taktických úkolů dopravním letectvem	
Základní charakteristiky vzdušného průzkumu	
Prostředky průzkumu a elektronického boje	
PVO proti nestandardním PVN	

Technologie letového provozu

Přednášky a cvičení - 7. semestr	
Mezinárodní právo: úmluvy, dohody a organizace	Letová způsobilost letadel
Značky státní příslušnosti a rejstříkové značky	Způsobilost leteckého personálu
Postupy pro letové navigační služby: provoz letadel (Doc 8168)	Pravidla létání
Letové provozní služby a řízení letového provozu	Letecká informační služba
Odborné zjišťování příčin leteckých nehod a incidentů	Letiště nebo heliporty
	Pátrání a záchrana
Přednášky a cvičení - 8. semestr	
Statistika nehod/ bezpečnost letu	Lidský faktor v letectví
Člověk a prostředí: smyslový systém	Základy letecké fyziologie
Přetížení a nevytížení člověka	Zdraví a hygiena
Automatizace pilotní kabiny	Lidské chyby a spolehlivost
Předcházení a náprava chyb	Rozhodování
	Osobnost
Přednášky a cvičení - 9. semestr	
Vojenský Letecký předpis L1-1	Letecký předpis L6
Odmrazování letounu, ochrana před námrazou	Nariadení EK č. 965/2012
Nebezpečí a předcházení střetu s ptáky, požár/kouř	Dekomprese přetlakové kabiny
Střih větru, microburst, turbulence v úplavu	Znečištěné dráhy
Monitorování letu a přeplánování za letu	Plán navigace
Radiové spojení a navigační prostředky	Plán paliva
Druhy letových plánů, vyplňování letového plánu ICAO	Příprava mapy
Podání letového plánu, uzavření letového plánu	Druhy navigace
Praxe plánování radiových prostředků	Jednoduché plány paliva
Volba tratí na cílové letiště a náhradní letiště	Hlavní úkoly plánování letu
Aspekty plánování letu pro proudové letouny	Nouzová a bezpečnostní přistání

Příloha č. 5: Srovnání letounů L-39 NG a L-39C

	L-39NG	L-39 C
Rozpětí	9,56 m	9,44 m
Délka	12,03 m	12,13 m
Výška	4,70 m	4,70 m
Max. životnost draku letounu	Více než 15 000 LH	3 000 – 4 500 LH
Max. čas do generální opravy draku	Bez omezení	1 000 LH
Typ motoru	FJ44-4M	Ivčenko AI-25
Životnost motoru	Bez omezení	4 000 LH
Max. čas do generální opravy motoru	Záleží na cyklech	1 000 LH
Max. tah	16,89 kN	16,87 kN
Akcelerace z klidu na max. výkon	5 sekund	10 sekund
Řízení motoru	2 x FADEC	Hydro-mechanické
Omezení max. výkonu	Bez omezení	20 minut
Počet závěsných bodů	2	5
Prázdná hmotnost	3 100 kg	3 460 kg
Max. vzletová hmotnost	6 300 kg	4 700 kg
Max. přistávací hmotnost	5 800 kg	4 600 kg
Užitečný náklad	1 200 kg	250 kg
Vnitřní nádrže	1 450 kg	1 050 kg
Vnější nádrže	570 kg	0 kg
Kapacita výcviku zbraňových systémů	Bez omezení	Omezená
Neřízené rakety	4 bloky	2 bloky
Bomby	125 kg – 370 kg	125 kg
Podvěs pro kanónovou výzbroj	Ano – dle přání	Ne
Podvěs pro průzkumný kontejner	Ano – dle přání	Ne
Přistávací rychlost s 200 kg paliva	174 km/h	181 km/h
Cestovní rychlost v optimální výšce	510 km/h	481 km/h
Max. rychlost (6 000 m.n.m.)	777 km/h	740 km/h
Stoupavost s 1 000 kg paliva	23 m/s	22 m/s
Dostup	11 580 m	9 810 m
Výdrž ve vzduchu	4 h 30 min	2 h 35 min
Přeletová vzdálenost (vnitřní nádrže)	2 590 km	1 300 km


Příloha č. 6: Potvrzení od CLV Pardubice

Ing Karmazin Antonín

CLV Pardubice

Potvrzuji tímto, že jsem poskytl slečně Janě Benkové informace do diplomové práce, které jsou v ní uvedené a souhlasím s jejich zveřejněním a správností. Také tímto potvrzuji, že jmenovaná se mnou absolvovala konzultace ohledně své práce.

Pardubice 30.7.2021

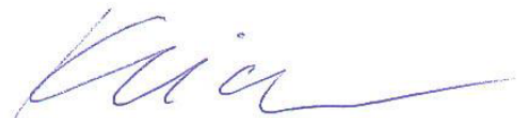


Ing Antonín Karmazin

Příloha č. 7: Potvrzení od společnosti VR Group, a. s.

Já, Ing. Martin Klicnar, Ph.D., tímto potvrzuji, že jsem poskytl slečně Janě Benkové informace do její bakalářské práce, které jsou v ní uvedené a souhlasím s jejich zveřejněním a správností. Zároveň jsem poskytl práva na použití obrázku z produkce společnosti VR Group, a.s.

Dále tímto potvrzuji, že jmenovaná se mnou absolvovala konzultace ohledně své práce a umožnil jsem jí let na leteckém simulátoru letounu L-39NG v prostorách společnosti VR Group, a.s.



Brno, 30.7.2021

Ing. Martin Klicnar, Ph.D.

Příloha č. 8: Potvrzení od společnosti OMNIPOL, a. s.

Tímto potvrzují, že jsem poskytl za společnost OMNIPOL a.s. a svou osobu slečně Janě Benkové informace do bakalářské práce, které jsou v ní uvedené a souhlasím s jejich zveřejněním a správností. Zároveň jsem poskytl práva na použití obrázku z produkce společnosti OMNIPOL a.s. Dále tímto potvrzují, že jmenovaná se mnou absolvovala konzultace ohledně své práce.

Praha 6.8.2021



genmjr. Ing. Bohuslav Dvořák

Příloha č. 9: Potvrzení od společnosti VRgineers

Já, Daniel Nevařil, tímto potvrzuji, že jsem poskytl za společnost VRgineers slečně Janě Benkové informace do bakalářské práce, které jsou v ní uvedené a souhlasím s jejich zveřejněním a správností. Zároveň jsem poskytl práva na použití obrázku z produkce společnosti VRgineers. Dále tímto potvrzuji, že jmenovaná se mnou absolvovala konzultace ohledně své práce.

Praha 2.8.2021

Daniel Nevařil

