ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ

STUDIE VYUŽITELNOSTI LETOUNU SM-92TE Praga Alfa

Victoria Zharkova

Diplomová práce

2018

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

K621..... **Ústav letecké dopravy**

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Victoria Zharkova

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – PL – Provoz a řízení letecké dopravy

Název tématu (česky): **Studie využitelnosti letounu SM-92TE Praga Alfa**

Název tématu (anglicky): Airplane SM-92TE Praga Alfa Applicability Study

Zásady pro vypracování

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

- Projekt transferu Type Certificate Data Sheets SM-92TE Praga Alfa
- Definice uživatelů a provozovatelů
- Konkurenční typy letadel
- Modifikace a zástavby pro SM-92TE Praga Alfa
- Kostrukční a systémové inovace

Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího diplomové práce

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: Nařízení Komise (EU) č. 748/2012
Nařízení Komise (EU) č. 1321/2014
Provozní a technická dokumentace SM-92

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Eva Endrizalová, Ph.D.**
Mgr. Iveta Kameníková

Datum zadání diplomové práce: **28. července 2017**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání diplomové práce: **30. listopadu 2018**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

L. S.

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

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

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

Bc. Victoria Zharkova
jméno a podpis studenta

V Praze dne 30. května 2018

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucí mé práce Ing. Evě Endrizalové za odborné vedení, konzultování a rady, které mi poskytovala. Dále bych chtěla poděkovat pracovníkům společností Orbis Avia za poskytnutí jedinečných studijních materiálů, za průběžné konzultace a praktické rady a všem ostatním, kteří přispěli k řešení této práce díky svým zkušenostem v rámci této oblasti.

Prohlášení

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

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

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

V Praze dne 30. listopadu 2018

.....

podpis

Abstrakt

Tato diplomová práce obsahuje provozní studii využitelnosti letadla SM-92 Praga Alfa. Jedná se o malé letadlo určené pro širokou škálu leteckých prací. Studie zahrnuje jeho využitelnost v provozu, analýzu konkurenčních typů letadel a možných provozovatelů, včetně popisů různých modifikaci tohoto letadla. Práce vychází z projektu ruské konstrukční firmy a českého výrobce. Cílem projektu je spustit výrobu letadla v České republice. Podmínkou transferu projektu mezi kontinenty je provedení procesu certifikace podle předpisů platných v EU. Práce obsahuje taky analýzu certifikačních požadavků s uvedením hlavních rozdílů mezi ruskými a evropskými předpisy.

Klíčová slova

Malé letadlo, letecké práce, provozní využitelnost, certifikace

Abstract

The diploma thesis contains an operational study of usability of SM-92 Praga Alfa aircraft. SM-92 is a small aircraft designed for a wide range of aerial works. The study includes aeroplane's operational usability, the analysis of competitive aircraft types and potential operators, including description of various modifications of the aircraft. The thesis is based on a project of a Russian design company and a Czech manufacturer. The aim of the project is to commence aircraft production in the Czech Republic. A condition for the transfer of the project between the continents is the implementation of the certification process according to the EU regulations. The paper also contains an analysis of certification requirements, with emphasis on the main differences between Russian and European regulations.

Keywords

Small aircraft, aerial work, operational usability, certification

Obsah

Úvod 9

1 Projekt transferu TCDS 11

1.1 Technická data letadla, základní letové a technické charakteristiky 12

1.2 Certifikace letadla 14

1.2.1 Rozdíly v požadavcích CS-23 a AP-23 25

2 Definice uživatelů a provozovatelů 29

2.1 Analýza provozovatelů leteckých prací 29

2.1.1 Aeroklub České republiky 29

2.1.2 Air Jihlava - service s.r.o 30

2.1.3 DSA a.s. 31

2.1.4 Letecký klub VINTAGE 33

2.1.5 PondusAir 34

2.1.6 AirSpecial 34

3 Konkurenční typy letadel 37

3.1 Charakteristiky konkurenčních typů letounů 37

3.1.1 Antonov AN-2 37

3.1.2 Cessna 208 Caravan 39

3.1.3 PAC750XL 41

3.1.4 Pilatus PC-6 43

3.1.5 Quest Kodiak 44

3.1.6 De Havilland DHC-2 Beaver 46

3.2 Porovnání provozních vlastností konkurenčních letadel 48

3.3 Analýza letounu zapsaných do leteckého rejstříku ČR 49

4 Modifikace a zástavby pro SM-92TE 51

4.1 Předpisový postup 51
4.2 Požadavky na umístění přístrojů 53
4.3 Přehled možných přístrojových desek 57
4.3.1 Garmin G1000 57
4.3.2 Garmin G3000 58
4.3.3 Avidyne Entegra R9 59
4.3.4 SmartDeck 60
4.4 Možná řešení instalace pro letoun SM-92TE 60
5 Konstrukční a systémové inovace 63
5.1 Ližinový podvozek a kombinace kolového a ližinového podvozku 64
5.2 Kombinace kolového a ližinového podvozku letounu SM-92TE 65
5.3 Plováky a obojživelný podvozek 66
5.4 Sanitní verze letadla 70
5.5 Výsadková verze 72
5.6 Závěsný kontejner pod trup 73
5.7 Hlídková verze 75
5.8 Zemědělská verze 76
5.9 Vlečení sportovních kluzáků 77
5.10 Hlídková verze pro ochranu lesních porostů 79
Závěr 82
Seznam použité literatury 84

Seznam použitých zkratek

ADC – Air Data Computer

AHRS – Attitude Heading Reference Systém, referenční systém polohy a směru

AMC – Acceptable Means of Compliance

AP – Авиационные правила, Letecká pravidla

CS – Certification Specifications, Certifikační specifikace

ČSN – Česká technická norma

EASA – European Aviation Safety Agency, Evropská agentura pro bezpečnost letectví

ESP – Electronic Stability and Protection, Elektronicky řízená stabilita a ochrana

EU – Evropská unie

FAA – Federal Aviation Fegulation, Federální letecký úřad

FAI – Fédération Aéronautique Internationale, Mezinárodní letecká federace

FAR – Federal Aviation Regulations

FATA – Федеральное агенство воздушного транспорта, Federální agenturu pro leteckou dopravu

FMS – Flight Management Systém, systém plánování a optimalizace letu

GOST – Межгосударственный стандарт, státní standard

IAC – Interstate Aviation Committee, Mezinárodní letecký výbor

IAU – Integrated Avionics Unit

ICAO – International Civil Aviation Organization, Mezinárodní organizace pro civilní letectví

ISO – International Organization for Standardization, Mezinárodní organizace pro normalizaci

LCD – Liquid Crystal Display, displej s tekutými krystaly

LRU – Line Replaceable Unit, vyměnitelná jednotka

LZS – Letecká záchranná služba

MFD – Multi-function display, multifunkční displej

MoC – Means of Compliance (MC)

OST – Отраслевой стандарт, průmyslový standard

PFD – Primary Flight Display, primární letový displej

SCF – Scientific Commercial Firm, vědecká obchodní firmaISO – International Organization for Standardization

SD karta – Secure Digital card Paměťová karta

SSSR – Sovětský svaz

STOL – Short take off and landing, krátký vzlet a přistání

TCDS – Type Certificate Data Sheets

USA – United States of America, Spojené státy americké

ÚCL – Úřad pro civilní letectví

VPD – Vzletová a přistávací dráha

Úvod

Letecká doprava má v České republice dlouholetou historii a tradici. Letectví se zde vyvíjelo současně se světovým vývojem a pokrokem v oblasti letecké vědy, techniky a technologie. Pevné zázemí s tradicí zde mají zejména výrobci letadel. Kromě výrobních podniků zde působí celá řada dalších subjektů přímo v letectví a subjektů nepřímo navázaných na leteckých průmysl. Na výrobce letadel navazují výrobci letadlových částí a komponentů do letadel a subjekty zaměřené na výzkum a vývoj. ČR s desetimilionovou populací má přes 30 továren na letadla, které vyrábí a exportují kolem 60 šedesát typů letounů[1]. Jedná se o menší stroje s nižší vzletovou hmotností, které nejsou určené pro tzv. velkou leteckou dopravu, ale mají vysoké uplatnění pro řadu leteckých činností spadajících pod pojem letecké práce a jsou využívané ke sportovnímu létání, které se v České republice těší velké oblibě. Dle seznamu chválených provozovatelů leteckých prací přístupném na webu Úřadu civilního letectví (ÚCL) je jejich celkový počet k 03.07.2018 396, z nich pouze 12 je registrovaných pod skupinu leteckých činností vykonávaných pro vlastní potřebu bezpilotními letadly.

Celkově, hodnoty výkonů letišť a počty registrovaných letadel v leteckých rejstřících v krajině mají rostoucí trend. To kopíruje nárůst objemu letecké dopravy v celosvětovém měřítku. Jak oblast obchodní letecké dopravy, včetně nepravidelných letů, tak oblast všeobecného letectví je na vzestupu. K příkladu, Čínská asociace pro vědu odhaduje poptávku po letadlech určených k provozu ve všeobecném letectví v nejbližších letech na 10 000 kusů[2]. Souvisejícím faktorem je to, že část provozovaných strojů je na hranici své technické životnosti. Tyto fakta potvrzují potenciál výroby letadel využitelných ve všeobecném letectví.

Tato diplomová práce je součástí reálného projektu převzetí malého letadla, kterého konstrukce vychází z ruského letounu Finist – ruského výrobce letadel SFS Technoavia do výroby českého výrobce letadel ORBIS AVIA. Letadlo nese název

[1] iDNES.cz/ekonomika: Česko je leteckou velmocí, 23. června 2016.
[2] Yongming Zhu a kol.: Analysis on Current Development Situations, the Key Issues and Countermeasures of China's General Aviation Industry, Procedia Engineering 174 (2017) 871 – 877, 2016.

SM-92TE Praga Alfa. Cílem projektu je zahájení sériové výroby letounu v ČR. V blízké době bude podaná žádost o typovou certifikaci u agentury EASA.

„SM-92TE Praga Alfa vychází z ruského letounu Finist, konstruovaného pro provoz v tamějších drsných podmínkách. Odolné konstrukce si před léty všimla česká společnost ORBIS AVIA, která v typu spatřuje velký potenciál, protože tato kategorie letadel ve světě stárne a v brzké době bude nutné stávající letový park obnovit. Ovšem kvalitní a provozně nenáročná náhrada současných typů zatím na světovém trhu není.“ (Orbis Avia)

Cíle DP:

- Analýza transferu typové certifikace do evropských pravidel. Analýza je stavebním kamenem projektu a byla prvním zásadním krokem řešení DP – kapitola 1. Hlavním výstupem této kapitoly je rozsáhla tabulka porovnání certifikačních požadavků dle ruských pravidel AP-23 ve srovnání s pravidly EASA CS-23.
- Studie využitelnosti letadla z hlediska provozního. Studie je obsahem kapitoly 2 a 3 vycházející z těchto bodů zadání práce – definice provozovatelů a konkurenční typy letadel. Důležitou součásti studie je také část 4 a 5 zabývající se možnostmi modifikace a inovace letounu, protože to velmi úzce souvisí s využitelnosti letadla v praxi.

Ekonomická studie nebyla cílem DP. Samotná ekonomická analýza by vyžadovala provedení objemu činností rozsahem naplňující samostatnou diplomovou práci. Společnost ORBIS AVIA již provedla analýzu trhu a ověřila si, že existuje mezera na trhu malých letadel určených k provozu ve všeobecném letectví, a to jak na evropském, tak světovém trhu.

1 Projekt transferu TCDS

Historie vývoje původního letadla SM-92TE Praga Alfa sahá do doby po rozpadu Sovětského svazu, kdy vznikla konstrukční kancelář SCF Technoavia (Rusko, Moskva, 1991). Ta začala v červenci 1992 pracovat na novém letounu, který byl původně zamýšlen jako náhrada letitých Antonovů An-2. Základními požadavky na plánované letadlo byla jednoduchá a technologicky nenáročná konstrukce, nízké provozní náklady a schopnost operovat i z nezpevněných ploch. Stavba dvou prvních prototypů byla zahájena na počátku roku 1993 a první vzlet se uskutečnil 28. prosince 1993. Ve své době byl letoun SM-92 považován za perspektivní letoun. Postupem času se ale ukázalo, že použité hvězdicové motory M-14P (265 kW) jsou příliš slabé. SCF Technoavia se rozhodla svůj projekt inovovat a výrobní práva postoupit jinému výrobci, který by byl schopen zahájit výrobu již inovovaného letadla.

Společnost ORBIS AVIA zahájila spolupráci s firmou SCF Technoavia již v roce 2000, v roce 2007 pak uzavřela s Technoavia rámcovou smlouvu. Na základě požadavku ORBIS AVIA byla realizovaná výměna motoru u letounu SM-92. Původní pístový motor byl vyměněn za turbovrtulový tak, aby bylo u inovovaného letounu dosaženo požadovaných vlastností, zejména zvýšení výkonnosti letounu. Po navržení nezbytných konstrukčních změn bylo možno osadit letoun novým turbovrtulovým motorem M601E a vrtulí V503E. Následně byl vyroben tzv. nositel typového návrhu – prototyp SM-92TE, ke kterému získala v roce 2008 Technoavia typový certifikát a který nese nové typové označení TE (Turbo Europe). V této variantě je letoun určen pro typovou certifikaci u Evropské agentury pro civilní letectví (EASA) i amerického úřadu FAA.

Vývoj inovovaného letounu v rámci předkládaného projektu byl proveden na základě spolupráce společnosti ORBIS AVIA a konstrukční kanceláře SFC Technoavia. Spolupráce na vývoji letadla je deklarována v Rámcové smlouvě o spolupráci z roku 2007.

Předmětem Rámcové smlouvy je spolupráce smluvních stran na vývoji letounu SM-92TE, spočívající v provedení nezbytných konstrukčních změn a inovací

a spolupráce při certifikaci letounu SM-92TE a následných validacích, vedoucích k zahájení sériové výroby letounu SM-92TE a jeho modifikací v České Republice ve společnosti ORBIS AVIA. Samotnému projektu předcházela důkladná analýza trhu v segmentu pracovních letadel této kategorie ve světě a následně byla započata příprava výroby a certifikací letounu.

1.1 Technická data letadla, základní letové a technické charakteristiky

Letoun Praga Alfa dokáže operovat z jakékoliv plochy s dostačující nosností podloží a nevyžaduje hangárování. Jako dopravní letadlo může SM-92TE provozovat lety z jakéhokoli regionálního centra a propojovat letiště, které mají alespoň nezpevněné dráhy a které se nacházejí ve vzdálenosti 100 kilometrů až 1 000 kilometrů od sebe. Dále je možné během jednoho dne s minimálním přestavením uvnitř letadla přepravit cestující, náklad, provádět hlídky, sanitní lety a další práce.

Letoun SM-92TE je navržen jako jednoplošník s výškovým uspořádáním křídla (hornoplošník) a je vybaven pevným podvozkem se zadním (ostruhovým) kolem a s pneumatikou velkého průměru. Letadlo má jednoduchou konstrukci, vyrobenou z levných hliníkových slitin, nepřetlakovou kabinu s velkými posuvnými dveřmi. Letadlo je vybaveno turbovrtulovým motorem M-601F, který je vyráběn v České republice, s třílistou vrtulí typu AV-803. Motor ze základní konfigurace je možno nahradit buď GE H80 nebo P&WC PT-6 s novou dvojčinnou vrtulí Avia Propeller AV-803 (Tractor type) s reverzním režimem o průměru 2,7 metru.

Letadlo využívá moderní navigační vybavení, Glass cockpit, může být vybaveno systémem ochrany proti námraze, kyslíkovým systémem, meteoradarem atd.

SM-92TE je navrženo tak, aby bylo jednoduše řiditelné a v případě pilotní chyby nenastaly fatální následky. Jednomotorové letadlo umožňuje letět v běžných a zvláštních podmínkách v širokém rozsahu provozního použití. Jako víceúčelové letadlo lze SM-92TE používat ve všech klimatických zónách světa bez denních a nočních letových přestávek nad rovinatou a horskou krajinou. Spuštění a testování motoru je povoleno bez ohledu na vítr a přistání a vzlet se provádějí za následujících podmínek [1]:

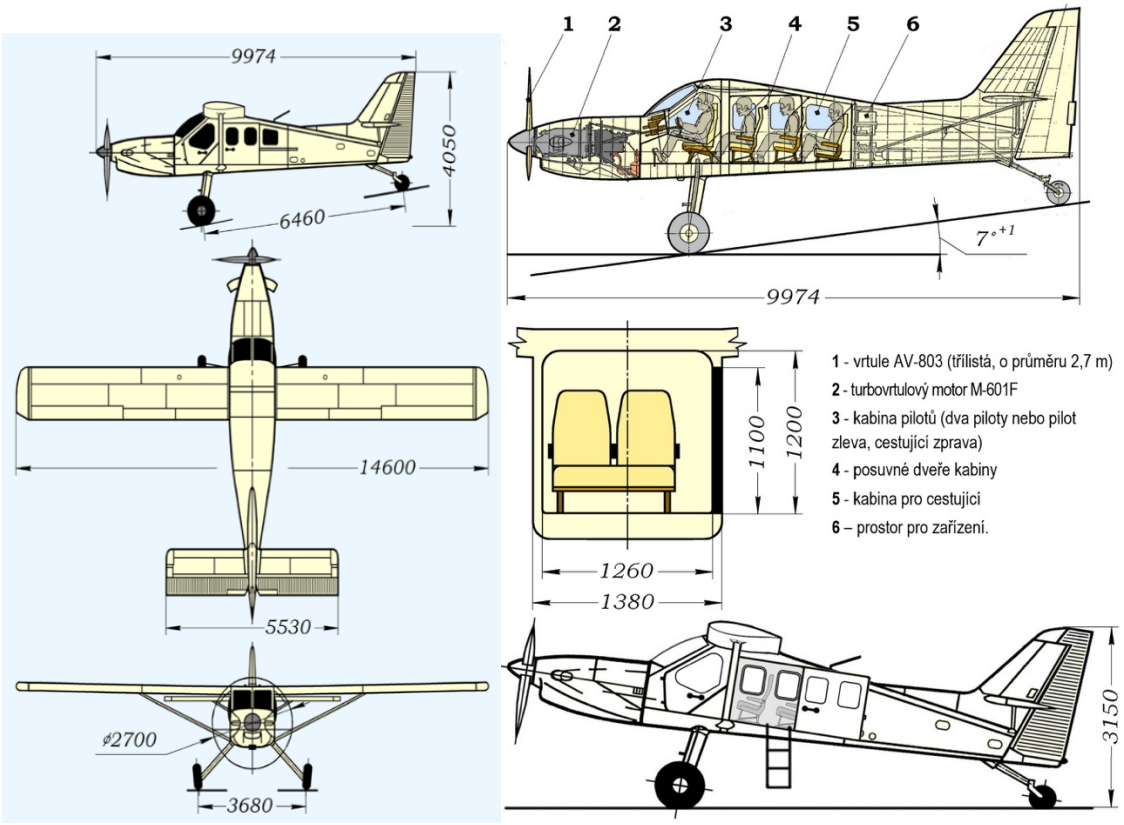
- výška letiště do 2000 m nad hladinou moře, zpevněná a nezpevněná letiště,
- výška letu do 6000 metrů (se systémem dodávky kyslíku posádce a cestujícím), do 4200 metrů bez vybavení kyslíkem,
- trvání hlídkových letů – méně než 9 hodin,
- nepřipravené nezpevněné plochy pro vzlet a přistání,
- namontování lyží místo kol podvozku v zimním období,
- plováky (řeky, jezera),
- obojživelný podvozek (řeky, jezera a nezpevněná letiště),
- maximální složky rychlosti větru:

při pojíždění:		při vzletu a přistání:	
se zataženými klapkami	18 m/s	protivítr	18 m/s
s vysunutými klapkami	10 m/s	boční	10m/s
		zezadu	5 m/s

Na obrázku 1 je zobrazení letounu s některými základními parametry konfigurace. Parametry základní konfigurace letadla [1]:

Délka, m	9,974
Výška na zemi, m	3,15
Výška za letu, m	4,182
Rozpětí, m	14,96
Kategorie v souladu s FAR-23 (AP-23)	normální
Maximální vzletová a přistávací hmotnost, kg	3 000
Maximální užitečné zatížení, kg	1 000
Maximální zásoba paliva, l/kg	1 220/976
Maximální cestovní rychlost ve výšce 3000 metrů, km/h	315
Počet sedadel včetně sedadla pilotu	7
Rychlost stoupání u hladiny moře, m/s	8,3
Pádová rychlost (při maximální vzletové hmotnosti a přistávací konfiguraci), km/h	108
Spotřeba paliva ve výšce 3000 m při rychlosti 220-230 km/h, kg/km	0,43
Dolet ve výšce 3000 m	1 600

při rychlosti 220-230 km/h, km	
Dolet ve výšce 3000 m při rychlosti 315 km/h, km	1 100
Maximální dolet ve výšce 6000 m, km	2 100
Maximální délka letu (výdrž), hod	7,5
Dostup, m	8 000
Maximální nadmořská výška letiště, m	2 000
Délka přistání na nezpevněné ploše za normálních podmínek, m	350
Potřebná délka nezpevněné VPD při maximální vzletové hmotnosti, m	500



Obrázek 1 - Lehké víceúčelové letadlo SM-92TE Praga Alfa

Zdroj: Letadlo SM–92TE, Technický popis, SCF Technoavia, Moskva, 2015

1.2 Certifikace letadla

Letoun SM-92TE Praga Alfa byl navržen v souladu s požadavky AP-23 s přihlédnutím k normám CS-23. Při tom je zajištěno, že letadlo, jeho systémy, motor, vybavení, náhradní díly, zařízení pro pozemní obsluhování a údržbu letadla,

jakož i provozní a technické dokumentace, jsou v souladu s normami ISO, GOST, OST a ostatními mezirezortními a meziodvětvovými normami, které platí v Ruské federaci. Následné postupy pro schvalování a certifikace letadlové techniky jsou založeny na obdobných principech.

Do roku 2015 byla v Ruské federaci za certifikaci letadel, motorů, vrtulí a letišť zodpovědná organizace IAC (Interstate Aviation Committee), ale od 28.11.2015 byla vládním nařízením tato pravomoc rozdělena mezi Ministerstvo dopravy Ruské federace, Ministerstvo průmyslu a obchodu Ruské federace a Federální agenturu pro leteckou dopravu (FATA). Tento systém nyní odpovídá požadavkům ICAO a umožnil Ruské federaci vzájemnou harmonizaci v procesu certifikace s jinými členy ICAO. [2]

Mezi EASA a FATA byla uzavřena smlouva, která je platná od 29.1.2018, díky které bylo možné pokračovat ve spolupráci EASA a Ruské federace včetně uznání technických dokumentů a získaní certifikátů.

Dle ruské legislativy žadatel podá žádost FATA o vydání typového osvědčení pro daný typ letecké techniky. Typové osvědčení potvrzuje, že typový návrh vyvinutý žadatelem, na jehož základě budou letadlové jednotky vyráběny a provozovány, splňuje míru bezpečnosti danou ICAO v očekávaných provozních podmínkách, která odpovídá normám pro letovou způsobilost platným v době podání žádosti. Získat oprávnění pro vydání typového certifikátu může pouze organizace provádějící návrh letecké techniky (projektant), tj. organizace, která potvrdila, že splňuje požadavky stanovené státem. Ve skutečnosti je certifikace projektanta prvním krokem pro typovou certifikaci letadla, což potvrzuje, že organizace je schopna vyvinout bezpečnou konstrukci, neboť její vnitřní struktura, postupy a personál splňují předepsané požadavky.

Po obdržení žádosti o schválení organizace jako projektanta (stejně jako výrobce) letecké techniky organizace FATA zkontroluje existenci všech požadovaných dokumentů a předá je do Leteckého rejstříku Ruské federace (Aviaregistr Rossii) k předběžnému ověření předložených dokumentů. Letecký rejstřík Ruské federace tuto dokumentaci přezkoumá a předkládá FATA posudek o tom, zda organizace splňuje nebo nesplňuje dané požadavky. Pokud předkládaná dokumentace splňuje

tyto požadavky, FATA svým nařízením stanovuje komisi ze zástupců FATA, Leteckého rejstříku Ruské federace a certifikovaných center pro provedení auditu.

Po získání (nebo v procesu získání) schválení organizace – projektant letecké techniky požádá o získání typového osvědčení. FATA jej přezkoumá, vypracuje rozhodnutí o provádění certifikačních prací, obešle žadatele a zašle Leteckému rejstříku Ruské federaci rozhodnutí o zahájení certifikačního procesu. Žadatel a Letecký rejstřík Ruské federaci uzavřou za pomoci jmenovaných certifikovaných center dohodu o provedení práce na certifikaci typu letecké techniky vyvinuté žadatelem a pokračují v provádění certifikačních prací podle dohodnutého harmonogramu. [35]

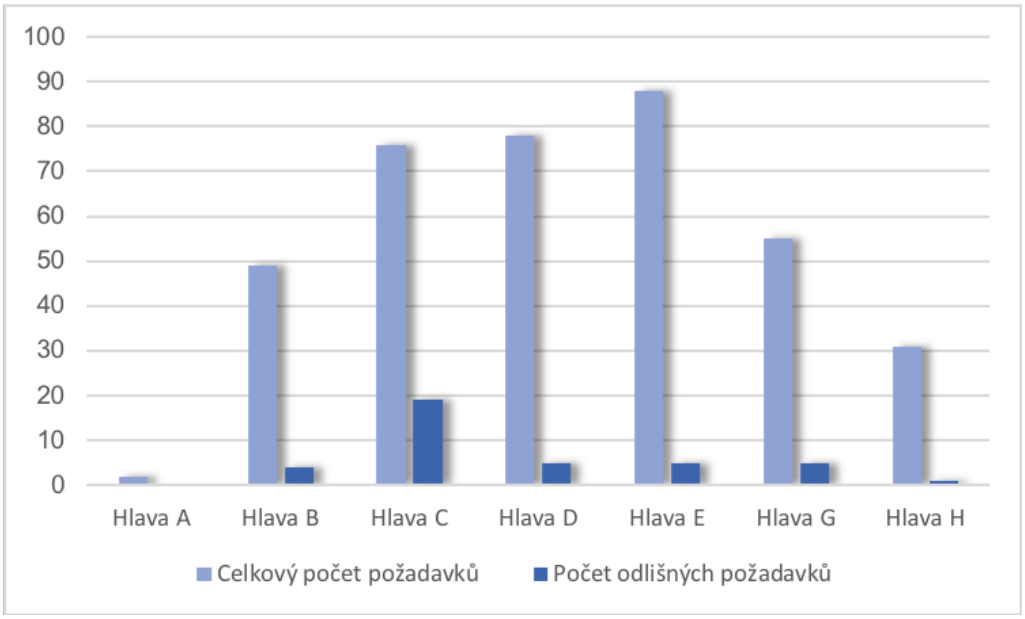
Všechny certifikační zkoušky jsou prováděny pod dohledem oprávněných zástupců Federální agentury pro leteckou dopravu, Leteckého rejstříku Ruské federace, nezávislé inspekce a certifikovaných center.

Výsledky certifikačních testů žadatel odsouhlasí s certifikačními centry a předkládá je Leteckému rejstříku Ruské federace. Po schválení těchto dokumentů letecký rejstřík zasílá FATA žádost o vydání typového osvědčení. [35]

Postupy získaní registrace typového osvědčení pro letadla jsou popsány v interních dokumentech FATA, ale postupy pro podání žádosti a interakci projektanta s FATA při validaci nejsou stanoveny.

To znamená, že projektant v případě potřeby není schopen aplikovat přímo postup popisující tento proces. Je nutné obrátit se na FATA, kde se dále zpracuje vhodný postup pro žadatele. V každém případě tento postup je individuální, což znamená, že žadatel neví, jaké dodatečné požadavky budou nezbytné pro validaci.

Z diagram na obrázku 2 je vidět, že rozdíl mezi CS-23 a AP-23 není velký, většina z rozdílů je v kapitole C KONSTRUKCE, která byla vybraná pro provedení porovnání certifikačních požadavků. V podstatě, tyto rozdíly existují kvůli historickým odlišnostem v přístupech prohlášení shody. Dokladují stejné skutečnosti, ale s použitím různých výpočtů. Ve většině případů smluvní strany přijímají fakt prohlášení shody a neberou v úvahu rozdíly v metodách analýzy. [3]



Obrázek 2 - rozdíly celkového počtu požadavků k počtu odlišných

Zdroj: autor na základě uvedených předpisů

V tabulce 1 níže bylo provedeno porovnání certifikačních požadavků pro konstrukce (Subpart C –Structure, Раздел С – Прочность) podle standardů AP-23 Změna 4 [4] ve vztahu k standardům EASA CS-23 Amendment 3 [5] tak, aby byly zřejmé rozdíly mezi jednotlivými standardy a aby bylo zjevné, v jakých oblastech bude nutno provést dodatečný průkaz k získání typového certifikátu dle standardů EU a zapsání letadla do seznamu vydaných typových certifikátů (TCDS).

Tabulka 1 - Porovnání certifikačních požadavků pro konstrukce

CS-23	**Komentář**	**АП-23**
GENERAL		**ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**
CS 23.301 Loads	(a), (b), (c) - MC (0)	23.301 Нагрузки
CS 23.302 Canard or tandem wing configurations	(a), (b) - MC (0)	23.302 Нетрадиционные схемы самолета: с тандемным расположением крыльев или типа “утка”
CS 23.303 Factor of safety	MC (0)	23.303 Коэффициент безопасности
CS 23.305 Strength and deformation	(a), (b) - MC (0)	23.305 Прочность и деформация
CS 23.307 Proof of structure	(a), (b) - MC (0)	23.307 Доказательства прочности

FLIGHT LOADS		**ПОЛЕТНЫЕ НАГРУЗКИ**
CS 23.321 General	(a), (b), (c) - MC (0)	23.321 Общие положения
CS 23.331 Symmetrical flight conditions	(a), (b), (c) - MC (0)	23.331 Условия симметричного полета
CS 23.333 Flight envelope	(a), (b), (c), (d) - MC (0)	23.333 Границы допустимых скоростей и перегрузок
CS 23.335 Design airspeeds	(a), (b), (c), (d) - MC (0, 1, 2)	23.335 Расчетные воздушные скорости
CS 23.337 Limit manoeuvring load factors	(a), (b), (c), (d) - MC (0, 1, 2)	23.337 Эксплуатационные маневренные перегрузки
CS a AP máji různé Návrhové cestovní rychlosti, ale tohle se liší jenom kvůli různým fyzikálním jednotkám		
CS 23.341 Gust load factors	(a), (b), (c) - MC (0, 1, 2)	23.341 Перегрузки при полете в неспокойном воздухе
CS 23.343 Design fuel loads	(a), (b), (c) - MC (0, 1, 2)	23.343 Расчетные нагрузки от топлива
CS 23.345 High lift devices	(a), (b), (c), (d) - MC (0, 1, 2)	23.345 Устройства для увеличения подъемной силы
CS 23.347 Unsymmetrical flight conditions	(a), (b) - MC (0, 1, 2)	23.347 Условия несимметричного полета
CS 23.349 Rolling conditions	(a), (b) - MC (0, 1, 2)	23.349 Случай крена
CS 23.351 Yawing conditions	MC (0)	23.351 Случай скольжения
CS 23.361 Engine torque	(a), (b), (c) - MC (0, 1, 2)	23.361 Крутящий момент двигателя
CS 23.363 Sideload on engine mount	(a), (b) - MC (0, 1, 2)	23.363 Боковая нагрузка на установку двигателя
	AP dodává postup pro počítání bočního zatížení motorového lože pro případ rozmístění motorů na křídlech	
CS 23.365 Pressurised cabin loads	(a), (b), (c), (d), (e) - MC (0,1)	23.365 Нагружение герметических кабин
CS 23.367 Unsymmetrical loads due to engine failure	(a), (b) - MC (0, 1, 2)	23.367 Несимметричные нагрузки при отказе двигателя

CS 23.369 Rear lift truss (a), (b) - MC (0, 1, 2)	23.369 není představen v AP	-
CS 23.371 Gyroscopic and aerodynamic loads	(a), (b) - MC (0, 1, 2)	23.371 Гироскопические и аэродинамические нагрузки
	AP dodává postup pro počítání zatížení v případě letounů cvičné kategorie certifikovaných pro vývrtky	
CS 23.373 Speed control devices	(a), (b) - MC (0)	23.373 Устройства для управления скоростью полета
CONTROL SURFACE AND SYSTEM LOADS		**НАГРУЗКИ НА ПОВЕРХНОСТИ И СИСТЕМУ УПРАВЛЕНИЯ**
CS 23.391 Control surface loads	MC (0)	23.391 Нагрузки на поверхности управления
CS 23.393 Loads parallel to hinge line	MC (0)	23.393 Нагрузки, параллельные оси шарниров
CS 23.395 Control system loads	(a), (b), (c) - MC (0, 1, 2)	23.395 Нагрузки на систему управления
CS 23.397 Limit control forces and torques	(a), (b) - MC (0, 1, 2)	23.397 Эксплуатационные усилия и моменты управления
CS 23.399 Dual control system	(a), (b) - MC (0, 1, 2)	23.399 Двойное управление
-	23.401 není představen v CS	23.401 Одновременное действие элеронами и рулями (стабилизатором) (a), (b) - MC (0, 4)
CS 23.405 Secondary control system	MC (0)	23.405 Вспомогательная система управления
CS 23.407 Trim tab effects	MC (0)	23.407 Влияние нагрузки от триммеров
CS 23.409 Tabs	MC (0)	23.409 Триммеры
CS 23.415 Ground gust conditions	(a), (b), (c) - MC (0, 1, 2)	23.415 Случаи порыва ветра на земле
	AP dodává požadavky na dynamický efekt větru	

HORIZONTAL TAIL SURFACES		**ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ СТАБИЛИЗИРУЮЩИЕ И БАЛАНСИРОВОЧНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ**
CS 23.421 Balancing loads	(a), (b) - MC (0)	23.421 Балансировочные нагрузки
CS 23.423 Manoeuvring loads	(a), (b) - MC (0)	23.423 Маневренные нагрузки
	AP dodává požadavky pro zatížení při obratech letadel akrobatické kategorie	
CS 23.425 Gust loads	(a), (b), (c), (d) - MC (0, 1, 2)	23.425 Нагрузки от порывов
CS 23.427 Unsymmetrical loads	(a), (b) - MC (0, 1, 2)	23.427 Несимметричные нагрузки
	AP dodává požadavky pro zatížení vodorovných ploch	
VERTICAL SURFACES		**ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ**
CS 23.441 Manoeuvring loads	(a), (b) - MC (0, 1, 2)	23.441 Маневренные нагрузки
CS dodává požadavky pro zatížení svislých ploch při obratech		
CS 23.443 Gust loads	(a), (b) - MC (0, 1, 2)	23.443 Нагрузки от порывов
CS dodává požadavky pro zatížení svislých ploch při poryvech		
CS 23.445 Outboard fins or winglets	(a), (b) - MC (0, 1, 2)	23.445 Разнесенные вертикальные поверхности или законцовки крыла
AILERONS AND SPECIAL DEVICES		**ЭЛЕРОНЫ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА**
CS 23.455 Ailerons	MC (0)	23.455 Элероны
CS 23.459 Special devices	MC (0, 4)	23.459. Специальные устройства

GROUND LOADS		**НАЗЕМНЫЕ НАГРУЗКИ**
CS 23.471 General	MC (0)	23.471. Общие положения
CS 23.473 Ground load conditions and assumptions	(a), (b), (c), (d), (e), (f), (g) - MC (0)	23.473. Условия нагружения на земле и основные предположения
CS 23.477 Landing gear arrangement	MC (0)	23.477. Схемы шасси
CS 23.479 Level landing conditions	(a), (b) - MC (0, 1)	23.479. Условия горизонтальной посадки
CS 23.481 Tail down landing conditions	(a), (b) - MC (0)	23.481. Условия посадки с опущенным хвостом
CS 23.483 One-wheel landing conditions	MC (0)	23.483. Условия посадки на одно колесо
CS 23.485 Sideload conditions	(a), (b), (c), (d) - MC (0, 1)	23.485. Условия действия боковой нагрузки
-	23.487 není představen v CS	23.487 Обратный удар при посадке (a), (b) - MC (0, 2, 4)
-	23.491 není představen v CS	23.491 Разбег при взлете MC (0)
CS 23.493 Braked roll conditions	(a), (b), (c) - MC (0, 2, 4)	23.493 Условия качения с торможением
-	23.495 není představen v CS	23.495 Разворот MC (0)
CS 23.497 Supplementary conditions for tail wheels	(a), (b), (c) - MC (0, 1)	23.497 Дополнительные условия нагружения для хвостовых колес
CS 23.499 Supplementary conditions for nose wheels	(a), (b), (c), (d), (e) - MC (0, 1, 2)	23.499 Дополнительные условия нагружения для носовых колес
	AP dodává dodatečný požadavky pro zatížení příďových kol	
CS 23.505 Supplementary conditions for ski-planes MC (0)	23.505 není představen v AP	-
CS 23.507 Jacking loads	(a), (b), (c) - MC (0)	23.507 Нагрузки при поднятии стропами и на домкратах

CS 23.509 Towing loads	(a), (b), (c) - MC (0)	23.509 Нагрузки при буксировке
	AP dodává dodatečný požadavky pro zatížení při vlečení	
CS 23.511 Ground load; unsymmetrical loads on multiple-wheel units	(a), (b) - MC (0, 1)	23.511 Нагрузки на земле. Несимметричные нагрузки на многоколесное шасси
	AP dodává dodatečný požadavky pro pozemní zatížení	
-	23.515 není představen v CS	23.515 Шимми MC (0, 4, 6)
WATER LOADS		**НАГРУЗКИ НА ВОДЕ**
CS 23.521 Water load conditions	(a), (b) - MC (0, 1)	23.521 Условия нагружения на воде
CS 23.523 Design weights and center of gravity positions	(a), (b) - MC (0)	23.523 Расчетные веса и положения центра тяжести
CS 23.525 Application of loads	(a), (b), (c), (d) - MC (0)	23.525 Приложение нагрузок
CS 23.527 Hull and main float load factors	(a), (b), (c) - MC (0, 2)	23.527 Перегрузки для лодки или основного поплавка
CS 23.529 Hull and main float landing conditions	(a), (b), (c) - MC (0, 2)	23.529 Условия посадки для лодки и основного поплавка
CS 23.531 Hull and main float take-off condition	(a), (b) - MC (0, 2)	23.531 Нагружение крыла при взлете
CS 23.533 Hull and main float bottom pressures	(a), (b), (c) - MC (0, 2)	23.531 Давление на днище лодки и основного поплавка
CS 23.535 Auxiliary float loads	(a), (b), (c), (d), (e), (f), (g) - MC (0, 2)	23.535. Нагрузки на вспомогательные поплавки
CS 23.537 Seawing loads	MC (0)	23.537. Нагрузки на крыло и жабры от погружения в воду
EMERGENCY LANDING CONDITIONS		**СЛУЧАИ АВАРИЙНОЙ ПОСАДКИ**
CS 23.561 General	(a), (b), (c), (d), (e) - MC (0)	23.561. Общие положения

CS 23.562 Emergency landing dynamic conditions	(a), (b), (c), (d), (e) - MC (0, 1, 2)	23.562. Динамические условия аварийной посадки
CS vyžaduje provádění zkoušek, co není nutný podle AP		
FATIGUE EVALUATION		**АНАЛИЗ УСТАЛОСТИ**
CS 23.571 Metallic pressurized cabin structures	(a), (b), (c) - MC (0, 2, 3)	23.571. Металлическая конструкция герметических кабин
CS 23.572 Metallic wing, empennage and associated structures	MC (0, 2, 3)	23.572. Металлическая конструкция планера
CS 23.573 Damage tolerance and fatigue evaluation of structure	(a), (b) - MC (0, 2, 3)	23.573. Допустимость повреждения и анализ усталости конструкции
CS 23.574 Metallic damage tolerance and fatigue evaluation of commuter category airplanes	(a), (b) - MC (0, 2, 3)	23.574. Допустимость повреждения и анализ усталости металлических конструкций самолетов переходной категории
CS 23.575 Inspections and other procedures	(a), (b) - MC (0, 2, 3)	23.575. Анализ переменных нагрузок и порядок поддержания летной годности

Zdroj: autor na základě uvedených předpisů a dissertační práce Bulgakova N.(2015)

Modrou barvou jsou vyznačeny rozdíly v požadavcích mezi CS-23 a AP-23.

V centrálním sloupci tabulky 1 je popsaná informace o MC (Means of Compliance), která ukazuje, jakým způsobem projekční organizace prokazuje splnění stanovených požadavků. Hodnoty a označení MC jsou uvedeny níže v tabulce 2:

Tabulka 2 - Means of compliance codes

Type of Compliance	Means of Compliance	Associated Compliance Documents
Engineering evaluation	MC0 : - Compliance statement - Reference to Type Design documents - Election of methods, factors .... – Definitions	-Type Design documents - Recorded statements
	MC1: Design review	- Descriptions - Drawings
	MC2: Calculation/Analysis	- Substantiation reports
	MC3: Safety assessment	- Safety analysis
Tests	MC4: Laboratory tests	- Test programmes - Test reports - Test interpretations
	MC5: Ground tests on related product	
	MC6: Flight tests	
	MC8: Simulation Inspection	
Inspection	MC7: Design inspection/ audit	- Inspection or audit reports
Equipment qualification	MC9: Equipment qualification	Note: Equipment qualification is a process which may include all previous means of compliance

Zdroj: EASA, AMC 21.A.20(b) - Means of compliance codes

Pro příklad náročnosti typové certifikace dle standardů EU a rozdílů mezi certifikačními požadavky Ruské federace jsou dále uvedeny vybrané body, u nichž byly zjištěny rozdíly v certifikačních požadavcích.

1.2.1 Rozdíly v požadavcích CS-23 a AP-23

Dodatečné požadavky AP-23

V AP-23 jsou doplněny obecné požadavky na letovou způsobilost letadel v případě poruchy funkčních systémů (systémy letadel, zařízení, pohony). Tento oddíl stanovuje požadavky 23,1309 (b) a popisuje pravděpodobnost poruchového stavu a přijatelné metody pro řešení selhání systému letadla.

23.363 Boční zatížení motorového lože – AP dodává postup pro výpočet bočního zatížení motorového lože pro případ rozmístění motorů na křídlech.

23.371 Gyroskopická a aerodynamická zatížení – AP dodává postup pro výpočet zatížení v případě letounů cvičné kategorie certifikovaných pro vývrtky.

23.401 Současné působení křidélek a stabilizátoru – prvky systému řízení musí být testovány na současné působení zatížení během řízení:

- výškovka a směrovka,
- výškovka a křidélka,
- směrovka a křidélka.

Velikosti těchto zatížení musí být 75 % provozního zatížení.

23.415 Podmínky poryvů na zemi – AP dodává požadavky na dynamický efekt větru.

23.423 Zatížení při obratech – AP dodává požadavky pro zatížení při obratech letadel akrobatické kategorie.

23.427 Nesymetrická zatížení – AP dodává požadavky pro zatížení vodorovných ploch.

23.487 Zpětný ráz během přistání – konstrukce podvozku a jeho upevňování musí být kontrolovány na působení zatížení vznikajícího v momentě odskočení od přistávací dráhy.

23.491 - AP dodává požadavek pro rozjezd při vzletu.

23.495 - AP dodává požadavek pro natočení letadla.

23.499 Dodatečné podmínky pro příďová kola – AP dodává dodatečné požadavky pro zatížení příďových kol.

23.509 Zatížení při vlečení – AP dodává dodatečné požadavky pro zatížení při vlečení.

23.511 Pozemní zatížení; nesymetrická zatížení na jednotkách s více koly – AP dodává dodatečné požadavky pro pozemní zatížení.

23.515 Shimmy – musí být zabezpečena absence shimmy efektu podvozku.

Dodatečné požadavky CS-23 *[5]*

CS 23.369 Ofukování zezadu

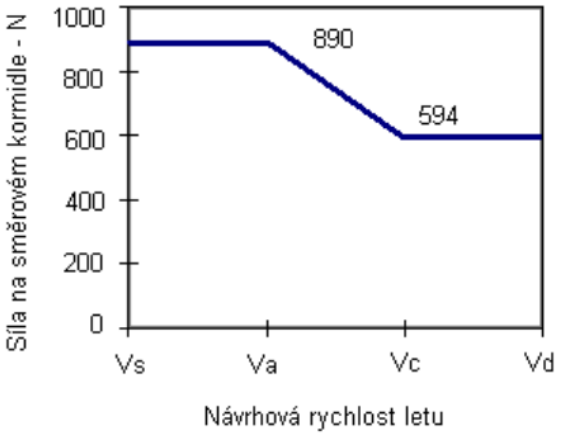
(a) Je-li použito ofukování zezadu, musí být navrženo pro podmínky obráceného proudu při návrhové rychlosti:
V = 8,7 √W/S +8,7 (kt), kde W/S = plošné ztížení křídla při maximální návrhové vzletové hmotnosti (lb/ft2).

(b) Musí být použity buď aerodynamické údaje pro vybraný profil křídla, nebo hodnoty C_L rovnající se –0,8 s trojúhelníkovým rozdělením po tětivě, jehož maximum je na odtokové hraně a nula na náběžné hraně.

CS 23.441 Zatížení při obratech – CS dodává požadavky pro letouny sběrné dopravy.

U kategorie letounů pro sběrnou dopravu musí být doložena zatížení vznikající následujícími obraty při rychlostech od V_A až V_D/M_D. Při výpočtu zatížení ocasních ploch:

1) Letoun musí být vybočen do největšího dosažitelného ustáleného úhlu vybočení, kdy má směrové kormidlo maximální výchylku způsobenou některým z následujících prvků:
   (i) dorazy řídicích ploch,
   (ii) maximální dostupnou sílou posilovače,
   (iii) níže uvedenou na obr.3 pilotní sílou na směrovém kormidle:



Obrázek 3 - Maximální pilotní síla na směrovce
Zdroj: EASA předpis CS-23

2) Směrové kormidlo musí být náhle vychýleno z maximálního vychýlení do neutrální polohy.

CS 23.443 Zatížení při poryvu – CS dodává požadavky pro zatížení svislých ploch při poryvech.

CS 23.505 Dodatečné zatížení pro letouny s lyžemi.

Při stanovení pozemních zatížení pro letouny s lyžemi se předpokládá, že letoun spočívá na zemi jednou hlavní lyží přimrzlou k povrchu a s ostatními lyžemi volnými, takže mohou klouzat. V blízkosti ocasu musí být zavedena boční provozní síla rovnající se 0,036násobku návrhové maximální hmotnosti se součinitelem bezpečnosti 1.

CS 23.562 Dynamické podmínky nouzového přistání – CS vyžaduje provádění zkoušek, co není nutné podle AP.

Na základě analýzy projekční organizace přepraví certifikační plán, který má obsahovat [5]:

- popis projektu a druh předpokládaných provozů;
- navrhované certifikační specifikace, zvláštní podmínky, závěry o rovnocenné úrovni bezpečnosti, požadavky na ochranu životního prostředí;
- popis toho, jak bude splnění prokazováno, spolu s navrhovanými způsoby prokazování a jakýmkoliv vybraným poradenským materiálem. Popis způsobů prokazování by měl být dostatečný k určení toho, že budou shromážděny všechny nezbytné údaje a bude možné prokázat splnění;
- kontrolní seznam prokazující splnění požadavků zabývající se všemi odstavci certifikační předpisové základny a požadavků na ochranu životního prostředí použitelnými pro tento projekt, s odkazy na způsoby prokazování a souvisejícími doklady o splnění;
- určení příslušného personálu, jehož rozhodnutí mají vliv na letovou způsobilost a ochranu životního prostředí, který je ve spojení s Agenturou, pokud nejsou Agentuře určeni jinak;
- harmonogram projektu zahrnující hlavní mezníky.

Pokud nejsou potřebné informace dostupné na začátku projektu, může být program certifikace vytvářen krok za krokem. Program certifikace může být založen na modulech, které mohou být nezávisle aktualizovány.

2 Definice uživatelů a provozovatelů

V této kapitole je zpravován seznam potencionálních provozovatelů letounu SM-92, kteří v současné době provozují letadla, jež by bylo možné nahradit za Praga Alfa z důvodu končící doby technické životnosti stávajících letounů a lepších provozních charakteristik SM-92.

2.1 Analýza provozovatelů leteckých prací

Podkladem pro analýzu subjektů z hlediska možných provozovatelů SM-92 byl oficiální seznam organizací, které byly držiteli oprávnění k leteckým pracím dle původní legislativy nespadající pod Nařízení Komise (EU) č. 965/2012, uvedených na stránkách ÚCL v 3/2017 [6], a zároveň webové stránky těchto společností, které posloužily jako zdroj dalších informací.

2.1.1 Aeroklub České republiky

Aeroklub Československé republiky byl založen v roce 1919, takže v roce 2019 Aeroklub České republiky (dále jen AeČR) oslaví 100 let. AeČR je neziskovou celostátní organizací s úkolem spoluvytvářet s dalšími leteckými sportovními organizacemi podmínky k rozvoji jejich činnosti a koordinovat všechny aktivity svých samostatných organizačních článků. Zastupuje své členy ve vztahu k státním organizacím a institucím. AeČR je jediným zástupcem České republiky v Mezinárodní letecké federaci (dále jen FAI) jako její řádný člen v souladu se Statutem FAI se všemi právy a povinnostmi, z tohoto zastoupení vzniklými. Je nástupnickou organizací Aeroklubu ČSFR, Oddělení letecké a parašutistické přípravy a sportu ÚV a ČÚV Svazarmu, Aeroklubu Československé republiky, Masarykovy letecké ligy a všech leteckých sportovních organizací a spolků, působících a zaniklých po roce 1918 na území Čech, Moravy a Slezska. [7]

AeČR je dobrovolným sdružením klubů, má formu spolku a jejich členů, jejichž zájmem je letecká sportovní a zájmová klubová činnost. AeČR není přímým provozovatelem letadel, ale do jeho gesce spadá 120 členských organizací, které letadla provozují a je tedy možné ho definovat jako cílovou skupinu uživatelů SM-92TE. [7]

Cílem AeČR je:

- Sdružovat kluby a jednotlivce, kteří se věnují volnočasovým aktivitám zejména v leteckých sportech, práce s mládeží do 26 let, práce se školní mládeží v zájmových kroužcích, podpora sportovní letecké činnosti a dalších aktivit s touto činností spojených.
- Zajišťovat státní reprezentaci v leteckých sportech a parašutismu podle platných zákonů a předpisů.
- Vytvářet podmínky pro sportovní vyžití členů klubů prostřednictvím akcí, soutěží a závodů masového, výkonnostního a vrcholového charakteru.
- Rozvíjet sportovní leteckou činnost jako prostředek realizace zájmů členů klubů.
- Zajišťovat účast členů reprezentačních družstev na vrcholných soutěžích Mezinárodní letecké federace – FAI.
- Organizovat a zabezpečovat sportovní přípravu reprezentantů České republiky v leteckých sportech a parašutismu.
- Propagovat a popularizovat leteckou a parašutistickou sportovní činnost v České republice u veřejnosti a vytvářet podmínky pro výchovu mládeže.
- Napomáhat k vytváření legislativních, technických a ekonomických podmínek pro sportovní činnost klubů.
- V rámci dotační politiky státu pomáhat ČO se získáním prostředků na údržbu a provoz jejich sportovních zařízení a nové investice.
- Provozovat letiště jako důležitý prvek dopravní infrastruktury, a to prostřednictvím klubů, provozovatelů letišť. [7]

2.1.2 Air Jihlava - service s.r.o

Firma Air Jihlava – service s.r.o. vnikla v roce 2005 s prvotním záměrem založit servis na provádění oprav a pravidelné údržby malých letadel. Ve stejném roce byla firmě udělena Úřadem pro civilní letectví licence na leteckou servisní činnost.

Postupem doby se oprávnění rozšířilo o množství typů letadel a o jednotlivé dílčí činnosti.

Společnost je držitelem oprávnění k servisu letadel dle PARTu M hlavy F a je jednou z prvních organizací tohoto typu, která obdržela oprávnění k řízení letové způsobilosti letadel dle PARTu M hlavy G. [8]

Air Jihlava má oprávnění na údržbu letadel typů Cessna řady 100 a 200, Cessna T303, všech letounů Piper s pístovými motory, na údržbu letounů Diamond DA-40 a 42, AN-2, pro české letouny L-200, Z-42, Z-142, Z-43, L40, L-60, Z-126, Z-226, L-13SW/SE a celou řadu kluzáků. Od počátku roku 2016 je akreditována na servis letounů výrobce Diamond Aircraft. Poskytuje údržbu pro letouny DA-40, DA-42 a služby CAMO organizace na uvedené typy plus typ DA-62.

Souběžně s výkonem servisu letadel od roku 2006 byla firmou zahájená činnost v oblasti provozu letadel a leteckých prací. Mají oprávnění na letecké práce a hlavními činnostmi jsou výuka pilotů v letecké škole, fotolety, rekognoskační lety, letecké práce v zemědělství a od roku 2009 také výsadkové lety – to vše za využití osmi letadel, která provozují. Pro vykonávání svých činnosti firma disponuje potřebným kvalifikovaným personálem, kvalitním zázemím pro výkon leteckého servisu a provozními objekty včetně sociálního zázemí a hangárů. [8]

2.1.3 DSA a.s.

Společnost DSA a.s. vstoupila na letecký trh již v roce 1992. Jejím nosným programem se od roku 1993 stala letecká činnost ve zdravotním systému České republiky od repatriačních letů až po provozování letecké záchranné služby. Společnost disponuje největší leteckou školou v České republice provádějící výcvik od profesionálních pilotů až po kvalifikaci dopravního pilota. Svou vlastní leteckou techniku dále využívá pro leteckou dopravu, provoz aerotaxi a při leteckých pracích. Pro veškerou svou leteckou techniku zajišťuje servis vlastním střediskem údržby. Současně zajišťuje servisní práce pro letecké provozovatele a majitele letecké techniky v České republice a EU. [9]

Služby, které zajišťuje společnost DSA a.s., jsou regulované mnoha závaznými mezinárodními i národními předpisy, mezi které patří zejména Nařízení komise (EU) č. 965/2012, PART-FCL, PART M, PART 145, PART 147, zákon o civilním letectví atd. Kromě povinných normativů společnost plní i požadavky mezinárodní normy ČSN EN ISO 9001 („Systémy managementu kvality") a od roku 2002 je držitelem

certifikátu vydaného na základě této normy. Certifikát má následující rozsah platnosti: obchodní letecká doprava (přeprava cestujících a nákladů), letecká záchranná služba, letecké práce, letecká škola, údržba letadel. [9]

DSA a.s. je od svého založení držitelem Oprávnění k provozování leteckých prací, na základě kterého zajišťuje širokou škálu leteckých prací:

- filmovací práce – letecké snímkování,
- kontrola produktovodů a energovodů,
- stavebně montážní práce (instalace klimatizačních jednotek, betonování atd.),
- vrtulníkový jeřáb do hmotnosti 3 000 kg,
- hlídkovací, pozorovací a měřící lety,
- výsadkové lety,
- letecké hašení,
- vleky kluzáků a reklamních letáků,
- rozhazování letáků,
- letecké práce v hospodářství a ochraně životního prostředí a jiné. [10]

Společnost DSA provozuje leteckou záchrannou službu (LZS) a je důležitou složkou integrovaného záchranného systému České republiky od roku 1993. V České republice má deset provozních leteckých základen: Praha, Plzeň, České Budějovice, Jihlava, Brno, Olomouc, Ostrava, Hradec Králové, Liberec a Ústí nad Labem. Akční rádius každého střediska je cca 70 km, což celoplošně pokrývá území celého státu. Jednotlivá střediska jsou navázána na síť nemocničních specializovaných center urgentní medicíny.

LZS se využívá k rychlému zásahu lékařů a zdravotníků, šetrnému převozu pacientů v případech závažných stavů ohrožujících život, při dopravních nehodách, haváriích, mimořádných situacích a krizových stavech. Společnost DSA disponuje špičkovou leteckou technikou určenou pro provoz LZS a speciálně vyškoleným leteckým personálem. Piloti společnosti ročně nalétají při záchraně lidských životů v průměru 1700 letových hodin, což znamená zhruba 4300 zásahů. V současné době zajišťuje společnost DSA svými vrtulníky provoz na třech základnách LZS v České republice, a to v Ústí nad Labem, Liberci a Hradci Králové. [11]

2.1.4 Letecký klub VINTAGE

Letecký klub VINTAGE (dále jen LKV) byl založen v dubnu 2009.

LKV je zaměřen na tyto činnosti:

- organizace přednášek a semináře z oblasti historie letectví se zaměřením na činnost čs. letců ve všeobecném letectví,
- pořádání zájezdů s odbornou tématikou ve vztahu k historii i současnosti působení čs. letců v tuzemsku i zahraničí pro členy LKV prostřednictvím cestovních kanceláří nebo agentur,
- organizace výstav, kulturních a jiných programových akcí spojených s nejlepšími tradicemi čs. letectva,
- spolupráce zejména se Svazem letců ČR a dalšími zájmovými organizacemi a kluby, zejména Aeroklubem České republiky,
- pořádání charitativních a benefičních akcí,
- realizace další podnikatelské činnosti v rámci vydaných povolení, zejména:
    - vydavatelská, publikační a dokumentaristická činnost,
    - fotolety a lety pro potřeby členů LKV a jiné letecké práce v rámci obdržených povolení, pronájem letadel,
    - poradenskou činnost pro amatérské letce,
    - příprava a organizace nebo podílnictví na různých veřejných leteckých akcích, jejichž čistý výtěžek bude určen na různé benefiční a charitativní účely,
    - jiná podnikatelská činnost jako např. nákup a prodej historických letadel a suvenýrů za účelem propagace letectva od jeho vzniku až po současnost,
    - reklamní činnost. [12]

Od založení LKV využívá letoun Antonov 2 zejména pro provádění výsadkové činnosti. Neméně důležité je rovněž jeho využití pro rekreační létání i do zahraničí. Také se provádí přeškolování výkonných pilotů na tento typ letadla a umožňuje se rovněž získat kvalifikaci pilot-vysazovač (PAR). Podmínkou je, aby měl pilot před zahájením výcviku nalétáno alespoň 100 hod. jako velící pilot (PIC). [12]

2.1.5 PondusAir

PondusAir působí na trhu již od roku 1996 a je leteckou společností a rovněž leteckou školou CZ/ATO 024 dle předpisu Part-ORA, s oprávněním poskytovat výcvikové kurzy dle předpisu Part-FCL (LAPL(A), PPL(A), CPL(A), NIGHT(A), MEP, FI(A), SEP(IR), MEP(IR), PPL(H)).

Činnost společnosti je zaměřena hlavně na [13]:

- aerotaxi,
- letecké fotografovaní,
- výcvik nových pilotů,
- vlečení transparentů,
- lety s parašutisty,
- vyhlídkové lety,
- měřící, pozorovací a hlídkové lety.

Pro potřeby zajištění těchto činností společnost provozuje letadla české i zahraniční produkce: Zlín Z 126, Cessna 152, Antonov AN 2, Zlín Z 142, Zlín Z 526.

Nejčastěji jsou prováděny lety v těchto oblastech:

- v blízkosti letiště, zahraničí: Dubnica nad Váhom, Prievidza, Liptovský Mikuláš, Žiar, Poprad;
- zahraničí: Salzburg, Vídeň, Drážďany, Zadar, Rijeka, Maribor.

2.1.6 AirSpecial

Společnost AirSpecial, a.s. byla založena 1. května 1992. Air Speciál vlastní a současně provozuje letiště v Mariánských Lázních – to má status veřejného vnitrostátního letiště. Dále má vlastní zázemí na letištích: Jičín-Vokšice, Rakovník, Ústí nad Orlicí. Air Speciál v roce 2004 provozoval svou činnost tři měsíce v Alžíru, kde se podílel na realizaci postřiků proti sarančatům. [14]

Společnost má servisní středisko v Ústí nad Orlicí, které zabezpečuje:

- leteckou opravárenskou činnost (je držitelem oprávnění CZ.MF.0031);
- letecké práce pro Východočeský kraj z letiště Vysoké Mýto a Ústí nad Orlicí;

- pronájem, prodej letecké techniky a letadel. [14]

Hlavní obory činnosti společnosti jsou:

- letecké práce v oblasti zemědělství;
- letecké práce v oblasti lesního a vodního hospodářství a ochraně životního prostředí;
- opravárenská činnost;
- hlídkové, pozorovací, měřící a kontrolní lety;
- vleky kluzáků;
- vleky reklamních transparentů;
- letecké snímkování;
- pronájem, prodej letadel a letecké techniky. [14]

V oblasti zemědělství:

Středisko Jičín a Vysoké Mýto zabezpečuje s leteckou technikou Z37A – Čmelák – letecké práce v oblasti zemědělství – postřiky, poprach, desikace zemědělských ploch pro zemědělské subjekty ve Středočeském a Východočeském kraji.

V oblast lesního a vodního hospodářství:

Air Speciál od svého založení úzce spolupracuje s Ministerstvem zemědělství ČR a Lesy ČR s.p. Hradec Králové při zabezpečování každoročních státních zakázek:

- vápnění lesních porostů v Krušných, Orlických a Jizerských horách, Šumavy a Beskyd;
- hlídková protipožární činnost;
- letecká hasební činnost;
- letecká aplikace práškového hnojiva;
- letecké obranné zásahy a rekognoskační lety ke zjištění kalamitních situací;
- ochranné postřiky proti kalamitním situacím. [14]

Mezi letadlovou techniku, kterou vlastní Air Speciál, a.s., patří typy:

- Z 37A – Čmelák – 35 letounů;
- AN 2 – 5 letounů;
- Z 37A – 2 Čmelák – 1 letoun. [14]

3 Konkurenční typy letadel

Praga Alfa bytelné konstrukce má velký potenciál zaujmout pevné místo na trhu z hlediska širokých možností využití v provozu. V rámci ČR a celosvětově existuje pouze několik typů srovnatelných s SM-92. I to potvrzuje význam jeho výroby se zacílením na trh s menšími letadly pro různé druhy leteckých činností nebo pro účely soukromých letů sloužících k přepravě osob nebo carga.

3.1 Charakteristiky konkurenčních typů letounů

Po konzultaci s aktivními piloty a techniky byly definovány typy letadel, která jsou v nějaké míře konkurenceschopná vůči SM-92TE a jsou provozovaná v Europě. Jsou to: Ae 270, AN-2, Z-137T, Z-37, Z-37T, L-60, Cessna 206, Cessna 208, Quest Kodiak, EV-55 Outback, PAC 750XL, Pilatus PC-6, PZL-104 WILGA Series, DHC-2.

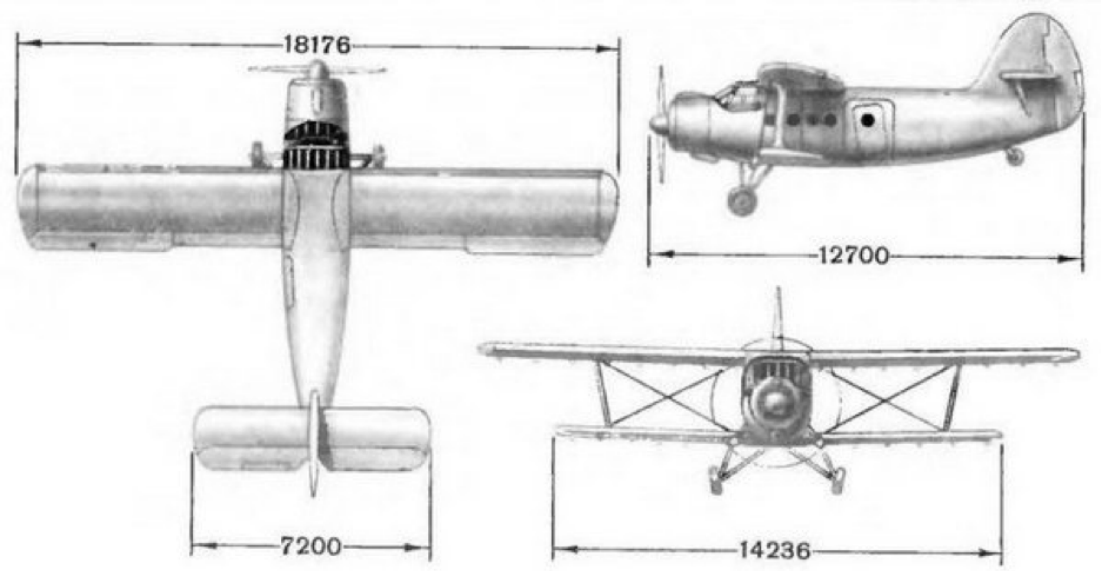
Po dohodě s ORBIS AVIA bylo vybráno pět letadel (Cessna 208, Quest Kodiak, PAC 750XL, Pilatus PC-6, DHC-2) pro detailní porovnání, navíc byl popsán letoun An-2, který je celosvětově proslulý a potřebuje náhradu, a Cessna 206

3.1.1 Antonov AN-2

První podnět k vytvoření takového stroj jako je An-2, tj. víceúčelového letounu s krátkou vzletovou a přistávací dráhou s nosností 1 000-1 500 kg pro obsluhu těžko dosažitelných oblastí země, splnění potřeb zemědělství (práškování) a použití pro lehkou vojenskou dopravu, předložit Oleg Konstantinovič Antonov v říjnu 1940. Ale první let se uskutečnil až 31. srpna 1947 a dodnes je možno pozorovat An-2 v provozu. [15]

V České republice je letoun známý pod přezdívkou „Andula“, v Ruské federaci pod přezdívkou „Annuška“. Andula je víceúčelový jednomotorový celokovový dvouplošník s křídly a částí ocasních ploch potažených plátnem. Letoun má klasický pevný podvozek záďového typu. Jako pohonná jednotka byl vybrán devítiválcový vzduchem chlazený hvězdicový motor Švecov AŠ-62IR. [16]

An-2 se vyráběl v SSSR, Polsku a stále se vyrábí v Číně. Celkově bylo vyrobeno více než 18 tisíc letounů An-2, které byly vyvezeny do 26 zemí světa. Zajímavostí je, že An-2 je uveden v Guinnessově knize rekordů jako jediný letoun, který se vyráběl více než 60 let. [15] Třípohledový nákres An-2 je zobrazen na obrázku 4.



Obrázek 4 - Třípohledový nákres An-2
Zdroj: https://militaryarms.ru/voennaya-texnika/aviaciya/an-2/

Základní konfigurace letounu:

- prázdná hmotnost: 3 400—3 690 kg,
- maximální vzletová hmotnost: 5 500 kg,
- výkon motoru: 736 kW,
- průměrná spotřeba pro výsadky: 240 l/h,
- cestovní rychlost: 190 km/h,
- maximální rychlost: 255 km/h,
- rozpětí křídel: 18,18 m,
- délka trupu: 12,7 m,
- výška: 4,1 m,
- posádka: 2 piloti,
- počet parašutistů: 12,
- dostup: 4 400 m,
- dolet: 900 km. [16]

Cena nového letounu: N/A

3.1.2 Cessna 208 Caravan

Caravan je jednomotorový turbovrtulový celokovový vzpěrový hornoplošník postavený v USA, který umožňuje přepravit 13 osob s dvoučlennou posádkou, nebo náklad na krátkých a regionálních tratích. První prototyp poprvé vzlétl 9. prosince 1982. Letoun je osazen pohonnou jednotkou Pratt & Whitney (PT66A-114A). Cessna 208B se nabízí v mnoha konfiguracích podle přání zákazníka. K dispozici jsou kromě klasického tříkolového podvozku také varianty s plováky, ližinami, a dokonce i s mnohem širšími pneumatikami, využívanými pro nejnáročnější vzlety a přistání v naprosto kritických terénních podmínkách nezpevněných VPD, popř. za účelem záměrného přistání do terénu ve volné přírodě. Caravan ve vojenské verzi se dá využívat pro hlídkovací, záchranné a průzkumné činnosti. Hlavním účelem letounu je tedy přeprava nákladu, přeprava osob a plnění misí na krátkou vzdálenost. Dodávány jsou též speciálně upravené verze pro výsadky.

Doposud bylo vyrobeno více než 1 500 kusů v různých provedeních. Jeden z největších nákladních dopravců, FedEx, využívá dodnes více než 253 letounů Caravan k přepravě nákladu, a právě díky Caravanu si zajistil značný náskok v poskytování logistických služeb před konkurencí v odlehlých regionech světa, ve kterých běžná pošta prakticky dodnes neexistuje. Na obrázku 5 jsou znázorněné čelní a boční pohledy Cessny 208.

Obrázek 5 - Čelní a boční pohled Cessny 208
Zdroj: https://cessna.txtav.com/en/turboprop/caravan

Základní konfigurace letounu [18]:

- prázdná hmotnost: 2 050 kg,
- maximální vzletová hmotnost: 3 629 kg,
- výkon motoru: 502 kW,
- průměrná spotřeba pro výsadky: 230 l/h,
- cestovní rychlost: 327 km/h,
- maximální rychlost: 344 km/h,
- rozpětí křídel: 15,87 m,
- délka trupu: 11,46 m ,
- výška: 4,53 m,
- posádka: 1-2 piloti,
- počet parašutistů: 14,
- dostup: 7 620 m,
- dolet: 1 982 km.

Cena nového letounu: ~ 46 572 187 CZK [19]

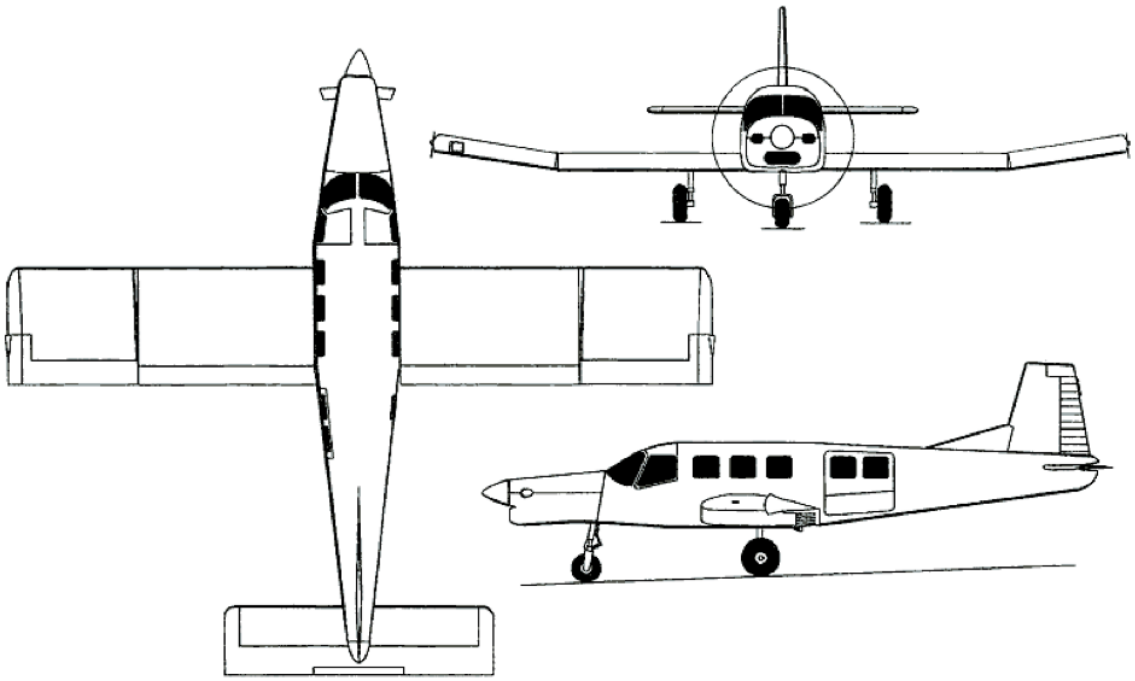
3.1.3 PAC750XL

PAC750XL je celokovový dolnoplošník s pevným tříkolovým podvozkem. Toto letadlo bylo vyvinuto novozélandskou firmou Pacific Aerospace Ltd a certifikováno 10. března 2004 federální leteckou správou USA.

Od roku 1999 chtěl výrobce rozšířit verzi Cresca, která nestačila pro potřeby parašutistů. Záměr výrobce byl, aby se letadlo uplatňovalo nejen v parašutismu, ale i v jiných segmentech trhu. Po vyčerpávajícím vývojovém programu zůstala malá část originálního Cresca. Křídla, křidélka, klapky, palivový systém atd. byly buď nahrazeny, nebo upraveny. [20]

Hlavní výhodou tohoto letadla je schopnost vzletů a přistání z nezpevněných letišť a přistávacích ploch omezených rozměrů, a to jak ze zpevněných ploch, tak i z trávníku nebo zasněženého povrchu. Minimální délka dráhy ve zvláštních případech může být 100 m až 300 m a 50 m až 200 m za normálních podmínek. PAC750XL je vybaven turbovrtulovou jednotkou PT6A-34AG a má relativně vysoký poměr výkonu k hmotnosti. Na obrázku 6 je třípohledový nákres PAC750XL.

V současné době je letadlo vyráběno v následujících variantách: osobní, nákladní, sanitární, pro provádění leteckých zemědělských prací, pro hašení požárů, pro provádění výsadků, pro sledování zemského povrchu a vodních ploch, pro letecké snímkování a další speciální úkoly. [20]



Obrázek 6 - Třípohledový nákres PAC750XL

Zdroj: http://www.aviastar.org/air/newzealand/pac_750xl.php

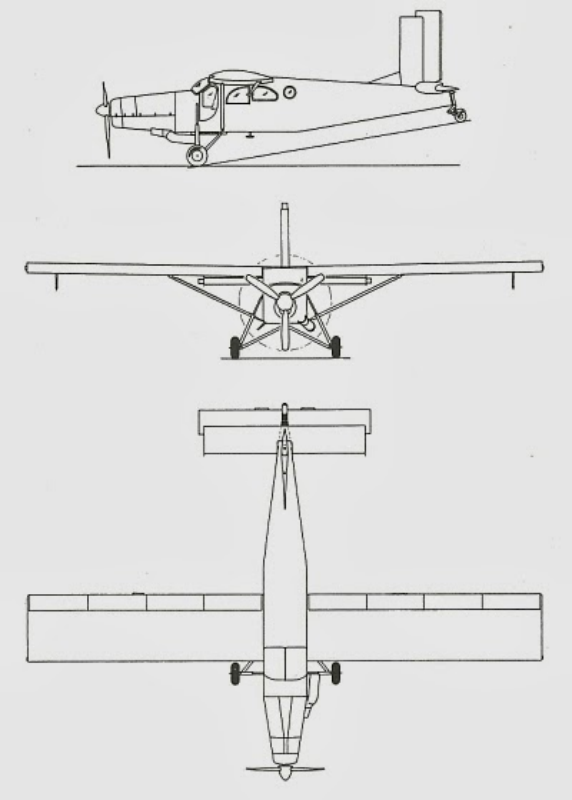
Základní konfigurace letounu [21] :

- prázdná hmotnost: 1 497 kg,
- maximální vzletová hmotnost: 3 402 kg,
- výkon motoru: 560 kW,
- průměrná spotřeba pro výsadky: 220 l/h,
- cestovní rychlost: 271 km/h,
- maximální rychlost: 315 km/h,
- rozpětí křídel: 12,8 m,
- délka trupu: 11,11 m,
- výška: 3,99 m,
- posádka: 1 pilot,
- počet parašutistů: 17,
- dostup: 6 096 m,
- dolet: 2 145 km.

Cena nového letounu: ~ 38 827 167 – 50 246 922 CZK [22]

3.1.4 Pilatus PC-6

Pilatus PC-6 Porter je lehké jednomotorové letadlo vyvinuté švýcarskou společností Pilatus Aircraft. První let se uskutečnil v roce 1959. PC-6 je vybaven turbovrtulovou jednotkou Pratt & Whitney Canada PT6A-27. Pilatus je plně schopen provozu z různých typů nepřipravených a krátkých letových ploch, ve vysokých nadmořských výškách a ve všech klimatických podmínkách. Na obrázku 7 je zobrazen třípohledový nákres PC-6.



Obrázek 7 - Třípohledový nákres PC-6

Zdroj: http://pilatus-history-and-news.blogspot.com/2010/09/

Dvoje velké posuvné dveře na obou stranách kabiny umožňují snadný přístup ke kabině pro nakládání a vykládání nákladu, a v sanitní verzi i nosítek. Pokud je zapotřebí většího prostoru, sedadla spolujezdce je možné rychle vyjmout a uložit do přídavné schránky sedadla za kabinou. Standardní poklop podlahy umožňuje vytvořit platformu pro širokou škálu sledovacích funkcí bez nutnosti jakýchkoliv změn v návrhu. Letadlo má typový certifikát (STC) na modifikaci z plavidla. Může být také vybaven lyží pro provoz na sněhu a ledu. Počítač PC-6 má nákladově

efektivní platformu pro provádění široké škály sledovacích a foto / laserových misí. Různé systémy jako FLIR, LIDAR a další optické platformy mohou být integrovány do letadla bez změn v návrhu. [23]

Letadlo je možné používat pro následující činnosti: operace vyhledávání a záchrany (SAR), letecké fotografie, průzkum a laserové fotogrametrické a skenovací činnosti, výsadky parašutistů, sanitární činnosti.

Základní konfigurace letounu [23]:

- prázdná hmotnost: 1 460 kg,
- maximální vzletová hmotnost: 2 800 kg,
- výkon motoru: 507 kW,
- průměrná spotřeba pro výsadky: 170 l/h,
- cestovní rychlost: 260 km/h,
- maximální rychlost: 280 km/h,
- rozpětí křídel: 15,87 m,
- délka trupu: 10,9 m,
- výška: 3,2 m,
- posádka: 1 pilot,
- počet parašutistů: 10,
- dostup: 7 620 m,
- dolet: 926 km.

Cena nového letounu: ~ 43 395 069 CZK [24]

3.1.5 Quest Kodiak

Quest Kodiak – americké víceúčelové jednomotorové letadlo s krátkým vzletem a přistáním, navržené v roce 2004 výrobcem letadel "Quest Aircraft Company". Společnost Quest Aircraft a letadlo Kodiak byly vytvořeny za účelem splnění požadavků na práci v letecké dopravě. První testy Quest Kodiak byly provedeny v říjnu 2004 a vzhledem k tomu, že během zkoušek byl letoun úspěšný, v roce 2007 byl certifikován pro hromadnou výrobu. [25]

Quest Kodiak je poháněn turbovrtulovým motorem s výkonem 559 kW Pratt and Whitney PT6A-34. Letadlo je schopno přistávat za těžkých podmínek

na nepřipravené plochy a za nepříznivých klimatických podmínek. Kodiak je schopen vzlétnout s maximální hmotností z nezpevněné plochy o délce pouhých 300 m a přistát na dráhu délkou 210 m. A může být využíván i na vodě. Na obrázku 8 je zobrazená verze s plováky.

Obrázek 8 - Letoun Quest Kodiak s plováky
Zdroj: https://questaircraft.com/kodiak/

Základní konfigurace letounu [25]:

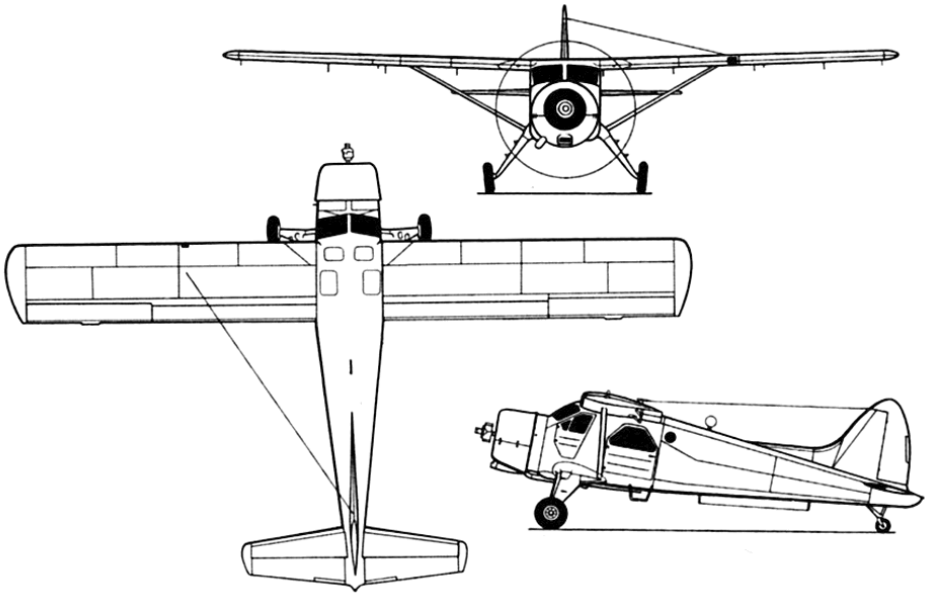
- prázdná hmotnost: 1 710 kg,
- maximální vzletová hmotnost: 3 290 kg,
- výkon motoru: 552 kW,
- průměrná spotřeba pro výsadky: 182 l/h,
- cestovní rychlost: 324 km/h,
- maximální rychlost: 339 km/h,
- rozpětí křídel: 13,7 m,
- délka trupu: 10,42 m,
- výška: 4,48 m,
- posádka: 2 piloti,
- počet parašutistů: 15 (s jedním pilotem),
- dostup: 7 620 m,
- dolet: 2 096 km.

Cena nového letounu: ~ 48 844 000 CZK [26]

3.1.6 De Havilland DHC-2 Beaver

De Havilland Canada DHC-2 Beaver je kanadský jednomotorový celokovový vzpěrový hornoplošník se zkrácenou délkou vzletu a přistání STOL. Jeho podvozek je alternativně zaměnitelný za plováky nebo lyže, což umožnuje jeho přistání na vodě nebo na zasněžených plochách. Má snadno demontovatelná sedadla, velké dveře z obou stran trupu a tyto vlastnosti rozšiřují možnosti využití letadla. Krom soukromých uživatelů si jej pořizovaly i státní organizace jako jsou například letecké oddíly kanadské jízdní policie a lesní hlídkové služby. Pro své vlastnosti si tento stroj našel uplatnění skoro v 50 zemích. [27]

Kanadský letoun De Havilland DHC-2 Beaver byl vyráběn v letech 1947 až 1967 a jeho třípohlédový nákres je představen na obrázku 9. Toto letadlo bylo „hvězdou“ roku 1978, kdy bylo oceněno jedním z nejvyšších uznání, které kdy Kanadský letecký průmysl udělil, a je zařazen do desítky největších strojírenských úspěchů Kanady dvacátého století. Z vyrobených 1693 Beaverů je jich dnes stále 759 registrováno jenom ve Spojených Státech a v Kanadě. Předpokládá se, že přibližně 900 až 1 000 Beaverů je stále využíváno po celém světě. [28]



Obrázek 9 - Třípohlédový nákres letounu DHC-2 Beaver
Zdroj: http://www.airwar.ru/image/idop/craft/dhc2/dhc2-1.gif

Základní konfigurace letounu [28]:

- prázdná hmotnost: 1 361 kg,
- maximální vzletová hmotnost: 2 313 kg,
- výkon motoru: 336 kW,
- průměrná spotřeba pro výsadky: N/A,
- cestovní rychlost: 248 km/h,
- maximální rychlost: 255 km/h,
- rozpětí křídel: 9,22 m,
- délka trupu: 11,46 m,
- výška: 2,74 m,
- posádka: 1 pilot,
- počet parašutistů: N/A,
- dostup: 5 490 m,
- dolet: 732 km.

Cena nového letounu: N/A

3.2 Porovnání provozních vlastností konkurenčních letadel

V tabulce 3 jsou shrnuté parametry všech letounů dle základní konfigurace. Z tabulky je vidět, že SM-92TE je konkurenceschopný, jelikož má dostatečně dobré vlastnosti vzhledem k porovnaným letadlům. Má celkem nízkou spotřebu paliva v porovnání s konkurenty, je docela rychlý a má dobré geometrické parametry.

Tabulka 3 – Porovnání základní konfigurace letounů

	An-2	Cessna 208	PAC750XL	PC-6	Quest Kodiak	DHC-2	SM-92TE
Prázdná hmotnost, kg	3 400	2 050	1 497	1 460	1 710	1 361	1 670
Maximální vzletová hmotnost, kg	5 500	3 629	3 402	2 800	3 290	2 313	3 000
Výkon motoru, kW	736	502	560	507	552	336	540
Průměrná spotřeba pro výsadky, l/h	240	230	220	170	182	N/A	210
Cestovní rychlost, km/h	190	327	271	260	324	248	300
Maximální rychlost, km/h	255	344	315	280	339	255	315
Rozpětí křídel, m	18,18	15,87	12,8	15,87	13,7	9,22	14,6
Délka trupu, m	12,7	11,44	11,11	10,9	10,42	11,46	9,93
Výška, m	4,1	4,53	3,99	3,2	4,63	2,74	3,94
Posádka	2	1-2	1	1	2	1	1
Počet parašutistů	12	14	17	10	15	N/A	10
Dostup, m	4 400	7 620	6 096	7 620	7 620	5 490	8 000
Dolet, km	900	1 982	2 145	926	2 096	732	2 100

Zdroj: autor na základě uvedených informací

V tabulce 4 je pak uveden světový prodejů letadel za posledních 10 let. A je možné předpokládat, že se poptávka po tomuto typu letadel bude značně zvyšovat.

Tabulka 4 - Světový prodej letadel za rok [ks]

	SM-92TE	Quest Kodiak	Pilatus PC-6	DHC-2 Beaver	Caravan C-208B	PAC 750XL
2017 Year		31	1		59	7
2016 Year		36	9		71	8
2015 Year		32	4		93	5
2014 Year		30	10		81	4
2013 Year		28	4		94	6
2012 Year		15	5		96	10
2011 Year		13	6		83	10
2010 Year		14	5		87	11
2009 Year		24	5		85	12
2008 Year		7	3		89	15
2007 Year		1	6		68	10

Zdroj: autor na základě https://gama.aero/facts-and-statistics/statistical-databook-and-industry-outlook/

3.3 Analýza letounu zapsaných do leteckého rejstříku ČR

Na základě konzultace s aktivními piloty a techniky byly definovány a vyhledány na stránkách ÚCL v leteckém rejstříku letadlové techniky podobné typy letadel jako je SM-92TE Praga Alfa. Jejích názvy a počet letadel, zapsaných do leteckého rejstříku, jsou uvedené v tabulce 5:

Tabulka 5 - Počet kusů letadel provozovaných na území ČR

Č.	Typ letadla	Počet letadel v rejstříku ČR
1	Ae 270	3
2	AN-2	38
3	Z-137T	4
4	Z-37	43
5	Z-37T	4
6	L-60	16
7	Cessna 206	4
8	Cessna 208	4
9	EV-55 Outback	2
10	PAC 750XL	1
11	Pilatus PC-6	1
12	PZL-104 WILGA Series	2
	Celkem letadel	122

Zdroj: autor na základě http://www.caa.cz/letadla/letecky-rejstrik

Jelikož v leteckém rejstříku není možné ověřit, zda uvedená letadla jsou letově způsobilá či nikoliv, počet letadel provozovaných na území České republiky se může lišit od počtu letadel uvedeného v tabulce.

Vzhledem k tomu, že většina letadel je na konci své technické životnosti, SM-92 by potencionálně mohl nahradit přibližně 10 % letadel, což odpovídá v absolutním vyjádření dvanácti letadlům.

Letoun SM-92 je vhodný pro širokou škálu leteckých činností. Mezi ně patří: výsadky, fotolety, letecké snímkování, letecké práce v zemědělství, letecké hašení, vlečení kluzáků, hlídkovací, pozorovací a měřicí lety a celá škála dalších činností, které provozují uvedené subjekty. Provedení SM-92TE pro tyto činnosti je podrobně popsáno v páté kapitole.

4 Modifikace a zástavby pro SM-92TE

Modifikace je úprava jednotlivého výrobku oproti stavu, jímž byl definován v době, kdy mu byl vydán doklad letové způsobilosti. Úprava se nezaznamenává do výrobní dokumentace schváleného typu. Modifikace je úprava letadla nebo letadlového celku provedená ve shodě se schválenou normou. [29]

Certifikační předpisová základna oznamovaná pro vydání typového osvědčení nebo typového osvědčení pro zvláštní účely musí obsahovat:

– použitelný předpis letové způsobilosti stanovený agenturou, účinný ke dni podání žádosti o toto osvědčení,

– jakékoli zvláštní podrobné technické specifikace, nazvané zvláštní podmínky, jestliže související předpis letové způsobilosti neobsahuje pro daný výrobek přiměřené nebo vhodné normy bezpečnosti. [30]

4.1 Předpisový postup

Předpis CS - 23 Certifikační specifikace pro letouny kategorie normální, cvičná, akrobatická a pro sběrnou dopravu. Tento předpis se dělí na tři hlavní kategorie:

- Předpisy letové způsobilosti,
- Přijatelné způsoby průkazu (AMC),
- Průvodce letovými zkouškami.

Předpis CS - 21 Certifikace letadel a souvisejících výrobků, letadlových částí a zařízení. Předpis CS - 21 popisuje jednak postupy certifikace letadel a také certifikaci ostatních výrobků a částí letadlové techniky.

Postup certifikace [31]

Nejprve je nutné zvolit oblast provozování modifikovaného letounu. V případě, že by byl letoun provozován pouze na území České republiky, postačovala by certifikace pouze od Úřadu pro civilní letectví České republiky. Pokud by měl být takový letoun provozován i v zahraničí, bude nutné zažádat u tamních leteckých úřadů o vydání povolení k letu nad daným státem. Pokud by měl být letoun

provozován na území Evropské unie, je nutné letoun certifikovat dle požadavků Evropská agentury pro bezpečnost letectví – EASA. Ta odpovídá za provoz všech typů letadel a jejich modifikací na území Evropské unie.

Dalším krokem pro získání certifikace letounu je volba takzvané předpisové základny. Jinými slovy určení, jakým předpisem pro certifikaci bude využit. V našem případě bude uvažováno provozování letounu nad územím Evropské unie. To znamená, že bude postupováno dle předpisů CS.

Platnost tohoto předpisu letové způsobilosti platí mimo jiné i pro vrtulové jednomotorové letouny v kategorii pro sběrnou dopravu v uspořádání s devatenácti nebo méně sedadly mimo sedadel pilotů, se schválenou maximální vzletovou hmotností 8 618 kg (19 000 lb) nebo nižší.

Této kategorii zkoumaný letoun odpovídá, takže bude možno konkrétně postupovat dle předpisu CS - 23 Certifikační specifikace pro letouny kategorie normální, cvičná, akrobatická a pro sběrnou dopravu. Jelikož je předpokládáno, že letoun již certifikací dle tohoto předpisu prošel, není po zástavbě nového systému nutné letoun certifikovat jako celek, ale pouze jeho vybrané části ovlivněné zástavbou.

Pro certifikaci letounu bude dále nutná dokumentace zastavovaných systémů. Tuto dokumentaci poskytnou výrobci. Postup certifikace lze rozdělit do tří kroků. Žádost o certifikaci, vlastní certifikace a odeslání zprávy orgánům EASA

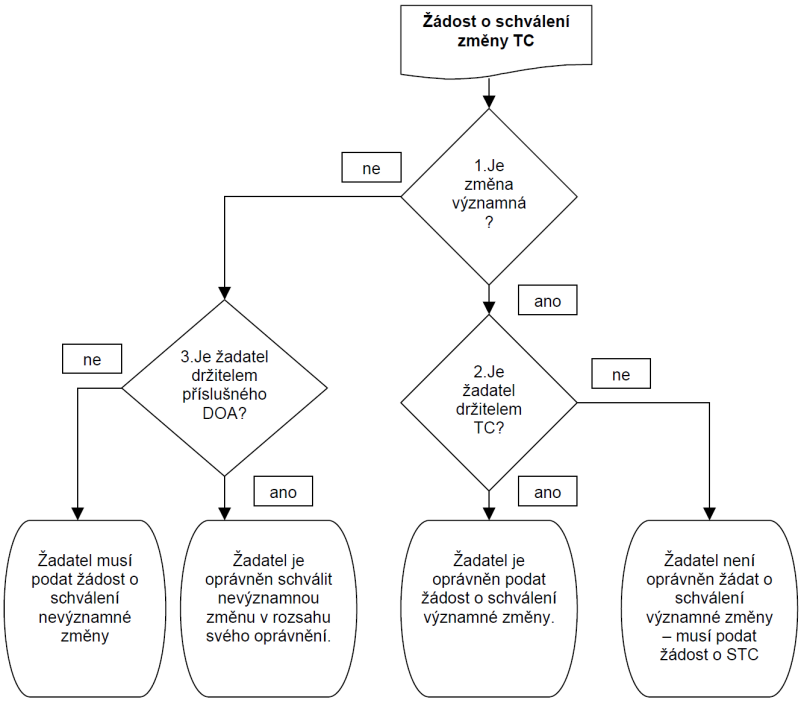
Žádost o certifikaci a vlastní certifikace

Pro zahájení certifikace je nutné, aby výrobce, který musí být držitelem Oprávnění organizace k projektování, zaslal žádost o vydání typového osvědčení příslušnému úřadu. V tomto případě přímo Úřadu pro civilní letectví. Zaslaná žádost má platnost 3-5 let dle kategorie letounu. Pokud výrobce nestihne dokončit certifikace během této doby, bude nutné žádost zaslat znovu, a to přímo orgánům EASA. Evropská agentura pro bezpečnost letectví žádost přezkoumá a předá pravomoc v certifikačním procesu Úřadu pro civilní letectví. [31]

Vlastní postup certifikace se dělí do několika částí. Nejprve je nutné, aby výrobce popsal, co je záměrem certifikace a co požaduje, aby bylo výsledkem certifikace. Dále žadatel popíše, jakou zvolil certifikační základnu a předpisy, dle kterých bude

probíhat certifikace. Dále má být doložená příprava certifikačních předpisů. To znamená předložení daných bodů předpisů včetně prokázání splnění bodů zkouškami. Zkoušky se prokazují Úřadu pro civilní letectví. [31]

Po úspěšném vykonání zkoušek výsledky certifikace jsou odeslaný Evropské agentuře pro bezpečnost letectví, která je přezkoumá a vystaví letounu Typový certifikát. Obecný postup podání žádosti o zástavbu je na obrázku 10.



Obrázek 10 - Obecný postup podání žádosti o zástavbu

Zdroj: prezentace «Technologie údržby letadel», Němec, V(2016)

4.2 Požadavky na umístění přístrojů

Dle předpisu není potřeba některé přístroje zabudovávat a vzhledem k tomu, že letoun je jednopilotní, není nutné některé přístroje zdvojovat.

Požadavky dle CS 23.1321 [5]

(a) Každý letový a navigační přístroj a přístroj pohonné jednotky používaný kterýmkoliv pilotem během vzletu, počátečního stoupání, konečného přiblížení a přistání musí být umístěn tak, aby kterýkoliv pilot sedící za řízením mohl sledovat dráhu letu letadla a uvedené přístroje s minimálním pohybem hlavy a očí. Přístroje

pohonné jednotky pro tyto letové podmínky jsou ty, které jsou potřebné pro řízení výkonu v rámci omezení stanovených pro pohonné jednotky.

(b) U každého dvoumotorového letounu musí být totožné přístroje pohonné soustavy umístěny tak, aby bylo zabráněno záměně a bylo jednoznačně určeno, který přístroj patří ke kterému motoru.

(c) Vibrace přístrojové desky nesmí být příčinou poškození nebo snížení přesnosti kteréhokoliv přístroje.

(d) U každého letounu musí letové přístroje požadované dle CS 23.1303, a pokud je to použitelné, dle provozních předpisů být seskupeny na přístrojové desce a soustředěny co možná nejblíže vertikální roviny v ose zorného pole pilota ve směru letu. Kromě toho:

(1) přístroj, který nejefektivněji udává polohu letounu, musí být umístěn uprostřed horní části přístrojové desky;
(2) přístroj, který nejefektivněji udává rychlost letu, musí být umístěn vlevo těsně vedle přístroje, který je nahoře uprostřed;
(3) přístroj, který nejefektivněji udává nadmořskou výšku letu, musí být umístěn vpravo těsně vedle přístroje, který je nahoře uprostřed; a
(4) přístroj, který nejefektivněji udává směr letu a je jiný než ukazatel magnetického kurzu požadovaný podle CS 23.1303 (c), musí být umístěn těsně pod přístrojem, který je nahoře uprostřed.
(5) Pro vyhovění pododstavcům (d)(1) až (d)(4) mohou být použity ukazatele s elektronickou zobrazovací jednotkou, pokud jejich zobrazovací jednotky vyhovují požadavkům CS 23.1311.

Znázornění umístění přístrojů dle předpisu, který je uveden výše, je provedeno na Obrázku 11. Přímo uprostřed přístrojové desky vidíme ukazatel letové polohy. Po levé stráně od něj je umístěn rychloměr, po pravé straně – výškoměr. Pod ukazatelem letové polohy se nachází směrový setrvačník. Po jeho levé straně zatáčkoměr, pravé straně se nachází variometr. Magnetický kompas je umístěn tak, aby co nejméně podléhal vlivům kovových částí letadla.

Obrázek 11 - Analogové znázornění přístrojové desky letadla
Zdroj: http://www.mobygames.com/game/windows/microsoft-flight-simulator-2000-professional-edition/screenshots/gameShotId,543645/

Vzhledem k tomu, že v dnešní době klesá popularita analogových přístrojů a více a více se používají elektronické zobrazovací jednotky, tak zvané glass kokpity, výše popsané uspořádání již neodpovídá současnému stavu používaných technologií. Požadavky na zástavbu elektronických zobrazovacích jednotek jsou uvedený ve článku předpisu CS 23.1311.

Požadavky systémů s elektronickými zobrazovacími jednotkami dle CS 23.1311 [5]

a) Ukazatele s elektronickou zobrazovací jednotkou včetně takových, u nichž je oddělení a nezávislost přístrojových systémů pohonné jednotky nepraktické, musí:
   (1) Splňovat požadavky na uspořádání a viditelnost dle CS 23.1321;
   (2) Být snadno čitelné při všech možných způsobech osvětlení vyskytujících se v kabině včetně přímého osvětlení slunečním svitem, s uvážením předpokládané úrovně jasu elektronické zobrazovací jednotky na konci efektivní doby životnosti ukazatele. Specifická omezení efektivní doby životnosti zobrazovacího systému musí být uvedena v instrukcích pro zachování letové způsobilosti dle požadavků CS 23.1529;

(3) Nebránit primárnímu zobrazení polohy, rychlosti letu, nadmořské výšky nebo parametrů pohonné jednotky potřebných pro každého pilota, aby udržoval výkon ve stanovených mezích v každém normálním provozním režimu.

(4) Nebránit primárnímu zobrazení parametrů motoru potřebných pro každého pilota, aby správně nastavil nebo sledoval parametry v provozním režimu spouštění motoru.

(5) Mít nezávislý ukazatel magnetického kurzu a nezávislý sekundární mechanický výškoměr, ukazatel rychlosti letu, ukazatel magnetického kurzu, ukazatel polohy nebo samostatné elektronické zobrazovací jednotky pro výškoměr, rychloměr a ukazatel polohy, které jsou nezávislé na primárním systému elektrického napájení letounu. Tyto sekundární přístroje mohou být zastavěny na palubní desce mimo primární polohy určené CS 23.1321 (d), ale musí být umístěny tak, aby byly splněny požadavky na viditelnost pilotem dle CS 23.1321 (a).

(6) Zahrnovat vjemové informace, které jsou ekvivalentní těm, které pilotovi poskytovaly přístroje nahrazené elektronickou zobrazovací jednotkou; a

(7) Zahrnovat vizuální zobrazení značení přístrojů požadované CS 23.1541 až 23.1553 nebo vizuální zobrazení, které upozorní pilota na abnormální provozní hodnoty nebo přiblížení se k stanoveným hodnotám omezení pro každý parametr, který musí být zobrazován dle CS-23.

b) Ukazatele s elektronickou zobrazovací jednotkou, včetně jejich systémů a zástaveb a při uvážení ostatních systémů letounu, musí být navrženy tak, aby jedno zobrazení informace důležité pro pokračování v bezpečném letu a přistání zůstalo zachováno pro posádku bez nutnosti okamžitého zásahu kteréhokoliv pilota pro zajištění dalšího bezpečného provozu po jakékoliv jednotlivé poruše nebo pravděpodobné kombinaci poruch.

c) V tomto odstavci se výraz „přístroj“ vztahuje na zařízení, která jsou fyzicky tvořena jednou jednotkou, a zařízení, která jsou složena ze dvou nebo více fyzicky oddělených jednotek nebo částí navzájem propojených (jako je dálkový gyroskopický kompas, který se skládá z magnetického snímače, gyroskopické jednotky, zesilovače a ukazatele, které jsou navzájem propojeny).

4.3 Přehled možných přístrojových desek

V současné době jsou na trhu dostupná mnohá řešení. Existují výrobky, které se označují jako tzv. retro – fity. Jsou určeny k zástavbě do letadel vybavených ještě analogovými přístroji (např.: produkty společnosti Aspen avionics), staršími verzemi glass kokpitů nebo jako alternativa k továrnímu vybavení. Z této kategorie jsou ve výčtu uvedeny systémy Avidyne Entegra R9 a SmartDeck společnosti Esterline CMC Electronic.

Druhou kategorií jsou řešení, která jsou určena jen výrobcům letadel, a není možné je koupit k přestavbě staršího vybavení. V těchto případech není ani zveřejňována jejich cena. Ve výčtu jsou uvedena dvě řešení společnosti Garmin – G1000 a G2000. [32]

4.3.1 Garmin G1000

Tento systém vyvinula a vyrábí americká společnost Garmin. Tento systém je dodáván pouze výrobcům letadel a dle statistik G1000 se nachází ve většině letadel dané kategorie. Koncipován je jako LRU – Line Replaceable Unit. Tato koncepce umožňuje provádět údržbu a výměnu jednotlivých prvků modulárně a tím snížit možnost vzniku chyby vlivem údržby a udržovat tak systém na nejnovějších technologiích. Software je aktualizován SD kartou.

Srdcem G1000 jsou výpočetní jednotky (ADC – Air Data Computer, IAU – Integrated Avionics Unit, Engine and Airframe Unit a AHRS – Attitude and Heading Reference System). Zde jsou zpracovávány data a informace ze senzorů pro příslušné okruhy. Finální výstup je zobrazen na dvou displejích na palubní desce. Hlavním displejem je PFD – Primary Flight Display, kde jsou zobrazeny důležité letové údaje. Najdeme zde ve formě přehledných sloupcových indikátorů údaje o rychlosti (IAS, TAS, Vx, Vy, trend vývoje rychlosti) a výšce (Výška, vertikální rychlost a trend vývoje výšky), umělý horizont, dále HSI – Horizontal Situation Indicator a další. [33]

Druhý displej je MFD – Multi-Function Display, kde je zpravidla zobrazena mapa, aktivní letový plán a také panel údajů vztahujících se k pohonné jednotce. Oba displeje jsou zobrazený na obrázku 12.

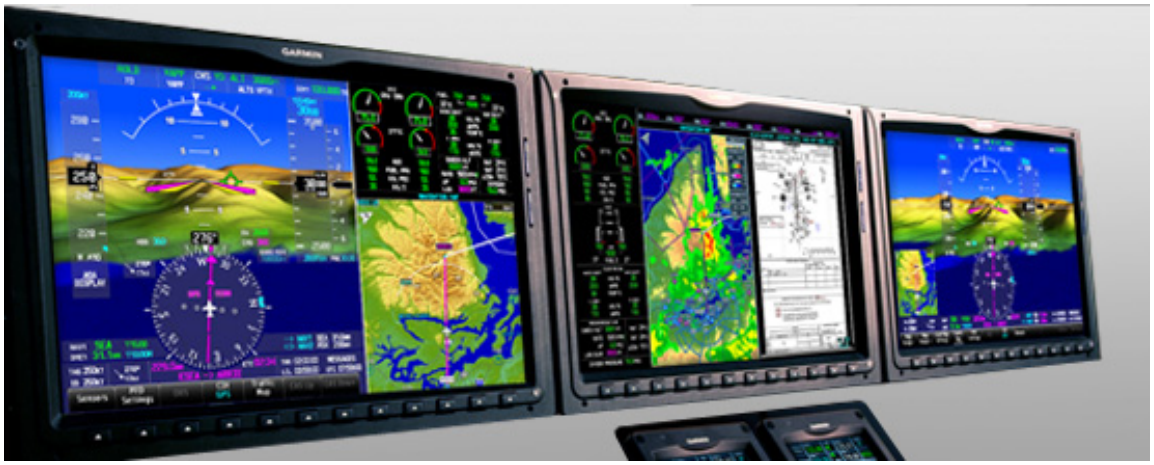
Obrázek 12 - PFD a MFD displej G1000

Zdroj: http://www.aeroprague.com/cz/garmin1000.htm

Velkou výhodou výcvikových letadel vybavených G1000 je jejich zvýšená bezpečnost – na palubě máte k dispozici zobrazení mapového podkladu s funkcí varování před terénem (Jednotlivé oblasti a překážky jsou vyznačeny žlutě, pokud je letadlo pouze 100 – 1 000 ft nad nimi a červeně, pokud je letadlo pod úrovní překážek, nebo maximálně do 100 ft nad nimi). [33]

4.3.2 Garmin G3000

Garmin G3000 je produktem společnosti Garmin pro turbovrtulové letouny. Systém přispívá ke snížení zátěže posádky a zvýšení bezpečnosti letu. G3000 díky třem velkoplošným LCD displejům (dva PFD a jeden MFD s plnou reverzní zálohou), které jsou zobrazený na obrázku 13, nabízí nejnovější technologie, včetně syntetického vidění, které obsahuje údaje terénu TAWS-B a varování.



Obrázek 13 - Displeje systému G3000

Zdroj: https://buy.garmin.com/en-NZ/NZ/p/66916

Revoluční je ovládání systému pomocí modulů s dotykovými displeji, s jejichž pomocí se ovládají všechny navigační funkce, komunikace, ale i systémy letadla podobně jako dnes ovládáme funkce oblíbených mobilních telefonů. Novinkou je rovněž integrace Wi-Fi připojení, pomocí něhož si systém bude automaticky updatovat navigační databáze a posílat výrobci k vyhodnocení technická data letadla. [34]

4.3.3 Avidyne Entegra R9

Americká společnost Avidyne je druhým nejznámějším výrobcem integrované avioniky. V současné době je rovnocenným soupeřem společnosti Garmin. Entegra má koncepci LRU stejně jako G1000. Entegra je nabízena i jako tzv.: retro – fit. Je možno ji nalézt v letounech Cirrus SR22, Piper Matrix, EXTRA EA-500. Aktualizace softwaru je zajištěna USB portem. Níže popsaný systém je již devátou vývojovou řadou, která přinesla mnohá vylepšení. Použitím zdvojené sběrnice je zabráněno kaskádovitému selhání, kdy jedna chyba nezpůsobí pád dalších systémů. Zdvojené FMS poskytuje automatickou zálohu a použití dvou ADAHRS umožňuje automatické přepínání v případě poruchy a to bez ztráty jakékoli funkce. Spojení LCD displejů a FMS je zajištěno skrze ARINC 653. [32]

Obrázek 14 - egrované letové displeje IFD5000 (PFD a MFD)
Zdroj: diplomová práce LIBERDA (2013)

4.3.4 SmartDeck

Původně tento systém vyvíjela společnost L3 Avionics Systems. Společnost Esterline CMC Electronic se do tohoto projektu zapojila v roce 2010. V současnosti je to jeden ze systémů, který má výrazně větší displeje.

Umožňuje zobrazení historie chodu motoru (teplotu oleje, tlak oleje a otáčky za minutu) – zobrazuje předcházejících 10 minut. Aktualizace softwaru je řešeno prostřednictvím SD karty. Tento systém je možno nalézt v letounech Cirrus SR 22, Co50 Valkyrie a EV-55 Outback. [32]

Obrázek 15 - Displeje a ovládač displejů výrobku SmartDeck 25

Zdroj: diplomová práce LIBERDA (2013)

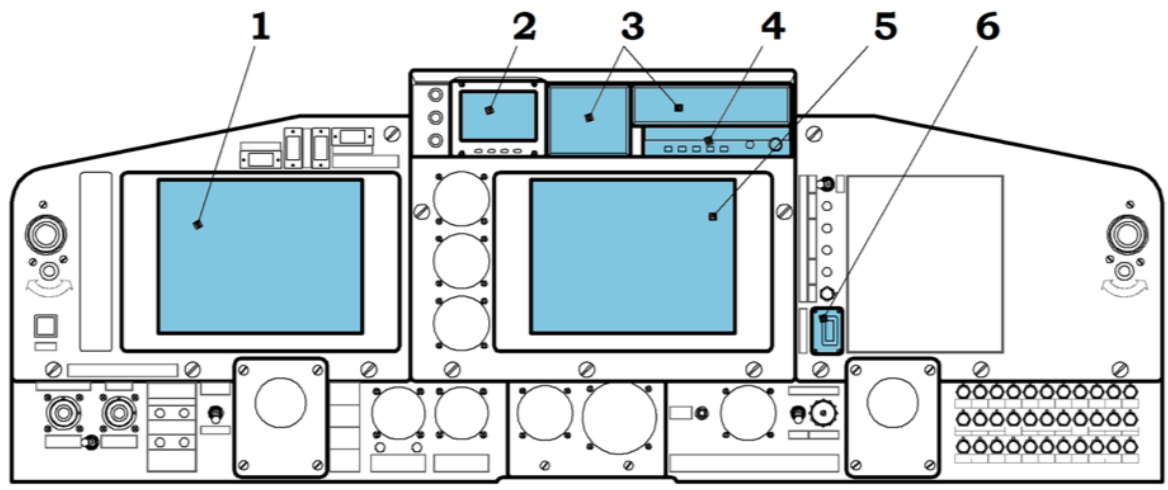
4.4 Možná řešení instalace pro letoun SM-92TE

Palubní deska letounu SM-92 umožňuje instalaci všech výše zmíněných systémů a je jen na volbě zákazníka, zda se rozhodne pro některý z popsaných systémů. V základní konfiguraci je letoun SM-92 vybaven systémem G1000, ale je možné jej modifikovat i na analogové přístroje.

Při volbě systému by kromě ceny měl zákazník vzít v úvahu ještě následující kritéria. První kritériem je perspektiva do budoucnosti. Jestliže je systém vybudován jako LRU, je zajištěna snadná modernizace a údržba jednotlivých komponent. Druhým kritériem je spolehlivost systému. Ta je zvýšena v případě instalace druhého AHRS. Třetím kritériem jsou vlastnosti LCD displejů. Displeje s větší úhlopříčkou jsou schopné zobrazit informace přehledněji a současně doplnit o jiné údaje (např.:

mapy, plánky). A to vše na jednom displeji. V úvahu je potřeba také vzít prodejní strategii výrobce letadel. Letectví je sice trhem globálním, ale výrobce vždy cílí na určitou skupinu potencionálních zákazníků.

Na následujících dvou obrázcích 16 a 17 je zobrazeno schematické umístění jednotlivých komponent avionických systémů, rozložení bylo vytvořeno na základě předpisových požadavků, které byli popsané výše.



Obrázek 16 - Schematické umístění jednotlivých komponent avionických systémů

Zdroj: Letadlo SM–92TE, Technický popis, SCF Technoavia, Moskva, 2015

1 – primární displej **GDU 1040**

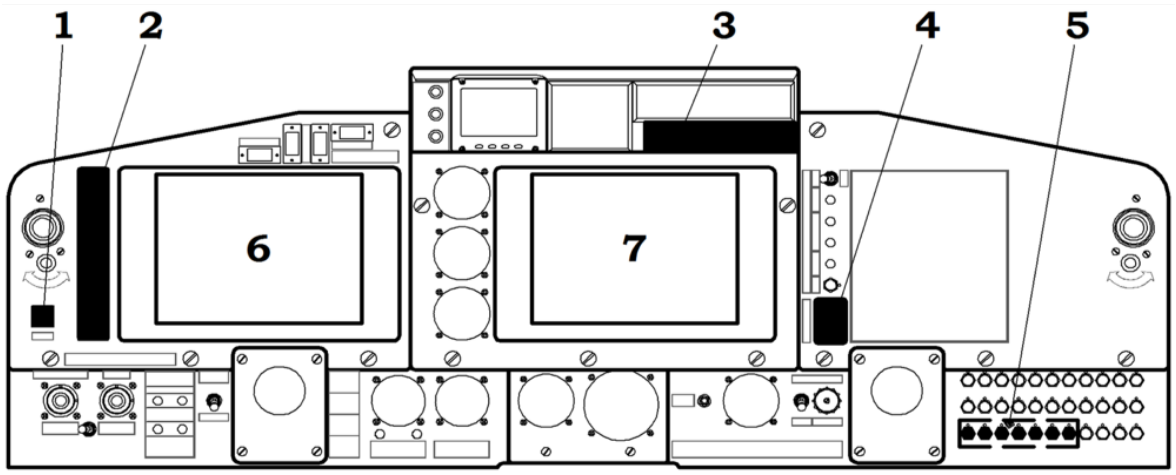
2 – záložní displej **Trilogy ESI-2000**

3 – signální tablo

4 - ADF **KR-87**

5 – multifunkční displej **GDU 1040**

6 – nouzový maják polohy **KANNAD 406AF**



Obrázek 17 - Schematické umístění jednotlivých komponent avionických systémů.

Zdroj: Letadlo SM–92TE, Technický popis, SCF Technoavia, Moskva, 2015

1 – světelná indikace **УКВ-1**

2 – audiopanel **GMA 1347**

3 – ADF **KR-87**

4 – nouzový maják polohy **KANNAD 406 AF**

5 – úsekové jističe

6 – primární displej **GDU 1040**

7 – multifunkční displej **GDU 1040**

Vzhledem k velikosti přístrojové desky nebude v budoucnu problém osadit letoun SM-92TE prakticky jakýmkoliv novým typem elektronické přístrojové desky.

5 Konstrukční a systémové inovace

Táto část vychází z původní provozní příručky SM-92 [1], technická a odborná stránka byla konzultována s profesionálními odborníky z řad pilotů a techniků.

Vybavení rozšiřující možnosti využití

Pro rozšíření provozních schopností letadla jako víceúčelového je k dispozici následující dodatečné vybavení:

1. **Ližinový podvozek** je určen k provozu letadel ze sněhem kontaminovaných drah v zimě. Výměna kol na lyže se provádí na provozní ploše během 2-3 hodin.

2. **Kombinovaný podvozek kola a lyží** zajišťuje provoz ze zasněžených a zpevněných plochách letišť.

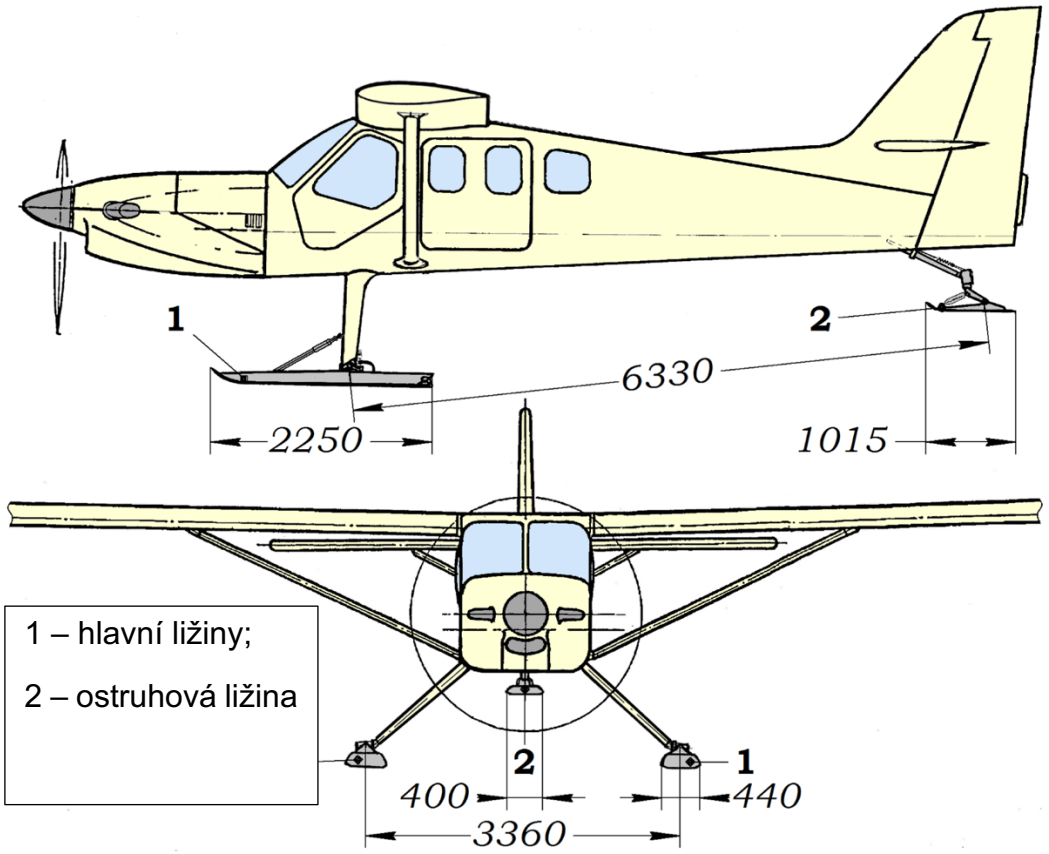
3. **Plováky** zajišťují vzlet a přistání z řek, jezer a vodních nádrží. Výměna kolového podvozku za plováky se provádí během 3 až 4 hodin.
   Při přistání na vodě do speciálních nádržích umístěných v plovácích (uzavřené komory), může být provedeno načerpaní vody (1 300 litrů) určené k hašení požáru.
4. **Obojživelný podvozek** zajišťuje vzlet a přistání jak z vodní hladiny, tak z nezpevněných drah. Výměna kol na obojživelný podvozek se provádí na provozní ploše.
5. **Zařízení pro přepravu zboží** v nákladním prostoru a prostoru pro cestující, včetně sítě pro ukotvení nákladu.
6. **Sanitní provedení** včetně nosítek zabezpečujících přepravu dvou pacientů na nosítkách s doprovodem zdravotníka.
7. **Zařízení pro provádění výsadků**, včetně stupačky, zábradlí a lana pro padákové karabiny.
8. **Závěsný kontejner pod trup** pro přepravu nákladu (kontejner je snadno odnímatelný, objem kontejneru je 1 900 litrů, hmotnost nákladu v kontejneru není omezena v rámci vzletové hmotnosti letadla).
9. **Zařízení pro hašení požárů,** včetně zavěšeného kontejneru pro hasicí kapalinu o objemu 1 300 litrů.

10. **Zařízení pro hlídkové a pozorovací lety (hlídková verze)**, včetně elektronickooptického systému se zobrazovacím zařízením, termokamerou a laserovým dálkoměrem, dále radaru pro boční snímání a radiového spojení pro přenos informací.
11. **Pneumatický protinámrazový systém firmy BF-Goodrich (USA)**.
12. **Kyslíkový systém firmy «AEROX»** (pro posádku a cestující) umožňuje lety až do výšky 6000 metrů.
13. **Klimatizační systém firmy «KEITH» (USA)**.
14. **Vlečné zařízení pro vlečení sportovních kluzáků** (je dovoleno táhnout tři kluzáky současně).
15. **Zařízení pro postřik v zemědělství** včetně závěsné nádrže pro chemikálie a variabilních rozprašovačů firmy "MICRONEYR".
16. **Přídavné palivové nádrže instalované na koncích křídel.**
17. **Přídavné palivové nádrže instalované v prostoru pro cestující umožňují prodloužení traťového doletu až na 3000 km.**

Všechna výše uvedená zařízení při instalaci na letadlo SM-92TE nevyžadují zlepšení konstrukce a můžou být namontovány na letoun na provozní ploše bez použití speciálních zařízení s minimálním úsilím a v co nejkratším čase. Veškeré možnosti vybavení dodává výrobce letadla podle doplňkové dohody jako jedna z možných variací.

5.1 Ližinový podvozek a kombinace kolového a ližinového podvozku

Pro zajištění provozu letadla ze sněhem kontaminovaných drah a ploch v zimě se používá ližinový podvozek, který se skládá z jedné ostruhové a dvou hlavních ližin namontovaných na podvozek namísto kol. Schéma ližinového podvozku je zobrazena na obrázku 18.



Obrázek 18 - Schéma ližinového podvozku SM-92TE

Zdroj: Letadlo SM–92TE, Technický popis, SCF Technoavia, Moskva, 2015

Ližiny letadla SM-92TE mají poměrně velkou plochu, což zajišťuje nízké plošné zatížení sněhové pokrývky a možnost vzletu a přistání z neupravených míst pro vzlet.

Za letu jsou ližiny upevněny pomocí pružinových tlumičů, jejichž pružiny se při přistání natahují a během vzletu a pojíždění nevytváří odpor. Tlumiče hlavních ližin a ostruhová ližina mají stejnou konstrukci, ale liší se velikostí a vlastnostmi.

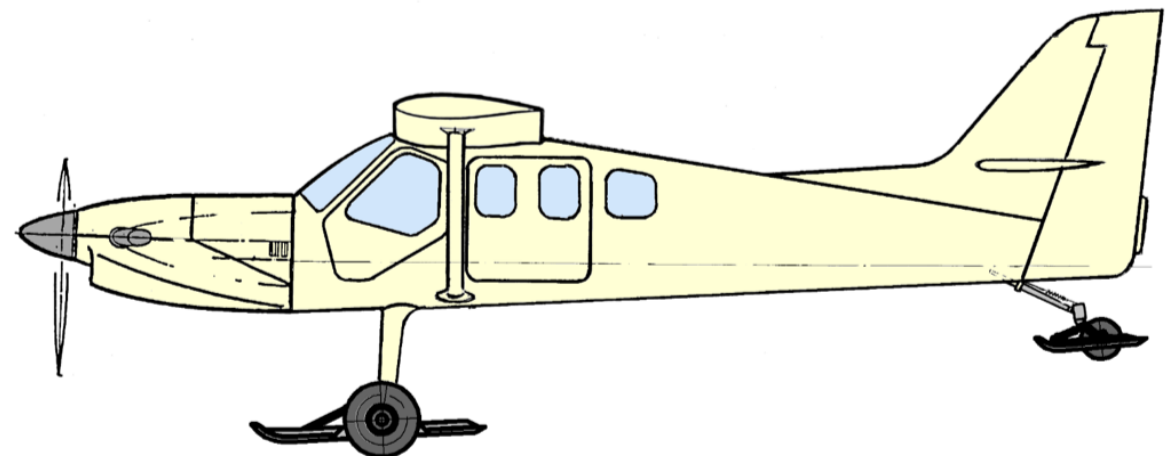
5.2 Kombinace kolového a ližinového podvozku letounu SM-92TE

Je-li nutné provozovat letadlo na zasněžených a zpevněných vzletových a přistávacích dráhách, používá se kombinace kolového a ližinového podvozku,

která je znázorněna na obrázku 19. V této variantě hlavní podpěry kromě kol jsou také vybaveny zvedacími ližinami.

Hlavní lyže jsou vybaveny brzdami, které se podobají "hřebenu", sestavenému z brzdových háků. Ostruhová ližina nemá brzdy.

Ližiny jsou vyrobeny z vícevrstvého kompozitu, jejich kluzná plocha je vyrobena z nízkozátěžového polyethylenu, který zabraňuje přimrznutí ližin ke sněhovému povrchu a zajišťuje minimální tření při rozjezdu letadla. Letové a technické charakteristiky letadla při použití obyčejného, ližinového a kombinovaného podvozku jsou prakticky stejné.



Obrázek 19 - Kombinace kolového a ližinového podvozku letounu

Zdroj: Letadlo SM–92TE, Technický popis, SCF Technoavia, Moskva, 2015

5.3 Plováky a obojživelný podvozek

Plováky umožňují vzlet a přistání z vodních ploch, které zabezpečují rozjezd a pohyb letadla při přistání od místa dotyku až po úplné zastavení do délky 800 metrů. Plováky lze namontovat na jakékoliv letadlo SM-92TE za podmínek provozovatele bez jakýchkoliv úprav konstrukce draku.

Pro namontování plováků na letadlo je zcela demontováno přistávací zařízení (pozemní podvozek) a na jeho místo je namontován systém vzpěr a podpěr, které zajišťují upevňování plováků.

Plováky SM-92TE jsou celokovové, nýtované. Na plovácích jsou namontována kormidla pro řízení na vodní hladině a ovládání je spřaženo s řízením směrového kormidla. Levý a pravý plovák se liší pouze uspořádáním upevňovacích bodů a výstupy kabelů řídicího systému. Demonstrace využití plováku u SM-92TE je na obrázku 20.

Obrázek 20 - Verze SM-92TE s plováky
Zdroj: Letadlo SM–92TE, Technický popis, SCF Technoavia, Moskva, 2015

Letouny SM-92TE s plováky mohou být použity v protipožární verzi, přičemž jsou plováky vybaveny systémem odběru (při přistání na vodě) a vypouštění vody. V uzavřených prostorách plováků se nachází voda o celkovém objemu až 1 300 litrů. Během čerpání se do vody přidává speciální směs, která zvyšuje protipožární vlastnosti kapaliny.

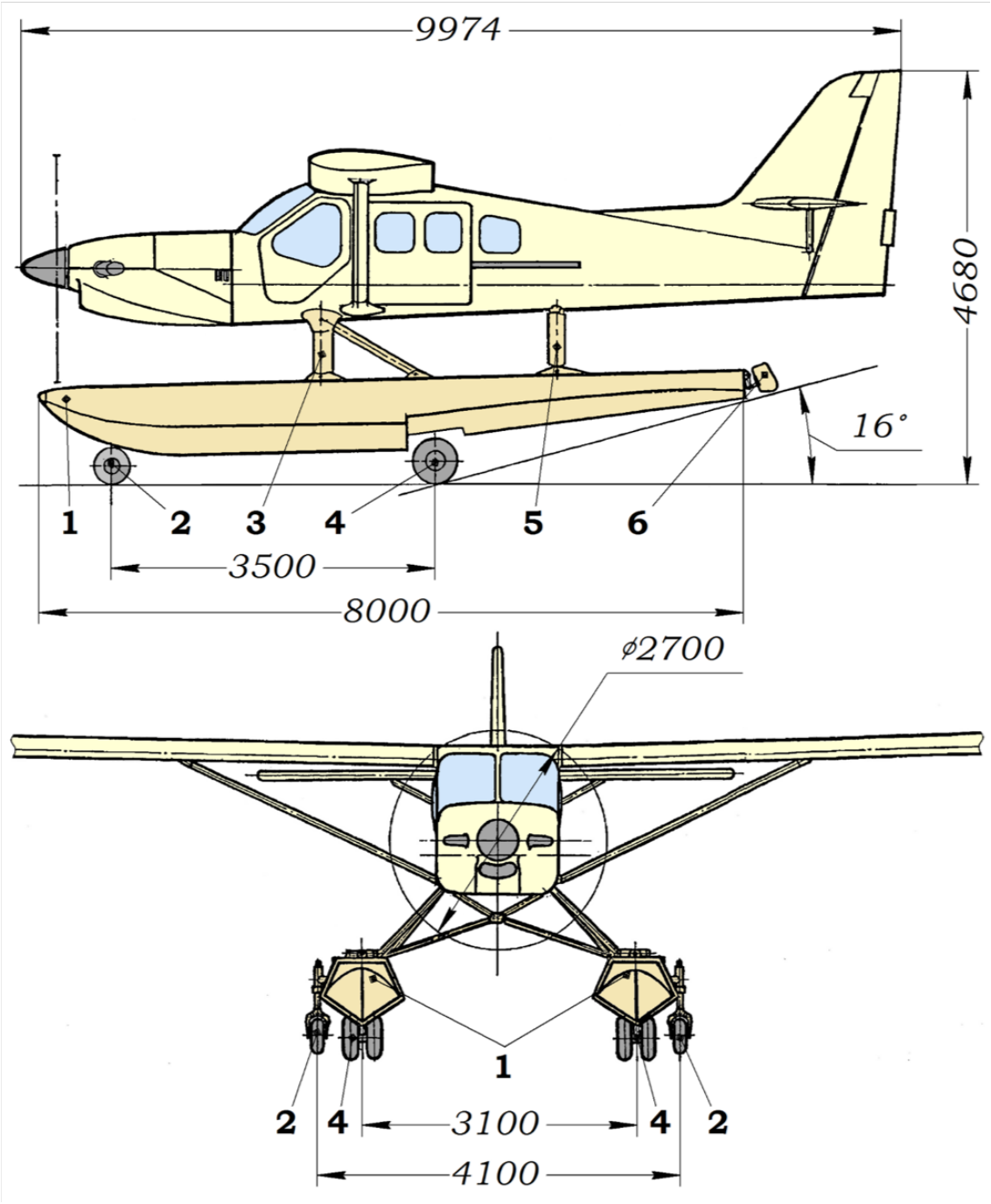
Obrázek 21 - Verze SM-92TE s obojživelným podvozkem

Zdroj: Letadlo SM–92TE, Technický popis, SCF Technoavia, Moskva, 2015

V případě potřeby provozu letadla na vodních a pozemních letištích se používá obojživelný podvozek, který vidíme na obrázku 21. Obojživelný plovák a systém jeho instalace se neliší od obyčejných plováků, pouze se na každý plovák namontuje pozemní zatahovací podvozek, skládající se z příďového a hlavního podvozku, následně na obrázku 22 je uvedeno schéma obojživelného podvozku. Velikost kol a pevnost podvozku umožňují vzlet a přistání z nezpevněných letišť s nízkou únosností půdy.

Zatahování podvozku se provádí elektromechanicky (samostatný okruh pro každý plovák), ovládání brzd kol je hydraulické, zvednutí vodních kormidel při přistání se také provádí elektromechanicky.

S plováky a obojživelným podvozkem se dodává sada pozemních zařízení, která zajišťují provoz letadla na vodě, jakož i rychlou montáž a demontáž plováků.



Obrázek 22 - Schéma obojživelného podvozku letadla SM-92TE

Zdroj: Letadlo SM–92TE, Technický popis, SCF Technoavia, Moskva, 2015

1 – plováky;

2 – příďová vzpěra podvozku;

3 – přední vzpěra upevnění plováků;

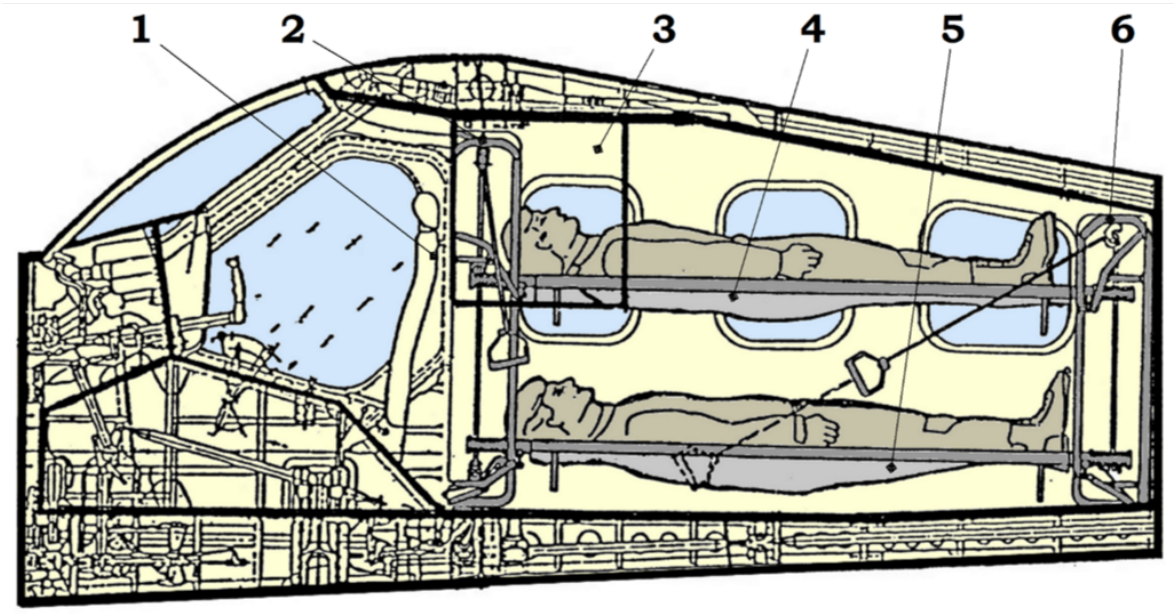
4 – hlavní vzpěra podvozku;

5 – zadní vzpěra upevnění plováků;

6 – plováková kormidla.

5.4 Sanitní verze letadla

V sanitní verzi může být SM-92TE použit pro přepravu dvou pacientů na nosítkách s doprovodem jednoho nebo dvou zdravotníků a poskytování naléhavé lékařské pomoci pacientům za letu a na místě přistání letadla tak, jak je představeno na obrázku 23. Do sanitní verze je letadlo převedeno přímo na letištní ploše během 30 minut.



Obrázek 23 – Sanitní verze SM-92TE

Zdroj: Letadlo SM–92TE, Technický popis, SCF Technoavia, Moskva, 2015

1 - místo pilota a jednoho z doprovodných zdravotnických pracovníků (nebo pilota a sedící pacient);

2 – přední snadno demontovatelná podpěra pro upevnění nosítek;

3 – skříň pro speciální vybavení a medikamenty;

4 – horní nosítka;

5 – dolní nosítka;

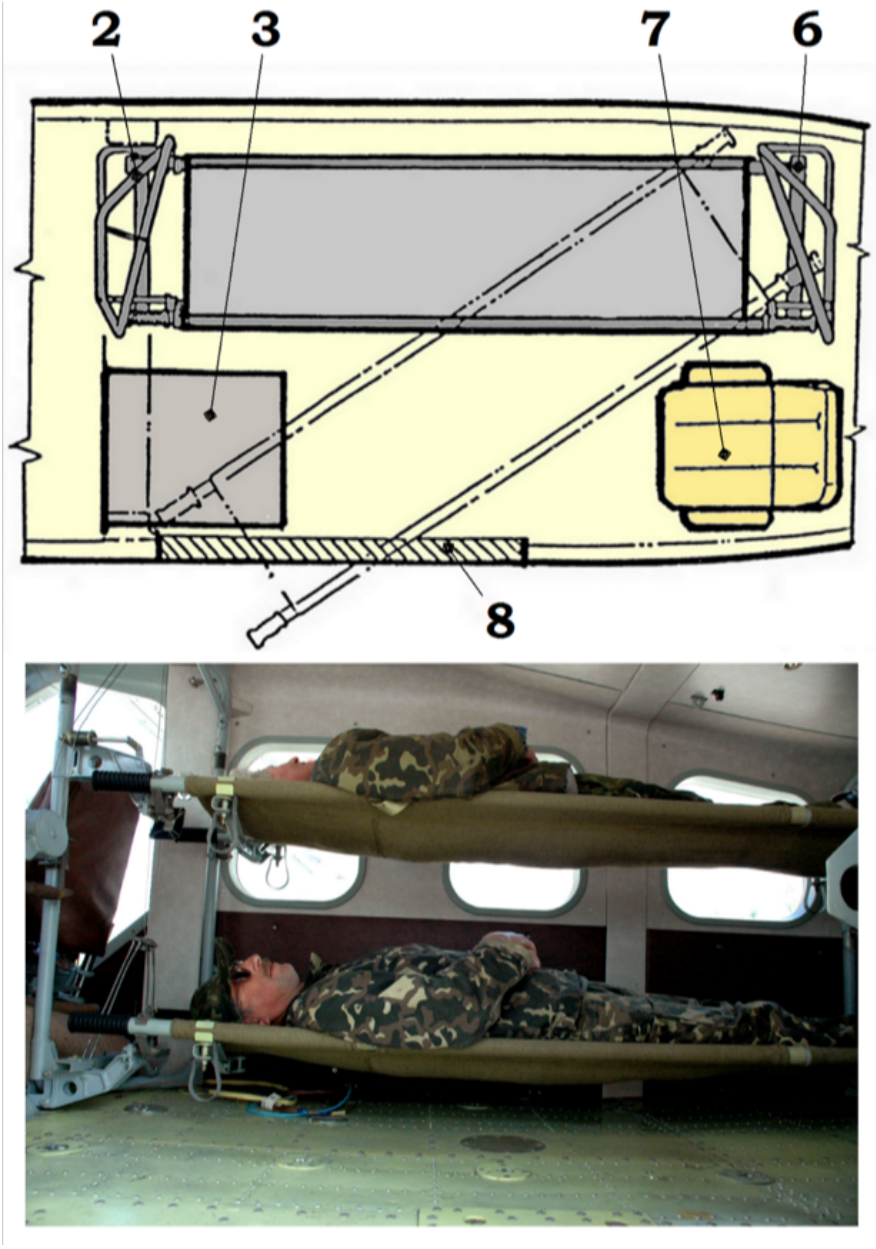
6 – zadní snadno demontovatelná podpěra pro upevnění nosítek;

7 – místo druhého zdravotníka;

8 – vstupní dveře.

Nosítka jsou v kabině letadla umístěna na pravé straně ve dvou úrovních – horní a dolní (obrázek 24). Pro zvedání nosítka na horní pozici se používá lanový systém s kladkostrojem. Lékařské vybavení je umístěno ve skříni, která je upevněná ke stropu kabiny na levé straně ve směru letu.

Doprovodný zdravotník sedí v prostoru pro cestující na standardním osobním sedadle obličejem ve směru letu. Pokud je to nutné, druhý zdravotník (nebo sedící pacient) může být umístěn na sedadle pravého pilota.



Obrázek 24 - Uspořádaní kabiny SM-92TE v sanitní verzi.

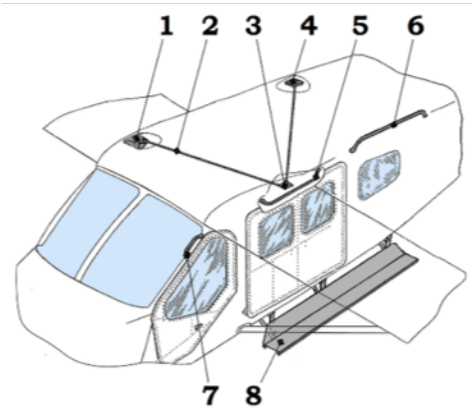
Zdroj: Letadlo SM–92TE, Technický popis, SCF Technoavia, Moskva, 2015

5.5 Výsadková verze

Vzájemné uspořádání křídla, ocasu a velkých posuvných dveří SM-92TE usnadňuje opouštění letadla bez nebezpečí střetu s konstrukcí, což umožňuje použití SM-92TE při výcviku výsadkářů: sportovců, hasičů a vojáků speciálních vojenských útvarů.

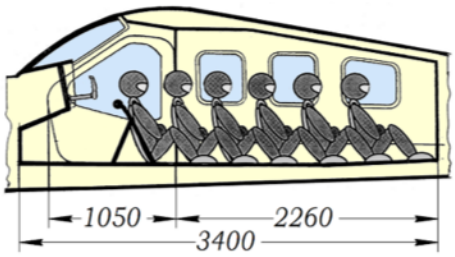
Vysoká výkonnost letadla zajišťuje rychlé stoupání letadla s výsadkáři. Přičemž cyklus, zahrnující nastup parašutistů do letadla, vzlet, stoupání 4000 metrů, seskok, sestup a přistání trvá nejdéle 15 minut a provádí se skrz za letu otevřené dveře se všemi typy padáků při rychlostech 130–160 km/h.

Při provádění seskoků muže být v kabině na podlaze umístěno až deset parašutistů. Při tomto využití jsou demontována všechny sedadla z prostoru pro cestující a také je odstraněno sedadlo pravého pilota a na jeho místo je instalován speciální kryt sloupku řízení. Na obrázku 25 je schematické umístění zařízení pro seskok parašutistů v letadle SM-92TE a umístění parašutistů v kabině.

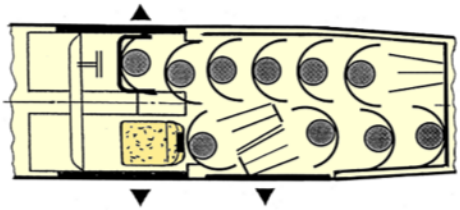


1 – přední konzola upevnění lana;
2 – lano;
3 – dvojitá konzola upevnění lana;
4 – zadní konzola upevnění lana;
5 – vnitřní madlo;
6 – vnější zádní madlo;
7 – vnější přední madlo;
8 – stupátko.

Levá strana paluby letadla



Pravá strana paluby letadla



Obrázek 25 - Umístění zařízení pro seskok parašutistů v letadle SM-92TE a umístění parašutistů v kabině

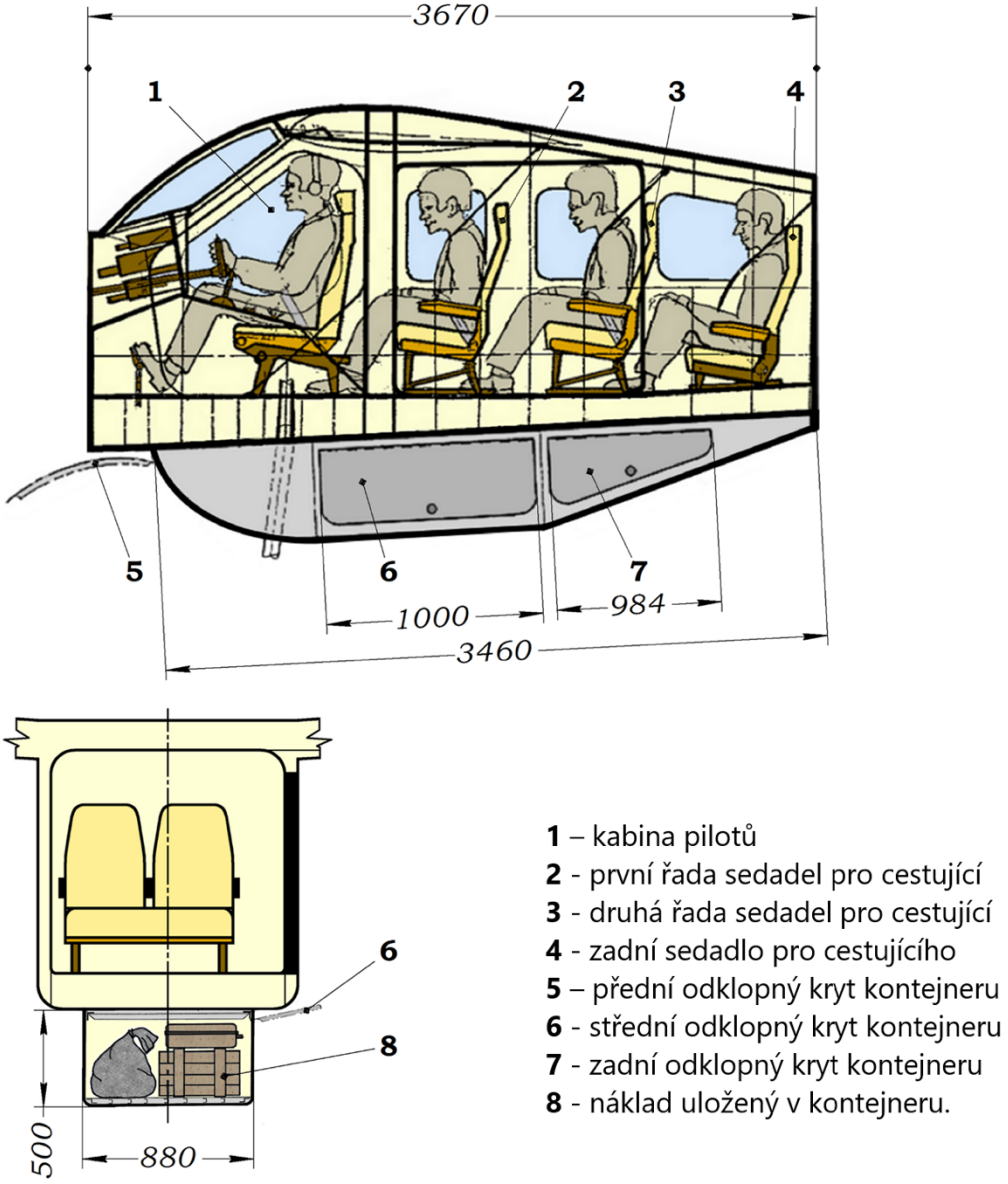
Zdroj: Letadlo SM–92TE, Technický popis, SCF Technoavia, Moskva, 2015

Vybavení parašutistů zahrnuje madla v kabině a na vnějším povrchu trupu, stupátko pod dveřním otvorem kabiny letadla a lano pro upevnění karabin pro automatické otevření padáků.

5.6 Závěsný kontejner pod trup

Pro zvětšení objemu potřebného pro umístění a přepravu zavazadel a nákladu na SM-92TE je zajištěna instalace snadno demontovatelného závěsného nákladního kontejneru. Kontejner je umístěn pod trupem, upevněn dvěma zámky instalovanými na potahu podél osy letadla. Na levé straně kontejneru a v přední části jsou dvířka

pro nakládání zavazadel. Pro přepravu a instalaci kontejneru (jak prázdného, tak i naloženého) součástí vybavení je vozík se šroubovým zdvihem. Maximální hmotnost naloženého kontejneru je 300 kg. Kontejner lze použít s jakoukoli variantou podvozku pro provoz na pevném povrhu. Na obrázku 26 je zobrazeno uspořádaní kabiny letounu SM-92TE při instalaci závěsného kontejneru.



Obrázek 26 - Uspořádaní kabiny letounu SM-92TE při instalaci závěsného kontejneru

Zdroj: Letadlo SM–92TE, Technický popis, SCF Technoavia, Moskva, 2015

Pro použití protipožární verzi SM-92TE existuje hermeticky uzavřená verze závěsného kontejneru (kontejnerová nádrž) pro hašení menších požárů (zdrojů

vznícení). Kapacita zásobníku je 1 300 litrů. Jako hasicí kapalina je používána voda se speciálními přísadami, což značně zvyšuje hasicí vlastnosti vody a umožňuje i při nepatrném objemu kapaliny účinně bojovat proti požárům. Jakékoliv zdokonalení konstrukce pro použití letadla v hasičské verzi není nutné. Nádrž pro hasební látky je vybavena systémem pro rychlé vypouštění kapaliny s elektrickým ovládacím tlačítkem na sloupu řízení pilota. Navíc snadno demontovatelná kontejnerová nádrž se používá i v zemědělské verzi letadla pro umístění kapalné chemikálie.

Konstrukčně je kontejner nýtovaná nádrž s otvorem v horní části, s příčnou sadou dvou výztužných lan a třemi nosnými profily vzájemně propojenými podélnými silovými pásy na horním a spodním okraji. Ve spodní části je nákladní podlaha.

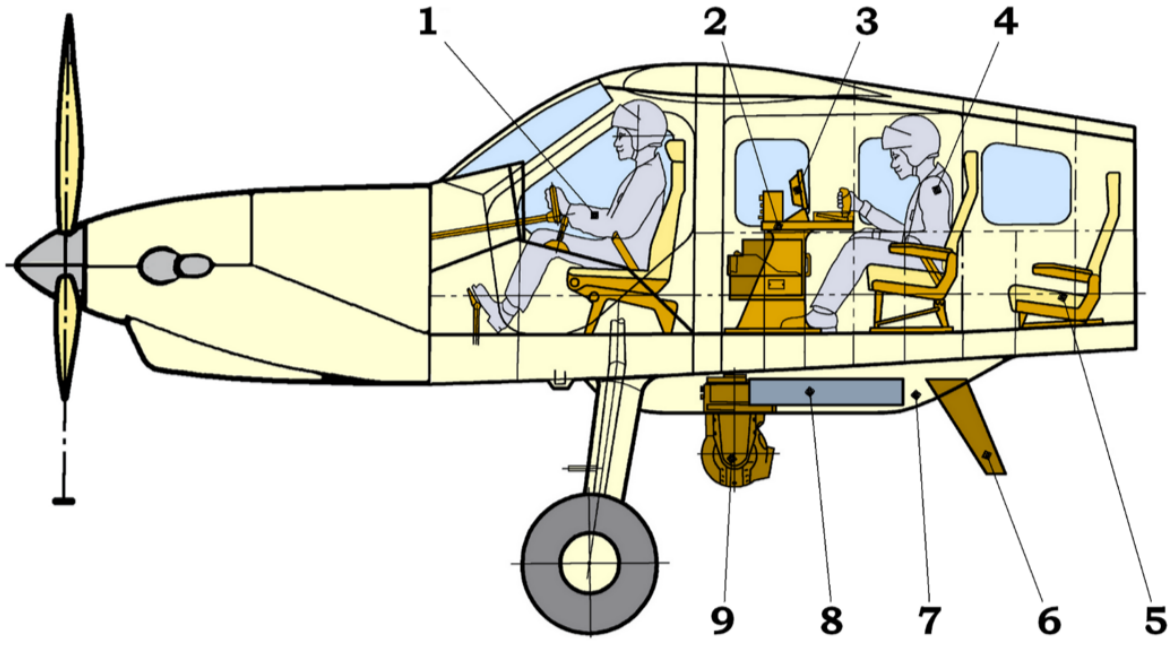
Úplná zaměnitelnost kontejnerů, rychlá montáž a demontáž z letadla, možnost jejich přepravy a instalace naloženého kontejneru pomocí speciálního vozu, umožňují použití kontejneru na letadle SM-92TE s minimální ztrátou času na přípravu letadla před odletem. Přitom rozměr kontejneru umožňuje přepravu dlouhých nákladů, například lyží, potrubí atd.

5.7 Hlídková verze

K splnění zvláštních úkolů souvisejících s ochranou různých objektů lze v letadle v pozorovací verzi instalovat následující speciální vybavení:

- Závěsný kontejner, ve kterém jsou rozmístěny elektronickooptický systém (termokamery, zobrazovací zařízení, laserový dálkoměr-všechno na stabilizační základně se zajištěním neomezeného výhledu v rozsahu 360 stupňů horizontálně a 180 stupňů vertikálně); radar pro boční snímání zabezpečující sledování zemského povrchu za jakýchkoliv meteorologických podmínek; radiové spojení pro přenos informací na pozemní stanoviště řízení.
- V kabině letadla namísto první řady sedadel je namontován snadno demontovatelný stůl operátora s ovládacími panely pro elektronickooptický systém a radar, sledovací monitory na standardním sedadle pro cestujícího.
- Posádku letadla tvoří ve hlídkové verzi dvě nebo tři osoby.

Schematický popis tohoto vybavení je představen na obrázku 27.



Obrázek 27 – Schémata hlídkové verze

Zdroj: Letadlo SM–92TE, Technický popis, SCF Technoavia, Moskva, 2015

1 – posádka (jeden pilot při letu za viditelnosti ve dne, dva piloty při letu dle přístrojů ve dne a v noci);

2 – stůl operátora s ovládacími panely pro elektronickooptický systém a radar;

3 – sledovací monitory;

4 – operátor (jeden nebo dva);

5 – dodatečné sedadlo pro spolucestujícího;

6 – anténa radiového spojení pro přenos informací na pozemní stanoviště řízení;

7 – závěsný kontejner s elektronickooptickým systémem;

8 – anténa radaru pro boční snímání;

9 – elektronickooptický systém Cobolt 350 (Švedsko) (termokamery, zobrazovací zařízení, laserový dálkoměr).

5.8 Zemědělská verze

Letoun SM-92TE lze použít v zemědělské verzi bez jakýchkoliv změn konstrukce. Hermeticky uzavřena nádrž pro kapalné chemikálie je zavěšena pod trupem. Nádrž na kapalné chemikálie má objem 1300 litrů, v nádrži je integrován systém řízení pro distribuce kapaliny postřikovačům. Snadno demontovatelné potrubí pro postřikování chemickými látky se instalují pod křídlo. Dlouhá ráhna postřiku po celé délce rozpětí zajišťují značnou šířku pásu ošetřené půdy.

Při přestavbě na zemědělskou verzi podléhá prostor pro cestující hermetizaci a je v něm umístěn kompresor, který umožňuje udržovat zvýšený tlak v kabině, a vzduchový filtru pro čištění vzduchu proudícího skrz kabinu. Posádku letadla v zemědělském provedení tvoři jeden pilot. Při technickém přeletu na pravém sedadle může být umístěn technik letadla. Letadlo je vybaveno západoevropským nebo americkým zemědělským zařízením.

Při instalaci nádrže na kapalné chemikálie na vnějším závěsu není vnitřní prostor letounu kontaminován chemikáliemi, což umožňuje realizovat koncept víceúčelového zemědělského letounu, který může také řešit úkoly přepravy zboží, cestujících, hlídky, sanitní přepravy, seskoky atd.

Letadlo SM-92TE má celokovovou konstrukci. U kusů, které se budou používat na zemědělské práce, mají všechny kovové části navíc speciální antikorozní nátěr.

Letoun používány v zemědělství je vybaven speciálním elektronickým GPS přijímačem s názorným zobrazením z perspektivy pohledu pilota, který umožňuje provádět ošetření všech polí a ploch s vysokou přesností bez pomoci pozemních signalizátorů.

Podvozek s ostruhovým kolem a koly s velkým průměrem předpokládá provoz letadla z nezpevněných ploch, a dokonce i z orné půdy.

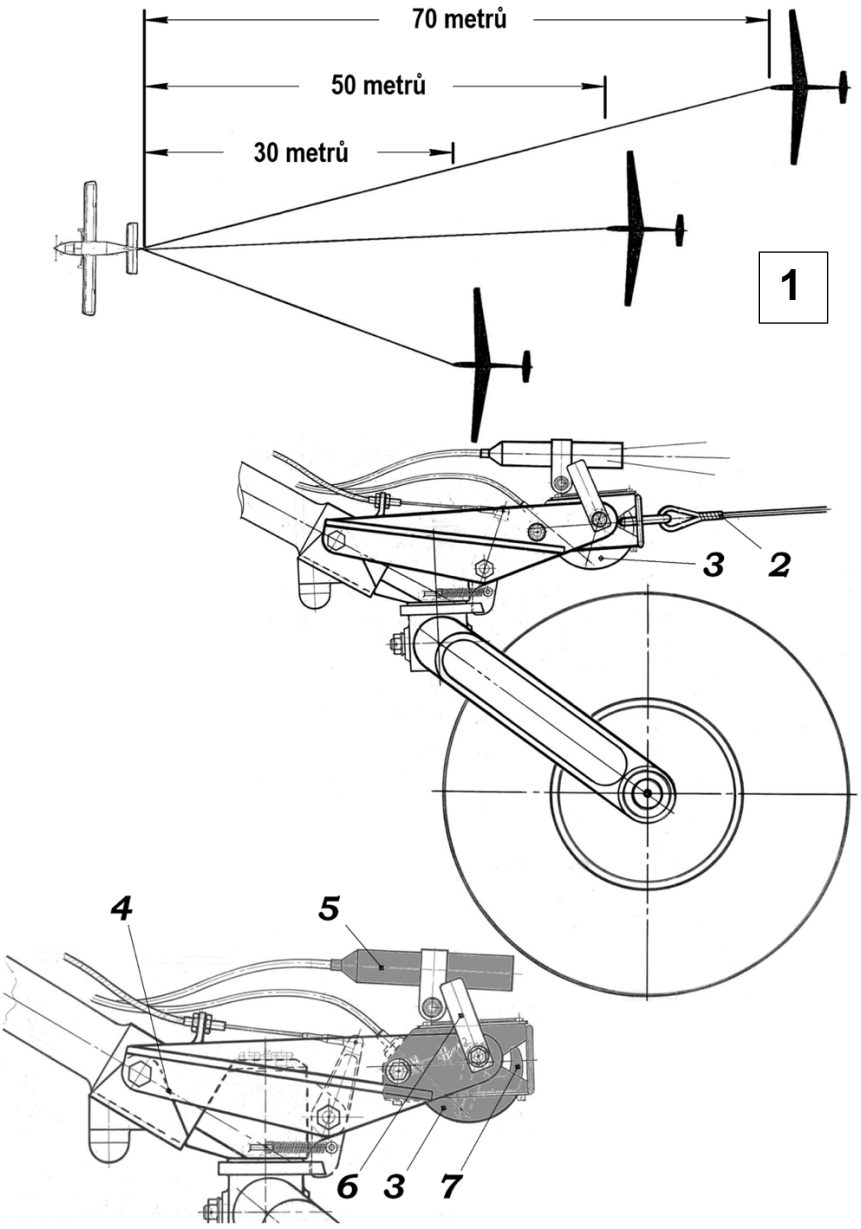
Použití pro zemědělské práce víceúčelového letadla místo specializovaného v oblastech, kde letecké zemědělské práce mají epizodickou (sezónní) povahu, umožní podstatně snížit náklady na provoz a údržbu letadla úplným odstraněním sezónních prostojů.

5.9 Vlečení sportovních kluzáků

Letoun SM-92TE lze v aeroklubech a leteckých školách využít k výuce a výcviku pilotů, seskoku parašutistů, a také pro vlečení sportovních kluzáků (obrázek 28). Vysoký výkon motoru SM-92TE umožňuje současně vléct až tři kluzáky. Rychlost vlečení je nejméně 130 km/h.

Současně vysoký přebytek výkonu umožnuje vysokou rychlost stoupání letounu s vlečenými kluzáky. Pro provedení tažení kluzáků je na ocasní opěru podvozku

instalován tažný zámek, ovládací lano pro otevírání zámku je vtaženo do kokpitu pilota, rukojeť ovládání zámku je instalována pod palubní deskou.



Obrázek 28 – Vlečení kluzáků

Zdroj: Letadlo SM–92TE, Technický popis, SCF Technoavia, Moskva, 2015

1 – Vlečení třech kluzáků letadlem SM-92TE;

2 – tažné lano;

3 – tažný zámek;

4 – polohovací konzola zámku;

5 – videokamera;

6 – rukojeť ovládání zámku;

7 –hák

Pro výhled a sledování kluzáků během tažení je na letadle instalován jednoduchý systém sledování s videokamerou na ocasní opeře podvozku vedle tažného zámku. Zobrazení se může zobrazit na obrazovce multifunkčního ukazatele "Garmin" z letové navigační soupravy letadla nebo na speciálním malém displeji umístěném v oblasti přístrojové desky v zóně viditelnosti pilota. Videosystém také funguje jako DVR a může být použit pro analýzu během výcviku/zaškolení na tažné lety.

Technické parametry letadla a podvozku s ostruhovým kolem umožňují přistání na nouzových plochách a následné odvlečení kluzáků z těchto ploch.

Použití víceúčelového letadla pro tažení kluzáků při nevýznamném množství těchto prací je ekonomicky výhodnější než použití speciálních vlečných letadel.

5.10 Hlídková verze pro ochranu lesních porostů

SM-92TE může být účinně používán k ochraně lesů. Při té příležitosti může být prováděn monitoring lesních porostů a detekci požárů, hašení požárů, seskok parašutistů s hasičským vybavením, dodávku nákladu a techniky používané k hašení požárů v zasažených oblastech, přepravu cestujících, nemocných a zraněných.

Podmínky používání letadla v této verzi:

- Výška letu je až do 6 000 metrů (s použitím kyslíkového vybavení posádkou), 4 000 metrů bez kyslíkového vybavení;
- trvání hlídkových letů – do 10 hodin;
- nepřipravené nezpevněné plochy pro vzlet a přistání;
- ližinový podvozek v zimě;
- plováky (řeky, jezera);
- obojživelný podvozek (řeky, jezera a nezpevněné dráhy).

Pro vykonání speciálních úkolů souvisejících s ochranou zalesněných oblastí může být namontováno na letadlo v hlídkové verzi následující speciální vybavení:

- **Hlídkování a detekce požárů:**
  - Na letoun se montuje závěsný kontejner, v němž je umístěn elektronickooptický systém (zobrazovací zařízení, termokamery, laserový dálkoměr – všechno na stabilizační základně se zajištěním neomezeného výhledu v rozsahu 360 stupňů horizontálně a 180 stupňů vertikálně); radar pro boční snímání zabezpečující sledování zemského povrchu za jakýchkoliv meteorologických podmínek; radiové spojení pro přenos informací na pozemní stanoviště řízení.
  - V kabině letadla je namísto první řady sedadel umístěn snadno demontovatelný stůl operátora s ovládacími panely pro elektronickooptický systém a radar, sledovací monitory na standardním sedadle pro cestujícího.
  - Posádku letadla tvoří v hlídkové verzi dvě nebo tři osoby, včetně:
    - jednoho pilotu za letu během dne za normálních podmínek;
    - dva piloti za letu za náročných povětrnostních podmínek a v noci;
    - operátor-pozorovatel (jeden nebo dva) v kabině letadla.
- **Hašení požárů**
  - Pro hašení menších požárů (zdrojů vznícení) se na letadlo na vnější závěs montuje kontejnerová nádrž s kapacitou 1 300 litrů;
  - Jako hasicí kapalina se používá voda se speciálními přísadami, což značně zvyšuje hasicí vlastnosti vody a umožňuje i při nepatrném objemu kapaliny účinně bojovat proti požárům.
- **Seskok parašutistů s hasičským vybavením**
  - V kabině letadla jsou instalována snadno demontovatelná sedadla a lano pro karabiny samočinného otevírání padáku;
  - v kabině je místo pro 4–5 parašutistů se speciálním vybavením;
  - posádku tvoří 1–2 piloti.
- **Dodávka nákladů (hasicích zařízení)**

- Náklad o hmotnosti do 900 kg je umístěn v nákladovém prostoru (provádí se demontáž sedadel pro cestující), náklad je upevněn speciální kotvicí sítí;
- náklad o hmotnosti do 500 kg může být umístěn ve snadno demontovatelném závěsném kontejneru pod trupem;
- posádku tvoří v závislosti na podmínkách 1–2 piloti.

- **Přeprava cestujících**
- Standardní konfigurace letadla s umístěním pěti až šesti cestujících na standardních sedadlech;
- zjednodušená sedadla pro umístění šesti pasažérů se zavazadly.

- **Doprava nemocných a zraněných**
- Přeprava maximálně dvou pacientů na nosítkách a jednoho sedícího pacienta s doprovodem jednoho nebo dvou zdravotníků.

Základní charakteristiky letadla v hlídkové verzi:

Maximální vzletová hmotnost, kg	3 000
Maximální užitečné zatížení, kg	900
Zásoba paliva v hlavních nádržích, l	800
Zásoba paliva v přídavných nádržích, l	400
Počet míst, včetně pilota	7
Maximální cestovní rychlost, km/h	300
Rychlost stoupání u země při maximální vzletové hmotnosti, m/s	8
Dolet ve výšce 3000 m, km	1 300
Maximální délka letu, hod	10
Dolet s přídavnými nádržemi, km	2 300
Rozjezd z nezpevněných ploch za standartních podmínek, m	400
Délka přistání na nezpevněné ploše za normálních podmínek, m	200

Závěr

V souladu s cíli DP uvedenými v úvodu byla provedena analýza požadavků certifikace. Protože letoun je certifikován ruským úřadem v souladu s platnými ruskými předpisy, byla potřeba definovat rozdíly mezi ruskými předpisy pro certifikaci a předpisy platnými v Evropské unii. To bude sloužit samotnému procesu certifikace, který předchází výrobě letadla v ČR. Hlavními zdroji této části jsou příslušné předpisy AP-23 a EASA CS-23.

Co se týče studie využitelnosti, byla provedena analýza konkurenčních typů letadel, a to v rámci letadel registrovaných v ČR a též mimo ČR. Jak bylo uvedeno, na trhu existuje mezera a z hlediska technického zastarání konkurenčních typů letadel má Praga Alfa velký potenciál odběru ze strany provozovatelů na evropském, kanadském, čínském, ruském trhu, ale i trzích po celém světě. Z českých provozovatelů leteckých prací bylo vybráno několik subjektů v souladu s bodem definice provozovatelů. Analýza možných uživatelů byla značně omezena nedostatkem informací a dat. Přesto je možno předpokládat, že by uvedené společnosti mohly mít zájem o SM-92TE z důvodu jeho dobrých výkonových vlastností, pevnosti, odolnosti, nízkých nákladů na provoz a údržbu a splnění všech funkci, které tyto společnosti potřebují pro vykonání svých činnosti.

Nových letounů se vyrábí málo. Stávající provozované typy malých letadel jsou na hranici své technické a ekonomické životnosti. Údržba a revitalizace starších letounů je již ekonomicky neúnosná, protože cena nového letounu ve srovnání s cenou revitalizace přestárlého letounu se pohybuje na zhruba stejné úrovni. Subjekty, které potřebují letadlo této kategorie, budou proto v dohledné době nucené obnovit svůj letadlový park.

Rozsáhlá část práce je věnovaná možné modifikaci letadla, konstrukčním a systémovým inovacím, kterých je celá řada. Široké možnosti využití letounu v oblasti všeobecného letectví představují jeho konkurenční výhodu. Kromě typických leteckých prací je dnes stále častěji trendem využívat malá letadla k přepravě menšího počtu osob či druhově různorodého nákladu do odlehlých či jinak nepřístupných oblastí. Řada komerčních společností si proto pořizuje za tímto

účelem vlastní letadlo. Cílem projektu ORBIS AVIA je zavést sériovou výrobu inovovaného letounu SM-92TE s obchodním názvem Praga Alfa včetně modifikací letounu na evropský i světový trh. Zahájením výroby a prodejem letounů získá společnost ORBIS AVIA jedinečné postavení na trhu s letouny dané kategorie. Relevantním trhem výklenkového charakteru tak bude v podstatě celý svět.

Seznam použité literatury

[1] Самолет СМ–92ТЕ, Техническое описание, НКФ «Техноавиа», Москва, 2015 г.

[2] Постановление от 28 ноября 2015 года №1283. «О перераспределении полномочий по сертификации авиационной техники». [on-line]. Dostupné z: http://government.ru/docs/20827/ Cit. 17.01.2018

[3] BULGAKOVA, N. Metodika implementace leteckých právních norem EU v Ruské federace. Praha, 2015, disertační práce. České vysoké učení technické, Fakulta dopravní, Ústav letecké dopravy.

[4] Межгосударственный авиационный комитет."Авиационные правила. Часть 23. Нормы летной годности гражданских легких самолетов". [on-line]. Dostupné z: http://legalacts.ru/doc/aviatsionnye-pravila-chast-23-normy-letnoi-godnosti-grazhdanskikh-legkikh/#100719 Cit. 11.11.2017

[5] ÚCL. CS – 23. [on-line]. Dostupné z: http://www.caa.cz/file/6289/ Cit. 25.11.2017

[6] ÚCL. Letecké práce a všeobecné letectví. [on-line]. Dostupné z: http://www.caa.cz/provoz/letecke-prace Cit. 4.3.2017

[7] Aeroklub České republiky. O Aeroklubu. [on-line]. Dostupné z: http://aecr.cz/o-aeroklubu/ Cit. 17.3.2018

[8] Air Jihlava - service s.r.o. O firmě. [on-line]. Dostupné z: http://www.airjihlava.cz/ Cit. 17.3.2018

[9] DSA. O nás. [on-line]. Dostupné z: https://www.dsa.cz/index.php/cs/o-nas Cit. 17.3.2018

[10] DSA. Letecké práce. [on-line]. Dostupné z: https://www.dsa.cz/index.php/cs/letecke-prace Cit. 17.3.2018

[11] DSA. Letecká záchranná služba. [on-line]. Dostupné z: https://www.dsa.cz/index.php/cs/letecka-zachranna-sluzba Cit. 17.3.2018

[12] Letecký klub VINTAGE. O nás. [on-line]. Dostupné z: http://www.lkvintage.cz/o-nas Cit. 25.3.2018

[13] PondusAir. O nás. [on-line]. Dostupné z: http://pondusair.cz/o-nas/ Cit. 25.3.2018

[14] AirSpecial. Informace. [on-line]. Dostupné z: http://www.airspecial.cz/ Cit. 25.3.2018

[15] «Знаменитый "кукурузник" Ан-2 отмечает юбилей». [on-line]. Dostupné z: http://tass.ru/armiya-i-opk/4518347 Cit. 28.3.2018

[16] Руководство по лётной эксплуатации самолёта Ан-2. М.: Воздушный транспорт, 1984

[17] Flying revue. Cessna 208B Grand Caravan. 21.12.2014. [on-line]. Dostupné z: https://www.flying-revue.cz/cessna-208b-grand-caravan Cit. 28.3.2018

[18] Textron Aviation. Cessna Caravan. [on-line]. Dostupné z: https://cessna.txtav.com/en/turboprop/caravan Cit. 28.3.2018

[19] "Purchase Planning Handbook" (PDF). Business & Commercial Aviation. Aviation Week Network. May 2018. [on-line]. Dostupné z: http://aviationweek.com/business-aviation/purchase-planning-handbook Cit. 27.7.2018

[20] Pacific Aerospace Ltd. . DEVELOPMENT HISTORY. [on-line]. Dostupné z: https://www.aerospace.co.nz/aircraft/xstol-750/development-history Cit. 5.4.2018

[21] Pacific Aerospace Ltd. .Specifications. [on-line]. Dostupné z: https://www.aerospace.co.nz/aircraft/p-750-xstol/specifications Cit. 5.4.2018

[22] NBR Contributor. Kiwi aeroplane $120m deal takes off in China. 12.11.2014 [on-line]. Dostupné z: https://www.nbr.co.nz/article/kiwi-aeroplane-deal-takes-china-165235 Cit. 7.4.2018

[23] Pilatus Aircraft. Pilatus PC-6 Porter. [on-line]. Dostupné z: https://www.pilatus-aircraft.com/en/fly/pc-6 Cit. 7.4.2018

[24] PETER COLLINS. FLIGHT TEST: Pilatus PC-6. 28.09.2010. [on-line]. Dostupné z: https://www.flightglobal.com/news/articles/flight-test-pilatus-pc-6-347732/ Cit. 7.4.2018

[25] Quest Aircraft Company. Quest Kodiak. [on-line]. Dostupné z: https://questaircraft.com/kodiak/ Cit. 7.4.2018

[26] Matt Thurber. Quest Aircraft Unveils Series II Kodiak. 30.05.2018. [on-line]. Dostupné z: https://www.ainonline.com/aviation-news/general-aviation/2018-05-30/quest-aircraft-unveils-series-ii-kodiak Cit. 6.6.2018

[27] Letecký den Plzeň. De Havilland DHC-2 Beaver. [on-line]. Dostupné z: http://www.leteckydenplzen.cz/cs/letadla/dehavilland-dhc-2-beaver-mk.i/ Cit. 6.6.2018

[28] Jiří Merta. DE HAVILLAND CANADA DHC-2 Beaver. [on-line]. Dostupné z: http://www.military.cz/Canada/DeHavilland/default.htm Cit. 6.6.2018

[29] Letecká informační služba. Předpisy. L8. [on-line]. Dostupné z: https://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm Cit. 19.6.2018

[30] Nařízení Komise (EU) č. 748/2012. [on-line]. Dostupné z: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012R0748&from=CS Cit. 19.6.2018

[31] TRNKA, A. Zástavba turbovrtulového motoru do letové zkušebny, Praha, 2017. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze Fakulta strojní.

[32] LIBERDA, J. Přístrojové vybavení pro čtyřmístný sportovní a turistický letoun, Brno, 2013 Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Letecký ustav

[33] Garmin G1000, [on-line]. Dostupné z: https://support.garmin.com/support/manuals/manuals.htm?partNo=010-G1000-00&language=en&country=US Cit. 19.7.2018

[34] Garmin G3000, [on-line]. Dostupné z: https://support.garmin.com/support/manuals/manuals.htm?partNo=010-G3000-00&language=en&country=US Cit. 19.7.2018

[35] Aviation Explorer. «Сертификации типа, разработчиков и изготовителей гражданской авиационной техники». [on-line]. Dostupné z: https://www.aex.ru/docs/4/2017/10/18/2668/print/ Cit. 17.11.2018