

DESIGN AND CONFIGURATION OF THE INSTRUMENTATION OF THE ZLÍN 242L SIMULATOR

NÁVRH A USPORIADANIE PRÍSTROJOVÉHO VYBAVENIA SIMULÁTORA ZLÍN 242L

Jakub Lenár
Air Transport Department
University of Žilina
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina
jakub.lenar98@gmail.com

Michal Janovec
Air Transport Department
University of Žilina
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina
michal.janovec@fpedas.uniza.sk

Abstract

Flight simulators play an important role in pilot training around the world. They contribute to increasing the safety of air traffic, allow you to practice emergency situations and non-standard procedures and thus prepare pilots for dangers during real flight. The need for the Zlín 242L simulator arose during the procurement of this type of aircraft for the Aviation Training and Education Center of the University of Žilina. The paper deals with the design and arrangement of the instrument part of the simulator, while the design is based mainly on the flight manual of the aircraft Zlín 242L. The theoretical part of the paper describes the basic requirements for flight simulators, categorization of flight simulators and within the instrumentation focuses on ways of displaying on-board flight data, describes the display devices within simulator space and examines the requirements for displayed data needed for flight. The result of the paper is the design of simulator instrumentation and subsequent construction of the simulator, which will serve students of the Department of Air Transport for training procedures during the flight on a given type of aircraft, familiarization with aircraft instrumentation, or training in non-standard and emergency situations.

Keywords

Flight simulator. Instrumentation. Zlín 242L. Instrument panel. Cockpit. Airplane.

1. Úvod

Problematika návrhu a budovania virtuálneho komplexu pozostáva z dvoch oblastí. Z oblasti softvérovej (programovej) a oblasti hardvérovej (fyzické prepojenie). Zo softvérovej oblasti sú to problémy týkajúce sa výberu vhodného simulačného prostriedku, ktorý bude vytvárať samotnú simuláciu, výberu modelu lietadla, teda na aký typ lietadla bude virtuálny komplex zameraný a komunikácia medzi počítačmi pre rozdelenie výpočtového výkonu. V hardvérovej časti sa rieši štruktúra fyzického prepojenia počítačov a využitie hardvérových panelov pre ovládanie virtuálneho komplexu. Dnešnými bežne dostupnými a používanými softvérovými prostriedkami v oblasti leteckej simulácie sú napríklad simulátory Prepar 3D, X-plane, Flightgear. Existujú aj rôzne iné letecké simulátory, pričom každý z nich sa môže zameriavať na rôzne typy simulácií ako je simulácia letového modelu lietadla, modelovanie a správanie sa samotných systémov lietadla (motory, hydraulické a mechanické systémy, avionika).

Uvedené simulátory pre nás poskytujú vhodnú voľbu z pohľadu simulácie fyziky, výberu lietadiel, náročnosti a ceny. Ďalšou ich výhodou je ich celková rozšírenosť vo svete. Preto je možné do týchto simulátorov použiť „nadstavby“ (tzv.add-on), či už od oficiálnych výrobcov, alebo voľne šíriteľných programov. Tieto „add-on“ môžu predstavovať model lietadla, alebo jeho konkrétnu časť.

Článok je zameraný na zhotovenie grafickej a zobrazovacej časti leteckého simulátora Zlín 242L, ktorý bude slúžiť pilotom vo výcviku. Letecký simulátor obdobného typu je momentálne obzvlášť potrebný pri prechode na nový typ lietadla, ktorý je

postupne dodávaný pre Letecké výcvikové a vzdelávacie centrum Žilinskej univerzity. Realizáciou simulátora vznikne prakticky využiteľná technológia a technologické postupy prinášajúce nové možnosti požadované v rôznych oblastiach štúdia na Katedre leteckej dopravy.

Zostavenie simulátora umožní cenovo dostupný základný výcvik na simulátore lietadla Zlín 242L. Začínajúci piloti si osvoja základné úkony a návyky pre lietanie na lietadle Zlín 242L. Navrhovaná koncepcia bude mať aj pozitívny nepriamy vplyv na životné prostredie. Letecké simulátory svojim určením nepriamo prispievajú aj k ochrane životného prostredia. Letecká doprava je jednou z významných zložiek dopravy, ktorá zaťažuje životné prostredie výfukovými plynmi leteckých motorov a taktiež hlukom. Nácviky rôznych situácií na simulátoroch prispievajú k znižovaniu nutných letových hodín priamo na lietadlách a tým aj k znižovaniu emisií a hlukového zaťaženia.

2. Súčasný stav riešenej problematiky

Letecké simulátory sa v poslednej dobe stali významným prvkom vo výcviku pilotov kvôli ich schopnosti opätovne vytvárať letovú realitu. Vďaka moderným technológiám vytvára táto virtuálna realita skutočné lety dostatočne presne na to, aby nakoniec eliminovala obavy a pochybnosti pilotov, leteckých spoločností, výrobcov lietadiel alebo regulačných orgánov, pokiaľ ide o ich využitie vo výcvikových centrách. To spôsobilo ich výrazný rozmach a stali sa z nich užitočné nástroje pre výcvik a skúšky spôsobilosti civilných a vojenských posádok. Medzinárodné štandardy a predpisy reagovali na tento vývoj stanovením a špecifikovaním požiadaviek na ich prevádzkové využitie. Certifikované letecké simulátory sa tak v súčasnosti bežne

používajú počas výcvikov, nácvikov letových postupov, ako aj počas praktických skúšok pilotov. [1]

2.1. Základné a historické informácie

Prvé simulátory nemali žiadne vizuálne projekcie a neboli veľmi užitočné pri cvičení pristávania s lietadlom. Ich hlavnou výhodou pri výcviku bolo zoznámenie sa s kabinou, oboznámením sa s rozmiestnením prístrojových panelov a ovládačov. [2]

Problém leteckých nehôd v podmienkach za letu podľa prístrojov sa objavil počas druhej svetovej vojny, keď letecké posádky počas dlhého letu v nočných podmienkach a často aj v zlých meteorologických podmienkach vykonávali náročné misie. Často pod vplyvom stresu a únavy mohol začať byť pilot dezorientovaný. Trenažér Link Trainer, ktorý bol taktiež známy ako „Blue Box“, v preklade modrá krabica podľa jeho farby, umožnil pilotom nacvičovať lety v prístrojových podmienkach. Ďalší vývoj v leteckom výcviku nastal počas druhej svetovej vojny. Ako sa lietadlá stávali komplexnejšími na prevádzku v oblasti ovládacích prvkov motora, elektroniky, hydrauliky a navigačných systémom, začali hrať simulátory dôležitú úlohu vo výcviku povinných úkonov v kokpíte daného lietadla a správnej reakcie na núdzové situácie. [3]

So zdokonaľovaním vývoja sa ľudia začali obzerať po nových metódach a technológiách, ktoré by boli schopné plne simulovať let v skutočnom lietadla s reálnymi pohybmi, zvukovými a obrazovými impulzmi. Ďalší vývoj leteckých simulátorov závisel najmä od úrovne použitej technológie, najmä v oblasti výpočtovej techniky a elektroniky. Z tohto pohľadu môžeme ďalší vývoj letových simulátorov rozdeliť do nasledujúcich období: [4]

- Analógové výpočty (1945-1965)
- Digitálne výpočty (1965-1985)
- Mikroelektronická revolúcia (1985- súčasnosť)

Neustály vývoj technológií v týchto obdobiach napomohol k vylepšeniu leteckých simulátorov. Vďaka tomu sú súčasné simulátory komplexne prepracované zariadenia, verne napodobňujúce všetky fázy letu skutočného lietadla. [3]

2.2. Kategorizácia leteckých simulátorov

Letecké simulátory je možné rozdeliť do kategórií podľa rôznych kritérií. Môžu byť kategorizované podľa oblasti ich využitia, podľa účelu výcviku alebo podľa kvalifikácií jednotlivých medzinárodných organizácií

2.2.1. Letecké simulátory podľa účelu výcviku

Podľa účelu výcviku môžeme simulátory rozdeliť do týchto kategórií: [4]

- Trenažér postupov v kabíne (CPT)
Využíva sa na tréning základných postupov ako napríklad núdzových checklistov a na zoznámenie sa s kokpitom.
- Letecké výcvikové zariadenie (ATD)
Využíva sa na základný výcvik letových základov a procedúr.
- Základné prístrojové výcvikové zariadenie (BITD)

Je primárne zamerané na všeobecné postupy letu podľa prístrojov.

- Trenažér letových a navigačných procedúr (FNPT)
Využíva sa na všeobecný letecký výcvik. Je to všeobecný ale komplexný model, ktorý poskytuje mnoho systémov a efektov okolitých vplyvov.
- Trenažér integrovaných procedúr (IPT)
Poskytuje plne simulovaný kokpit v 3D priestore kombinovaný s použitím početných dotykových obrazoviek ktoré zobrazujú simulované panely v rovnakej veľkosti ako reálne panely lietadla.
- Cvičné letecké zariadenie (FTD)
Používa sa na všeobecný alebo špecifický letecký výcvik. Obsahuje komplexné letové systémy a modely okolitých vplyvov.
- Úplný letový simulátor (FFS)
Používa sa na typový výcvik podľa pravidiel príslušného národného regulačného orgánu pre civilné letectvo. Podľa týchto požiadaviek musia byť podstatné systémy lietadla plne simulované a vyžaduje sa komplexný aerodynamický model.
- Úplný simulátor určený na misie (FMS)
Je využívaný armádou ako simulátor schopný nácviku všetkých aspektov zahrnutých počas misie v danom type lietadla.

2.2.2. Delenie simulátorov podľa EASA v Európe

Existujú simulátory s pohyblivou a nepohyblivou základňou. Simulátory s pohyblivou základňou sa považujú za najvyšší stupeň simulácie, ktoré predstavujú platformu plne funkčného kokpitu reálneho lietadla. Takéto simulátory obsahujú vizualizáciu s najväčším stupňom reality a pohyblivú základňu napodobňujúcu procesy zrýchlenia, rotácie a vibrácií vo všetkých osiach. Simulátory s pohyblivou základňou sa využívajú pre úplný výcvik leteckých posádok s nacvičovaním predletovej prípravy, spúšťania palubných systémov, štartovania motorov, nácviku rôznych núdzových situácií a pristátí. Využívané sú pri získavaní typovej kvalifikácie na určité lietadlo a možno si na nich uplatniť skutočný nálet v rozmedzí 50% až 100%. Simulátory bez pohyblivej základne sa využívajú pri nižších požiadavkách ako napríklad pre nácvik základov prístrojového lietania, navigačných procedúr a automatizovaní postupov. [5]

V roku 2008 vydala JAA na základe ICAO Doc9625 dokument JAR-FSTD-A a následné dokumenty JAR-STD 1A, JAR-STD 2A, JAR-STD 3A a JAR-STD 4A, v ktorých rovnako ako FAA definuje jednotlivé druhy letových simulátorov, ich vlastnosti a schopnosti: [5] [6]

- FS/ FFS Flight Simulator/ Full Flight Simulator
- FTD Flight Training Device
- FNTP Flight and Navigation Procedure Trainer
- BITD Basic instrument training device

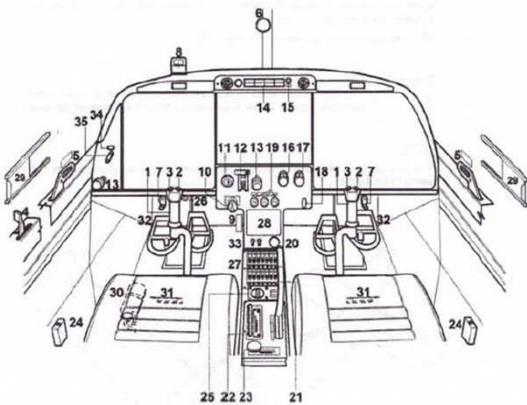
EASA v roku 2018 vydala druhé vydanie dokumentu „Špecifikácie certifikácie pre cvičné zariadenia simulácie letu“

(CS-FSTD), kde podrobne opisuje požiadavky na jednotlivé typy simulátorov zväznych v Európe.

Flight simulator training device (FSTD) je cvičné zariadenie ktoré je v prípade lietadiel: full flight simulator (FFS), flight training device (FTD), flight navigation procedures trainer (FNTP) alebo basic instrument training device (BITD). Všetky FSTD uvádzané do prevádzky musia byť hodnotené podľa platných kritérií CS-FSTD (A) pre požadované kvalifikačné úrovne. [6]

3. Analýza požiadaviek prístrojového vybavenia simulátora

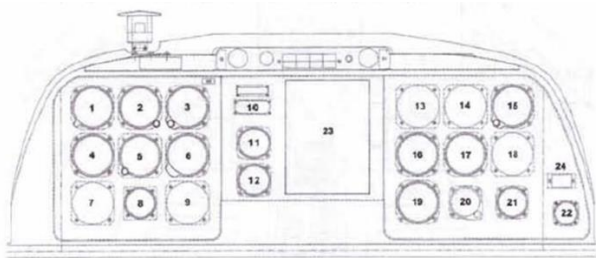
Podľa letovej príručky lietadla Zlín 242L sú jednotlivé prvky v pilotnej kabíne rozmiestnené, ako je poukázané na obrázku:



Obrázok 1: Pilotná kabína Zlín 242L. Zdroj: [7].

Prístrojový panel lietadla Zlín 242L môže byť vybavený využitím mechanických analógových ukazovateľov a leteckých prístrojov alebo digitálnym systémom typu „Glasscockpit“ využívajúcim LCD displeje.

Obrázok číslo 2 opisuje rozmiestnenie prístrojového panelu s využitím mechanických analógových ukazovateľov, podobne ako pri konštrukčnom riešení nášho navrhovaného simulátora.



Obrázok 2: Prístrojový analógový panel Zlín 242L. Zdroj: [7]

Tabuľka 1: Rozmiestnenie prvkov analógového prístrojového panelu Zlín 242L. Zdroj: [7].

1.	Rýchloemer I	13.	Rýchloemer II
2.	Umelý horizont I	14.	Umelý Horizont II
3.	Výškomer I	15.	Výškomer II

4.	Zátačkomer I	16.	Štvorbodový indikátor motora
5.	Gyrokompas (HSI)	17.	Štvorbodový palivomer
6.	Váriometer I	18.	Váriometer II
7.	ADF	19.	CHT/EGT ukazovateľ
8.	Hodiny	20.	Akcelerometer
9.	VOR/ILS	21.	V-A meter
10.	DME	22.	V-A meter (alternatívna poloha)
11.	Otáčkomer	23.	Blok avioniky
12.	Ukazovateľ plniaceho tlaku	24.	Počítadlo motohodín

3.1. Zobrazovacie zariadenia

V leteckých simulátoroch pred rokom 1990 boli letecké prístroje emulované buď mechanickou adaptáciou reálnych prístrojov, alebo využitím servo mechanizmov (a neskôr krokových motorov) na replikáciu funkcie a charakteristík reálnych leteckých prístrojov. Dnes je bežným postupom pre simuláciu leteckých prístrojov využívanie počítačových grafík. Jedným z dôvodov tohto využitia je vysoká reálnosť obrazu syntetických displejov. Ďalším dôvodom je oveľa nižšia cena počítačom generovaných prístrojov v porovnaní s elektromechanickými prístrojmi. Taktiež je tu vysoká podobnosť s modernými displejmi využívanými v nových civilných a vojenských lietadlách. [3]

Zobrazovacie zariadenia menia elektronický signál na vizuálny obraz. V súčasnosti existuje pre potrebu leteckých simulácií niekoľko možností zobrazovacích prvkov. Zobrazovacie zariadenia môžu byť označované ako konvenčné displeje a video projektory. [8] [11].

3.1.1. Požiadavky na zobrazované údaje potrebné k letu

Všetky údaje, dôležité pre bezpečnosť letu by mali byť pre pilotov ľahko čitateľné a prístupné. Kokpit obsahuje všetko zobrazovacie, riadiace a komunikačné vybavenie, ktoré členovia posádky potrebujú na obsluhu a navigáciu v lietadle na zemi a vo vzduchu, na komunikáciu s ATC alebo inými lietadlami a na monitorovanie alebo riadenie palubných systémov a zariadení ako sú napríklad motory, palivové nádrže, klimatizácie a mnohé iné.

Údaje potrebné k letu sú pilotom zobrazované prostredníctvom analógových konvenčných prístrojov pri starších lietadlách alebo ľahkých športových lietadlách. Pri novších lietadlách a veľkých dopravných lietadlách je v súčasnosti väčšina letových údajov zobrazovaných prostredníctvom systému „Glass cockpit“ a analógové prístroje slúžia len ako záložné.

Existujú štyri základné druhy leteckých prístrojov zoskupené podľa účelu, ktorý poskytujú. Jedná sa o prístroje zobrazujúce letové veličiny, motorové veličiny, navigačné veličiny a prístroje zobrazujúce stav jednotlivých systémov. [9]

V takmer každom lietadle je možné nájsť šesť základných leteckých prístrojov, ktoré môžu byť skonštruované buď ako samostatný prístroj alebo kombinované v jednom systéme typu Glass cockpit. Tieto základné prístroje sú: výškomer, rýchlomer, váriometer, smerový zotrvačník, umelý horizont a zatačkomer. Pre lepšie a bezpečné orientovanie sa v kokpíte, bolo zavedené základné T usporiadanie prístrojov na prístrojovej doske. Elektronické letecké prístrojové systémy a obrazovky digitálneho kokpitu zachovávajú pre prezentáciu leteckých prístrojov a údajov rovnaké základné T usporiadanie. [9] [10]

4. Návrh a usporiadanie prístrojového vybavenia simulátora

Z konštrukčného hľadiska je nosná konštrukcia simulátora zhotovená ako jednopilotná, z dôvodu jednoduchšej skladovateľnosti a prenosnosti. Jednoduchá konštrukcia je rozoberateľná na dve časti, časť kabíny a počítačovú časť. Kabína simulátora je z časti vybavená prístrojmi a mechanizmami z lietadla Zlín 142, no pre niektoré prvky kabíny sme využili herné ovládače Saitek. Herné ovládače boli využité napríklad pre ovládanie nožného riadenia a rádiového vybavenia. Potrebné je však uviesť, že simulátor je skonštruovaný tak, aby bolo v budúcnosti možné jednoduché odinštalovanie jednotlivých herných ovládačov a nainštalovanie vylepšených systémov simulátora.

Z hľadiska prístrojového vybavenia bol navrhnutý mechanizmus riadiacej páky. Princípom fungovania tohto mechanizmu je pohyblivá plošina umiestnená pred polohovo nastaviteľnou sedačkou pilota. Mechanizmus bol navrhnutý v konštrukčnom programe Autodesk Inventor. Pohyb mechanizmu riadiacej páky je zabezpečený štyrmi naklápacími ložiskami KP000. Jednotlivé ložiská sú osadené v hriadeľoch, ktoré sú k sebe súosovo spojené zvarom v pravom uhle a pomocou ložiskových domcov sú pripojené k vrchnej a spodnej platni. Spodná platňa slúži na uchytenie mechanizmu ku konštrukcii simulátora a k vrchnej platni je uchytená riadiaca páka z lietadla Zlín 142. Základná a neutrálna poloha páky je určená výslednou pôsobiacou silou štyroch pružín. Poloha riadiacej páky je do počítačovej jednotky prenášaná prostredníctvom magnetických senzorov založených na princípe Hallového javu. Tieto senzory sú umiestnené na tyčiach vložených do ložísk mechanizmu, pričom je potrebný jeden magnet pre každú os. Výhodou tohto systému je, že môžu byť pripojené priamo do analógového vstupu jednotky riadenia umiestnenej na mechanizme riadiacej páky. Využili sme 12 bitovú jednotku riadenia od spoločnosti LEO BODNAR.



Obrázok 3: Pohyblivý mechanizmus riadiacej páky. Zdroj: Autori.

Analógové prístroje nachádzajúce sa v prístrojovom paneli pred pilotom sú zobrazované pomocou LCD monitoru BenQ s veľkosťou uhlopriečky displeja 17 palcov a rozlíšením 1280 x 1024 pixelov. Monitor je osadený imitáciou prístrojového panelu pred pilotom. Prístrojový panel bol navrhnutý v strojárskom softvéri Autodesk Inventor, pomocou údajov získaných z letovej príručky lietadla Zlín 242L. Prístroje pred pilotom sú usporiadané do základného usporiadania T s ostatnými prístrojmi ako napríklad zatačkomer a váriometer po boku usporiadania. Pri konštruovaní prístrojových častí simulátora sme využili časti prístrojových panelov a mechanizmov zo starších typov lietadiel Zlín 142 využívaných leteckým výcvikovým centrom v Žiline v minulosti. Lietadlá Zlín 142 a 242 sú z hľadiska konštrukcie a rozloženia systémov v kabíne lietadla veľmi podobné, čím sa nám podarilo zabezpečiť vysokú podobnosť reálneho vzhľadu prístrojového panelu simulátora ale aj iných mechanických častí simulátora. Využitie týchto súčiastok významne uľahčilo výstavbu simulátora z hľadiska finančných požiadaviek. Analógové prístroje budú na monitore simulujúcom prístrojový panel pred pilotom zobrazované a rozmiestnené pomocou počítačovej aplikácie pre tvorbu 2D prístrojových panelov AIR MANAGER.



Obrázok 4: Zobrazovacie zariadenia simulátora. Zdroj: Autori.

Pre zobrazovanie vonkajšieho prostredia simulátora sme využili širokouhlý prehnutý LCD monitor Samsung, ktorý vďaka svojmu širokouhlému rozmeru pomerne realisticky zobrazuje výhľad z kabíny pred lietadlom a čiastočne aj po jeho stranách. Inštalovaný monitor má uhlopriečku 49 palcov, Full HD

rozlíšenie 3840 x 1080 pixelov, prehnutú konštrukciu so šírkou displeja 120 centimetrov a výškou 52,5 centimetrov.



Obrázok 5: Výsledné zhotovenie simulátora. Zdroj: Autori.

5. Technicko-ekonomické zhodnotenie

5.1. Vedecký prínos diplomovej práce

Medzi predmety diplomovej práce patrí najmä výskum v oblasti simulácie zobrazovania letových veličín v kokpite leteckého simulátora Zlín 242L. Vedecký prínos diplomovej práce bude spočívať v objektívnom meraní mentálnej záťaže pilotov počas letu. S využitím progresívnych technológií bude možné merať stresové stavy vznikajúce pri preťažení, ako aj pri znížení pracovnej záťaži, resp. pri monotónnej činnosti.

5.2. Prínos pre prax

Pri projekte kladieme dôraz na jeho udržateľnosť, pričom výsledkom projektu bude funkčný simulátor lietadla Zlín 242L. Tento simulátor bude umiestnený v priestoroch letiska Dolný Hričov a bude k dispozícii pilotom ako aj študentom Žilinskej univerzity. Keďže sa jedná o plne funkčný simulátor, hlavným využitím bude nácvik núdzových postupov a neočakávaných situácií. Z dôvodu bezpečnosti je využitie simulátora jedinou možnosťou pri osvojení si týchto praktík počas výcviku. Z praktického hľadiska poskytne simulátor zdokonalenie výcviku na danom type lietadla, zlepšenie vizuálneho vnímania informácií v kokpite simulátora, ktoré priaznivo ovplyvnia prirodzené vnímanie simulátora cvičiacimi. Zvýši sa teda kvalita výcviku a tým aj bezpečnosť letovej prevádzky.

5.3. Varianty stavebno-technického riešenia

Prvou navrhovanou variantou bolo využitie konštrukcie kabíny starých lietadiel Zlín 142, vyradených z prevádzky leteckého výcvikového a vzdelávacieho centra v Žiline. Táto alternatíva by bolo z ekonomického, ale aj konštrukčného hľadiska najviac optimálna, nakoľko je podobnosť lietadiel Zlín 142 a 242 vysoká a taktiež by sa ušetrili náklady potrebné na materiál nosnej konštrukcie simulátora. Výhodou je aj reálnejší pocit zo skutočného lietadla pre pilota v priestore kabíny.

Druhou alternatívou bolo skonštruovanie konštrukcie simulátora z oceľových profilov a následným osadením prístrojového a iného vybavenia kabíny simulátora tak, aby čo najviac napodobňoval kabínu skutočného lietadla. Výhodou

tejto varianty je podstatne nižšia hmotnosť simulátora, čo je výhodou pri potrebe skladovania a prenosu na iné miesto. Taktiež je pri tejto alternatíve možnosť zostrojenia len jednopilotnej kabíny, čo taktiež významne uľahčí nároky na umiestnenie simulátora. Nevýhodou tejto verzie je časová náročnosť na stavbu nosnej konštrukcie, vyššie náklady spojené so stavbou a nižšia podobnosť priestoru a kabínového vybavenia so skutočným lietadlom.

Z hľadiska prístrojového vybavenia simulátora sme taktiež uvažovali nad dvomi možnosťami. Prvou možnosťou bolo využitie prístrojového vybavenia zo starých lietadiel Zlín 142, čím by sa dosiahlo vyššej podobnosti kabíny simulátora a lietadla. Táto možnosť je však vysoko technicky náročná na zhotovenie, nakoľko je pri každom mechanizme a prístroji potrebné vyriešiť prenos mechanického výstupu na digitálny vstup do počítača simulátora.

Iná, jednoduchšia možnosť bola zakúpiť profesionálne herné ovládače pre simulátory od spoločnosti Saitek, ktoré sú plne kompatibilné a ľahko pripojiteľné k počítaču simulátora. Nevýhodou však je pomerne vysoká cena. Taktiež majú tieto herné ovládače univerzálny dizajn a teda neposkytujú podobnosť kabíne lietadla Zlín 242L.

5.4. Spôsob a zdroje financovania

Prevažná časť finančných prostriedkov na zabezpečenie prístrojového vybavenia simulátora bola získaná z grantovej súťaže UNIZA – výzva rektora č. 2/2019. Nášmu podanému grantovému projektu s názvom: Návrh výpočtového a prístrojového vybavenia simulátora Zlín 242L bola poskytnutá finančná pomoc v plnej výške predpokladaného rozpočtu projektu 996 eur.

Z dôvodu rozhodnutia zakúpenia cenovo nákladnejších zariadení ako napríklad širokouhlého zaobleného monitoru pre dokonalejšiu vizualizáciu vonkajšieho prostredia simulátora, profesionálnych herných ovládačov pre letecké simulátory od spoločnosti Saitek a výkonného počítačového systému, sa výsledné náklady spojené s výstavbou simulátora vyšplhali na hodnotu 2 722,99 eur. Ďalšie položky potrebné k uskutočneniu projektu boli hradené z finančného príspevku katedry Leteckej dopravy Žilinskej univerzity.

6. Záver

V teoretickej časti článku sme opísali základné historické informácie vzniku a postupného vývinu leteckých simulátorov od analógovej éry, neskorší nástup digitálnej éry, až po mikroelektronickú revolúciu. Práve vďaka neustálemu vývoju technológií v týchto obdobiach sa stali súčasné simulátory komplexne prepracovanými zariadeniami, veľmi realisticky napodobňujúcimi všetky fázy letu. Opísali sme taktiež základné požiadavky kladené na letecké simulátory podľa súčasných regulačných noriem, kritérií a požiadaviek leteckých právnych predpisov uvedených v príslušných dokumentoch ICAO, predpisoch EASA v Európe a predpisoch FAA v USA, podľa požadovanej úrovne certifikácie. Diplomová práca taktiež opisuje rozdelenie leteckých simulátorov podľa rôznych kritérií, napríklad oblasť využitia alebo účel výcviku.

Ďalšia časť článku opisuje a analyzuje požiadavky prístrojového vybavenia simulátora s ohľadom na vybavenie lietadiel Zlín 242L

využívaných v leteckom výcvikovom a vzdelávacom centre v Žiline. Pri analýze sme sa opierali o letovú príručku lietadla Zlín 242L. Opísali sme taktiež spôsoby zobrazovania palubných letových dát od mechanických, elektro-mechanických až po elektro-optické. V súčasnosti sa pri zobrazovaní letových dát v simulátoroch najviac využívajú zobrazovacie zariadenia, ktoré menia elektronický signál na vizuálny obraz. Práca opisuje vlastnosti daných zobrazovacích zariadení a taktiež požiadavky na zobrazované údaje potrebné k letu, ktoré sú týmito zobrazovacími zariadeniami zobrazované.

V praktickej časti článku sme sa zamerali na návrh usporiadanie prístrojového vybavenia simulátora a následné zhotovenie jednotlivých systémov a osadenie na konštrukciu simulátora. Je potrebné poznamenať, že práce spojené so zhotovením daných systémov a ich osadením významne ovplyvnila epidemiologická situácia na Slovensku a s tým spojený obmedzený prístup do laboratórií na letisku v Dolnom Hričove.

Kabína simulátora je z časti vybavená prístrojmi a mechanizmami z vyradených lietadiel Zlín, ktoré v minulosti slúžili na výcvik pilotov katedry leteckej dopravy a z časti novo navrhnutými mechanizmami a hernými ovládačmi Saitek. Pre naprogramovanie analógových prístrojov na prístrojovom panely pred pilotom sme sa použili počítačové aplikácie AIR MANAGER, ktorá plne spolupracuje so simulačným programom X-Plane. Prístroje sú zobrazované pomocou LCD monitoru osadenom v ráme konštrukcie simulátora. Taktiež bol navrhnutý systém zobrazovania simulácie vonkajšieho prostredia pomocou širokouhlého zaobleného LCD monitoru, ktorý vďaka šírke displeja 120 centimetrov vysoko realisticky zobrazuje simuláciu krajiny a okolia lietadla. Dôležitým konštrukčným prvkom je aj pohyblivý mechanizmus riadiacej páky, ktorý pomocou magnetických senzorov a riadiacej jednotky LEO BODNAR spracováva pohyby riadiacej páky ovládanej pilotom a určuje veľkosti výchyliek riadiacich plôch lietadla a následne simuluje pohyb lietadla v priestore. Pre ovládanie smerového kormidla vo vzduchu a predného podvozku na zemi sme využili nožné riadenie Saitek, ktoré však v budúcnosti plánujeme nahradiť nožným riadením z vyradeného lietadla Zlín 142 a pomocou servomechanizmov ich prepojiť k počítačovému systému.

Domnievame sa, že tento článok by mohol byť prínosom pri výcviku pilotov ako aj pre študentov Žilinskej univerzity, ktorí majú záujem pochopiť základy lietania a nacvičiť si základné postupy počas letu. Pre skúsenejších pilotov simulátor poskytne bezplatný nácvik núdzových a neštandardných situácií a postup počas letu. Simulátor by mal simulátor poskytnúť zdokonalenie výcviku na danom type lietadla, zlepšiť vizuálne vnímanie informácií v kokpite simulátora, a tým zvýšiť kvalitu a bezpečnosť letovej prevádzky leteckého a výcvikového vzdelávacieho centra. Simulátor by mal pomôcť aj zamestnancom katedry leteckej dopravy pri ich výskumoch a s využitím progresívnych technológií merať stresové stavy pri preťažení, ako aj pri zníženej pracovnej záťaži, respektíve monotónnej činnosti.

Podakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Výskum a vývoj bezkontaktných metód pre získavanie geopriestorových údajov za účelom monitoringu lesa pre zefektívnenie manažmentu lesa a zvýšenie ochrany lesov, kód ITMS

313011V465, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Referencie

- [1] SOCHA, V. et al., Training of Pilots Using Flight Simulator and its Impact on Piloting Precision. In 20th International Scientific conference: proceedings. Transport Means. 2016. Dostupné na internete: <http://idoaba.eu/567/pub16/lf/174425.pdf>
- [2] BECUWE, I. Flight simulator science facts, Dostupné na internete: http://users.skynet.be/aerosite/6sim_science.htm
- [3] ALLERTON, D.: Principles of Flight Simulation. WILEY, 2009, ISBN 978-0-470-75436-8.
- [4] Faculty of Aeronautics, Technical University of Košice, Rampová 7,041 21 Košice ivan.koblen@tuke.sk, jannka.kovacova@gmail.com, K. Ivan, a K. Jana, "Selected information on flight simulators - main requirements, categories and their development, production and using for flight crew training in the both Slovak Republic and Czech Republic conditions", INCAS BULLETIN, roč. 4, č. 3, s. 73–86, sep. 2012, doi: 10.13111/2066-8201.2012.4.3.7.
- [5] BÁLINT, J.-KANDRÁČ, P. 2014. Využitie leteckých simulátorov vo vzdelávacom procese na LF TUKE. IN Aero-Journal : international scientific journal of air transport industry. 2014. Dostupné na internete: <https://www.brokerske-centrum.uniza.sk/doc/Balint-Kandrac.pdf>
- [6] EASA. 2018. Certification Specifications for Airplane Flight Simulation Training Devices CS.FSTD(A). 2018. Dostupné na internete: <https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/CS-FSTD%28A%29%20%E2%80%94%20Issue%202.pdf>
- [7] Airplane Flight Manual Zlín 242L
- [8] MILJKOVČ, D. Wide-View Visual Systems for Flight Simulation, prezentované na MIPRO 2009, máj. 2009.
- [9] Aircraft Flight Instruments Explained, Southern Wings, feb. 14, 2020. Dostupné na internete: <https://www.southernwings.co.nz/aircraft-flight-instruments-explained>
- [10] Aircraft Instrument Installations and Markings | Aircraft Systems. Dostupné na internete: <https://www.aircraftsystemstech.com/2017/05/instrument-installations-and-markings.html>
- [11] Novák, A., Novák Sedlačková, A., Janovec, M., 2020. Komunikačné systémy v letectve EDIS - Žilina, Žilinská univerzita v Žiline, 2020, ISBN 978-80-554-1737-0