

Využitie letových simulátorov v rámci PPL výcviku

**KALAVSKÝ Peter¹, GAZDA Jindřich², ROZENBERG Róbert³,
PETRÍČEK Pavol⁴, SABO Jozef⁵, ANTOŠKO Matej⁶**

^{1,2,3,4,5,6}*Katedra letovej prípravy, Letecká fakulta, Technická univerzita v
Košiciach, Rampová 7, 041 21 Košice, Slovensko,
email: peter.kalavsky@tuke.sk, robert.rozenberg@tuke.sk,
jindrich.gazda@tuke.sk, pavol.petricek@tuke.sk, jozef.sabo@tuke.sk,
matej.antosko@tuke.sk*

Abstrakt:

Článok je venovaný problematike letových simulátorov, špeciálne simulátorov využiteľných počas PPL (private pilot licence) výcviku. Okrem prehľadu oblastí, v ktorých sa letové simulátory v súčasnosti využívajú a ich dôležitosti pre bezpečnosť leteckej dopravy, sú v článku naznačené aj vývojové trendy v tejto oblasti. Cieľom článku je ponúknuť prehľad najvýznamnejších výrobcov letových simulátorov využiteľných počas PPL výcvik a základný popis týchto výcvikových simulačných zariadení.

Kľúčové slová:

simulátor; bezpečnosť; pilotný výcvik

ÚVOD

V letectve sa simulácie využívajú ako pri vývoji lietadiel, overovaní ich vlastností a životnosti, tak aj pri simulovaní samotného letu napr. za účelom precvičovania činnosti posádky a pod. Preto môžeme rozdeliť letové simulácie na vývojové simulácie (určené pre vývojových pracovníkov) a letové simulácie (určené pre simuláciu letu lietadla a jeho vlastností a využívané hlavne pre pilotný výcvik). Vývojové simulácie sa používajú pri projektovaní lietadla ako celku alebo jeho jednotlivých častí, ladení a overovaní letových vlastností a to vo všetkých fázach letu. Ďalej sa simulácie používajú na overovanie tuhosti konštrukcie alebo na overenie životnosti pri rôznych druhoch namáhania. Tým sa v konečnom dôsledku stanovujú aj limity lietadla počas prevádzky z krátkodobého

aj dlhodobého hľadiska. Tým sa zjednodušuje práca vývojových pracovníkov, konštruktérov a technológov. Letové simulácie sa využívajú od prvopočiatkov letectva samotného. Kým v minulosti to bola potreba pripraviť pilotov na nové pracovné prostredie, dnes je to hlavne snaha znížiť riziko nehôd a ekonomický faktor. To naopak zvyšuje požiadavky na výcvik, overovanie schopností posádok a obsluhy, pravidelné upevňovanie skúseností pri čo možno najnižších nákladoch.

1. LETOVÉ SIMULÁTORY PRE KOMERČNÚ LETECKÚ DOPRAVU

Vyjadriť pohyb lietadla a jeho vlastnosti a simulovať tak jeho pohyb vo virtuálnom prostredí je možné pomocou sústavy diferenciálnych rovníc. Zložitosť matematických vzťahov závisí od množstva uvažovaných premenných, ktoré budú pre výpočet brané v úvahu. Táto zložitosť zas generuje nároky na výpočtový výkon simulátora. Pre zjednodušenie rozdelíme letový simulátor na hardwarovú časť a softwarovú časť. Hardwarová časť zahŕňa samotné ovládače v kabíne, zobrazovacie zariadenia, výpočtovú techniku a platformu simulujúcu pohyb. Samotný pohyb lietadla v priestore, prejavy jeho vlastností, vplyv meteorologických javov a pod. sú úlohou softwaru. Ten neustále využíva výkon výpočtovej techniky a prepočítava diferenciálne rovnice polohy lietadla a jeho pohybu. Výsledky sú zobrazované vizualizačným a audio systémom, prejavujú sa silami v riadení, pohybom platformy a zmenami údajov na prístrojoch v kabíne posádky. Čím viac vstupných údajov spracováva software, tým reálnejší je jeho výstup. Samozrejme je tu silná vzájomná väzba medzi softwarom a hardwarom. Tieto dve časti musia byť výkonovo a funkčne maximálne zladené.

Pri podrobnejšom skúmaní jednotlivých odvetví letectva je jasné, že najväčšiu potrebu využívania simulátorov generuje komerčná letecká preprava. Tá predstavuje najväčší počet vzletov a pristátí a letových hodín [1]. Prepravuje veľké množstvo pasažierov a nákladu. Obstarávacia cena a prevádzkové náklady lietadiel používaných na leteckú prepravu sú vysoké. To núti majiteľov maximálne efektívne využívať tieto lietadlá na obchodnú činnosť a nie na výcvik posádok. To by iba zvyšovalo ich celkové prevádzkové náklady. Preto ak chcú letecké spoločnosti udržať vysokú úroveň bezpečnosti letov, musia letové posádky cvičiť na letových simulátoroch. Letecké spoločnosti ich vlastnia, alebo zmluvne využívajú kapacitu iných vlastníkov letových simulátorov. Najviac je požadovaná dostupnosť letových simulátorov a ich čo možno najväčšiu úroveň reality.

Table 1 Počet a umiestnenie letových simulátorov kategórie FFS vo svete v roku 2011.

Počet simulátorov	Krajina užívateľa	Podiel vo svete [%]
561	USA	42,7
86	UK	6,5
79	China	6,0
51	France	3,9
43	Canada	3,3
41	Germany	3,1
32	Japan	2,4
30	Australia	2,3
27	Netherlands	2,1
26	UAE	2,0
19	Russia	1,4
18	Italy	1,4
16	Spain	1,2
16	Brazil	1,2
16	Singapore	1,2
16	S. Africa	1,2
16	S. Korea	1,2
15	Malaysia	1,1
14	Turkey	1,1
13	Sweden	1,0
12	India	0,9
12	Indonesia	0,9
11	Saudi Arabia	0,8
10	Taiwan	0,8
136	37 ostatných	10,3
1318	Celkom	100,0

Source: [2]

Pre toto odvetvie letectva je charakteristické využívanie simulátorov kategórie FFS (full flight simulator) alebo FTD (flight training device) s pokročilými vizualizačnými projekciami a audiosystémom. V roku 2011 bolo vo svete používaných 1318 letových simulátorov kategórie FFS [2]. Takéto simulátory vyvíjajú a ponúkajú takí lídri v oblasti modelovania a simulačných technológií ako sú CAE, FSI, Thales, Link, Sim-Industries, Opinicus, Rockwell-Collins, Transas, Axis, Mechtronix, Sicotec, Simflightronics, 2FlyPlanes a pod.

Table 2 Výrobcovia letových simulátorov kategórie FFS vo svete v roku 2011.

Počet simulátorov	Výrobca	Podiel na trhu [%]
579	CAE	44,0
325	FSI	24,7
282	Thales	21,4
33	Link	2,5
22	Mechtronix	1,7
17	Sim-Industries	1,3
15	Opinicus	1,1
7	Rockwell Collins	0,5
7	Transas	0,5
35	14 ostatných	2,7
1315	Celkom	100,0

Source: [2]

2. LETOVÉ SIMULÁTORY VYUŽITELNÁ V RÁMCI PPL VÝCVIKU

Pre obchodnú leteckú dopravu je potrebná príprava veľkého množstva odborníkov. Títo odborníci musia mať vysokú úroveň prípravy. Posádky lietadiel sa musia najskôr naučiť, ako vykonávať leteckú prepravu a potom si osvojiť používanie konkrétneho typu lietadla. Neskôr si musia tieto návyky prehlbovať a opakovať. To isté sa vyžaduje aj od technikov lietadiel, od obsluhy, od palubných sprievodcov a pod. Je to dlhá cesta, ktorá sa často začína v nejakom aeroklube, neskôr v leteckej škole a prechádza cez malé letecké spoločnosti vykonávajúce obchodnú činnosť v letectve. Takéto spoločnosti, letecké školy,

prípadne aerokluby si nemôžu z prevádzkových dôvodov dovoliť relatívne drahé a maximálne realistické simulátory. Pre takýchto užívateľov sa snažia vyvíjať a vyrábať letové simulátory spoločnosti ako sú napr. Elite, Red Bird, Alsim, Mechtronics, Frasca a pod.

2.1 RedBird Flight Simulations

Spoločnosť bola založená v roku 2006 za účelom sprístupnenia letovej simulácie širokej verejnosti. Sídli v USA a už vyrobila okolo 300 letových simulátorov hlavne pre letecké školy a výcvikové organizácie. Tieto letové simulátory môžu byť umiestnené na pohyblivej platforme a môžu dosiahnuť kategóriu FTD podľa JAA. Podľa FAA sú zaradené do kategórie AATDs (Advanced Aviation Training Devices). O ich úrovni vypovedá aj správa [3] zo dňa 31.10.2012, že simulátor spoločnosti bol použitý na 80% typového výcviku na typ Beechcraft King Air 350 a výcvik bol schválený FAA [4].

Zameranie:

- Tréning v leteckých školách a výcvikových strediskách
- Tréning v regionálnom komerčnom letectve

Výrobky:

- Basic Training Devices (BITD): TD, TD2
- Advanced Training Devices : LD, SD, FMX, MCX, MX2
- Specialty Devices: XWIND, XWINDSE

2.2 Elite Simulation Solution

ELITE Simulation Solutions (skratka pre Electronic IFR Training Environment) je spoločnosť zaoberajúca sa školením pre lietanie podľa podmienok IFR (instrument flight rules) a pre riadenie letovej prevádzky ATM (air traffic management). Vznikla v roku 1987 na základe potreby simulačných technológií a rýchleho rozvoja výpočtovej techniky. Zamieravajú sa na vývoj a výrobu otvorených a flexibilných systémov letového výcviku pre osobné vzdelávacie programy a na vykonávanie školení a tréningových programov. Spoločnosť sídli v USA. Ich letové simulátory sú modulového typu. Zložením komponentov ako sú prístrojový panel, konzola ovládačov, riadiaca páka a pedále riadenia a pod sa vytvorí celok simulujúci kabínu lietadla alebo vrtuľníka. Systém

je riadený počítačom a doplnený o vizualizačný systém. Ten zobrazuje priestor okolo kabíny lietadla /vrtuľníka. Podľa zložitosti systému môže pozostávať z jedného, troch alebo viacerých monitorov, prípadne ako zobrazovací systém môže byť použitý jedno alebo trojbodový projekčný systém s priamou projekciou. Súčasťou je aj zvukový systém simulujúci zvuky v kabíne lietadla. Celý systém môže byť doplnený o pracovisko a software inštruktora. Systém je založený na architektúre osobných počítačov. Tie sú dnes dostupné a preto cena takéhoto zariadenia začína na veľmi zaujímavej úrovni a je dostupná aj pre jednotlivca. Takéto simulátory dosahujú úrovne OTD, BITD až FNPT. Spoločnosť Elite sa zaoberá aj vývojom vlastného softwaru. Je zameraný na riadenie takéhoto simulačného zariadenia, prípadne ako výukový software [5].

2.3 Alsim

Spoločnosť Alsim Flight Training Solution vznikla v roku 1994 ako reakcia na vývoj v letectve a vo vývoji mikropočítačov. Ich letové simulátory sú určené pre všeobecné letectvo až po regionálne letecké spoločnosti. Vyrábajú hlavne simulátory kategórie FNPT. Ich najnovší model by mal byť schopný splniť požiadavky na výcvik od pilota jednomotorového lietadla s piestovým motorom až po stredné regionálne prúdové lietadlo. Spoločnosť má sídlo vo Francúzsku a svoje výrobky predáva v Európe, Afrike, Ázii a USA. Vyrobili viac ako 170 letových simulátorov a prevádzkuje ich 36 krajín sveta. Okrem vývoja a výroby sa zaoberá aj poradenstvom v letectve a organizovaním výcvikových programov [6]. Medzi ich výrobky patria:

- ACT G1000 určený pre nácvik používania glass kokpit.
- G-Sim určený pre tréning súkromných pilotov za podmienok VFR a za IFR. Kabínu je možné upraviť podľa konkrétneho typu, napr. Cessna 152, Piper PA38, Cessna 182, M20J a pod.
- AL50 určený pre začiatočný a udržiavací výcvik pilotov.
- AL172 určený pre letecký výcvik s použitím glass kokpitu v malých leteckých školách. Reprodukujú kabínu lietadla Cessna 172 NAV III s použitím Garmin G1000.
- AL-200DA42 určený pre letecký výcvik s použitím glass kokpitu. Reprodukujú kabínu lietadla DA42 so všetkými jeho systémami.
- AL200 je vylepšený model AL172 určený pre letecké školy na nácvik postupov.

- AL200MCC určený pre výcvik na jednomotorových a viacmotorových lietadlách. Môže simulovať kabínu Beechcraft King Air 200, alebo Cessna Citation C550. Vhodný na výcvik PPL, CPL, IR a MCC.
- AL300MCC je vyrobený na základe spolupráce s Augsburg Airways pre posádky lietadiel Dash 8. Je používaný počas typového školenia v rozsahu 50%.
- ALX je multiletový model. Je určený na prípravu pilotov počas výcviku PPL, CPL, IR, MCC a na prúdové lietadlá.

2.4 Diamond Simulation

Ďalšou skupinou výrobcov letových simulátorov sú sami výrobcovia lietadiel ako napr. Diamond a iný. Pri vývoji a výrobe spolupracujú s niektorou spoločnosťou zaoberajúcou sa simuláciami. Ich snahou je presadiť sa na leteckom trhu poskytovaním komplexných služieb. Diamond simulation je súčasťou spoločnosti Diamond group, ktorá vyrába lietadlá pre všeobecné letectvo. Ich typy DA20 Katana a DA 40 Diamond Star sú jednomotorové lietadlá. Typ DA42 Twin Star je dvojmotorové lietadlo. Sú to viacmiestne lietadlá s nízkymi prevádzkovými nákladmi a preto sú pomerne obľúbené. Spoločnosť si však dala za cieľ predávať komplexnú službu a preto vznikla Diamond simulation. Jej úlohou bolo vyvinúť a vyrábať letové simulátory svojich lietadiel. Dnes existujú simulátory D-SIM-40 a D-SIM-42. Sú známe svojou vysokou realitou prostredia kabíny lietadla a realitou riadiacich prvkov. Súčasťou je pracovisko inštruktora s možnosťou voliť poruchy systémov lietadla, voliť polohu lietadla, prejavy počasia a pod [7].

2.5 Frasca Flight Simulations

Je to medzinárodná spoločnosť zaoberajúca sa vývojom a výrobou zariadení určených na letecký výcvik pre letecké spoločnosti, letecké školy a vojenské organizácie na celom svete. Bola založená v roku 1958 v USA a má zákazníkov na celom svete. Zameriava sa hlavne na vývoj a výrobu letových simulátorov jednomotorových a viacmotorových lietadiel všeobecného letectva, letových simulátorov turbovrtuľových lietadiel regionálnych leteckých spoločností a letových simulátorov vrtuľníkov. Sú to simulátory modulárneho systému, ľahko upraviteľné podľa požiadaviek zákazníka. Vernosť simulácie je vysoká. Sú vybavené pracoviskom inštruktora. Spoločnosť postavila množstvo simulátorov rôznych typov lietadiel vrátane Cessna 172, Diamond DA-40 and DA-42, Cirrus,

Piper Seminole, Warrior, Archer, Cessna Caravan, Cassna Citation, Beechcraft King Air, Beechcraft 1900, Pilatus PC 7/ PC 9, Bell 206/ 407/ 412, Eurocopter 120/ 135/ 225/ 350 a mnohé ďalšie [8]. Podľa požiadaviek zákazníka je spoločnosť schopná vytvoriť simulátor kategórie FFS až do úrovne D pre akýkoľvek typ lietadla alebo vrtuľníka.

ZÁVER

Využívanie letových simulátorov počas PPL výcviku a vo všeobecnom letectve významne narastá. V súčasnosti existujú pre toto konštatovanie nasledovné základné dôvody. Letecká legislatíva umožňuje už aj v rámci výcviku na získanie pilotnej licencie PPL absolvovať určitý počet hodín lietaním na letovom simulátore. Z ekonomického hľadiska je preto výhodné (aj pre výcvikové organizácie a aj pre študentov) lietať na letovom simulátore, kde letová hodina je významne lacnejšia. Významným dôvodom nárastu využívania letových simulátorov v súčasnosti je aj masívny prechod z klasického analógového zobrazenia letových a navigačných údajov na gelaas cockpit zobrazenie, ktorého ovládanie a využívanie nie je možné nacvičovať počas reálneho lietania z dôvodu množstva funkcionalít. Najvýznamnejším príspevkom využívania letových simulátorov je významné zvýšenie bezpečnosti leteckej dopravy, pretože simulátorové lietanie je možné vykonávať napr. aj mimo povolené obmedzenia pilota alebo lietadla.

REFERENCIE

- [1] Commercial Air Transportation, JAA, 2010. Dostupné na internete: <<https://jaato.com/>>
- [2] The Journal For Civil Aviation Training, HALLEDALE Media Group, 4/2012. Dostupné na internete: <<https://www.civilaviation.training/magazine/>>
- [3] <http://www.redbirdflightsimulations.com/category/news/>
- [4] <http://www.redbirdflightsimulations.com/>
- [5] <https://www.flyelite.com/>
- [6] <http://www.alsim.com/index.php>

[7] <http://www.diamond-simulation.com/home.html?&id=643&L=3>

[8] <http://www.frasca.com/>