



MODELOVANIE VZDUŠNÝCH PREISTOROV V PROSTREDÍ ESCAPE LIGHT SIMULÁTORA ATC PRE POTREBY VÝUČBY NA KATEDRE LETECKEJ DOPRAVY

Maximilián Virga
Air Transport Department
University of Žilina
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina

Benedikt Badánik
Air Transport Department
University of Žilina
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina

Abstract

This article addresses the issue of airspace modeling in the Escape Light air traffic control simulator with the aim of supporting educational activities at the Department of Air Transport of the University of Žilina. The objective is to analyze the methods of creating airspace models on ATC simulators both in Slovakia and abroad, and subsequently to develop and optimize a model of the Žilina Airport airspace based on defined requirements for the model itself and for training purposes. The thesis examines current practices used at domestic and international institutions and defines the criteria that the created model must meet for simulated air traffic control operations. It also presents the process of optimizing the model for the Escape Light environment and its adaptation for practical application in training. The conclusion evaluates the achieved results, identifies limitations, and proposes recommendations for further improvements to the developed model.

Keywords

Escape Light. Air traffic control. Simulator. Airspace. Education

1. Úvod

V procese výcviku riadiacich letovej prevádzky zohrávajú významnú úlohu simulátory, ktoré umožňujú precvičovanie štandardných aj mimoriadnych situácií v prostredí podobnom reálnym podmienkam.

Simulačné technológie zároveň rozširujú možnosti výučby aj v rámci univerzitného vzdelávania. V akademickom prostredí pomáhajú študentom vizualizovať princípy riadenia, porozumieť štruktúre vzdušného priestoru a oboznámiť sa s praktickými aspektmi prevádzky. Práca s takýmto nástrojom dokáže priblížiť študentom komplexnosť rozhodovacích procesov v reálnom čase a pripraviť ich na skutočný výcvik v riadnom výcvikovom centre.

Vytváranie kvalitného simulačného prostredia úzko súvisí s presným modelovaním vzdušných priestorov. Správne vymedzenie sektorov, navigačných bodov či letových tratí vytvára základ pre realistické cvičenia a výučbové scenáre.

Cieľom tohto článku je analyzovať spôsoby modelovania vzdušných priestorov na pracoviskách simulovania riadenia letovej prevádzky v Slovenskej republike a v zahraničí a vytvoriť model vzdušného priestoru letiska Žilina v prostredí simulátora Escape Light. Tento model bude slúžiť na výučbu a demonštráciu pre študentov študijného programu letecká doprava na Katedre leteckej dopavy Žilinskej univerzity v Žiline ako zdroj cenných informácií a možnosť pochopiť princípy riadenia letovej prevádzky. Táto práca na základe stanovených požiadaviek hodnotí vhodnosť vytvoreného modelu a jeho implementácie pre potreby výučby.

2. Metodika a metódy skúmania

V prvej časti článku sú rozpísané základné poznatky o vzdušnom priestore – triedy a rozdelenie vzdušného priestoru.

2.1. Vzdušný priestor

Vzdušný priestor predstavuje základný prvok leteckej infraštruktúry, v ktorom sa uskutočňuje letecká prevádzka. Každý štát má svoj vzdušný priestor. Podľa zákona 143/1998 Z.z. o civilnom letectve je vzdušný priestor Slovenskej republiky definovaný ako *vzdušný priestor nad územím Slovenskej republiky do výšky, v ktorej možno vykonávať leteckú prevádzku*. [1]

Vzdušný priestor sa delí na triedy A až G. Každá trieda má svoje špecifiká. Na Slovensku máme vzdušný priestor triedy C, D, a G.

Trieda C

V tejto triede sú povolené lety IFR aj VFR. Rozstupy sú dodržiavané medzi letmi IFR navzájom a medzi letmi IFR a VFR. Poskytovaná je služba riadenia letovej prevádzky pre IFR lety a VFR lety dostávajú informácie o premávke (na požiadanie aj odporúčania na vyhnutie sa). Maximálna rýchlosť je 250 kt IAS pod 10 000 ft AMSL. Je potrebné obojstranné rádiové spojenie. Všetky lety sú predmetom letového povolenia.

Trieda D

V tejto triede sú povolené lety IFR aj VFR. Rozstupy sú dodržiavané len medzi IFR letmi. Poskytovaná je služba riadenia letovej prevádzky pre IFR lety a poskytujú sa informácie o premávke VFR letov (na požiadanie aj odporúčania na vyhnutie sa). Maximálna rýchlosť je 250 kt IAS pod 10 000 ft AMSL. Je

potrebné obojstranné rádiové spojenie. Všetky lety sú predmetom letového povolenia.

Trieda G

V tejto triede sú povolené lety IFR aj VFR. Rozstupy nie sú dodržiavané. Poskytovaná je len informačná služba letovej prevádzky. Maximálna rýchlosť je 250 kt IAS pod 10 000 ft AMSL. IFR lety musia mať obojstranné rádiové spojenie, zatiaľ čo VFR lety nie. Žiadny let nie je predmetom letového povolenia. [2]

Horizontálne rozdelenie vzdušného priestoru:

- **Riadená oblasť (CTA)** – ide o časť vzdušného priestoru, v ktorej sú lety pod kontrolou riadiacich letovej prevádzky.
- **Koncová riadená oblasť (TMA)** – vzdušný priestor nachádzajúci sa v okolí letiska, určený na riadenie a zabezpečenie bezpečného priletu a odletu lietadiel.
- **Riadený okrsok letiska (CTR)** – priestor tesne priliehajúci k letisku, kde sa riadi letová prevádzka, pohyb lietadiel na letiskovom okruhu a v jeho blízkosti, ako aj proces vzletov a pristátí.
- **Neriyadený vzdušný priestor** je oblasť, v ktorej letová činnosť podlieha len základným pravidlám a predpisom, pričom nie sú vydávané inštrukcie riadenia letovej prevádzky. Na Slovensku je tento priestor definovaný od úrovne zeme do nadmorskej výšky 8 000 stôp, s výnimkou oblastí okolo letísk s CTR alebo TMA, kde je pred letom vhodné overiť aktuálne letiskové mapy. Pri letoch do zahraničia sa odporúča skontrolovať konkrétne parametre neriyadených priestorov, keďže sa môžu v jednotlivých krajinách líšiť. [2]

Rozdelenie podľa obmedzení

- **Nebezpečný vzdušný priestor (LZD – Danger)** – oblasť, v ktorej môže byť letová činnosť riziková, avšak nie je výslovné zakázaná.
- **Zakázaný vzdušný priestor (LZP – Prohibited)** – vzdušný priestor, do ktorého je vstup pre lietadlá zakázaný. Niektoré zakázané priestory sú však definované len do určitej výšky, čo umožňuje ich preletenie vo vyšších hladinách.
- **Obmedzený vzdušný priestor (LZR – Restricted)** – letová činnosť v tomto priestore je možná len za špecifických podmienok.
- **Dočasne rezervovaný vzdušný priestor (LZTRA – Temporary Reserved Airspace)** – vyhradený pre konkrétneho prevádzkovateľa, ktorý má povolenie na vykonávanie letovej činnosti. Prelet cez tento priestor môže byť povolený na základe vopred dohodnutej koordinácie.
- **Dočasne vyhradený vzdušný priestor (LZTSA – Temporary Segregated Airspace)** – určený výlučne pre vybraného prevádzkovateľa, pričom vstup ostatných lietadiel do tohto priestoru nie je povolený. [2]

V druhej časti článku bola realizovaná analýza súčasného stavu, a teda analýza spôsobov modelovania vzdušných priestorov na vybraných pracoviskách v Slovenskej republike aj v zahraničí a analýza súčasne dostupných simulačných softvérov pre riadenie letovej prevádzky. Pracoviská boli vyberané z rôznych kategórií – pracoviská, ktoré poskytujú profesionálny výcvik, výskum či vzdelávanie, ale aj pracoviská, ktoré používajú rovnaký simulačný softvér ako Katedra leteckej dopravy na Žilinskej univerzite v Žiline (ďalej len KLD). Informácie boli získané z verejne dostupných zdrojov a doplnené rozhovormi s technikmi z niektorých simulačných pracovísk. Získané údaje boli následne porovnané s aktuálnym stavom na pracovisku KLD.

2.2. ESCAPE Light na KLD

Escape Light je simulačný softvér riadenia letovej prevádzky vyvinutý spoločnosťou EUROCONTROL. Softvér ponúka realistické prostredie riadenia letovej prevádzky v reálnom čase a zároveň aj funkcionality, ktoré majú riadiaci letovej prevádzky v praxi k dispozícii. Je určený na simulácie systému tratí (En-route), a koncových riadených oblastí (ďalej len TMA). Od roku 2019 sa spoločnosť EUROCONTROL rozhodla, že svoj softvér ESCAPE vo verzii Light poskytnú bezplatne univerzitám a výskumným inštitúciám v Európe a v Ázii. Verzia Light je odľahčená, ale stále vysoko výkonná verzia softvéru ESCAPE. Táto verzia je prispôbená na prevádzku na menej výkonných počítačoch – notebookoch, ktoré môžu byť voliteľne doplnené o externé obrazovky. Počet simulovaných sektorov je limitovaný len počtom pripojených notebookov.

Simulátor zaznamenáva veľké množstvo údajov, vrátane interakcií medzi riadiacimi a pilotmi, bezpečnostných upozomení, pohybov lietadiel a ich trajektórií. Tieto údaje sú následne k dispozícii na spracovanie po skončení cvičenia, či už na štatistickú analýzu, výcvik alebo výskumné účely. Simulátor preto môže byť použitý na výskum, simulácie, ako aj na základný výcvik riadenia letovej prevádzky pre študentov letectva. [3,4]



Obrázok 1: ESCAPE Light na KLD

Escape Light je navrhnutý na fungovanie v prostredí operačného systému Linux. Na KLD sú počítače vybavené operačným systémom Windows. Na zabezpečenie kompatibility a možnosti spúšťania simulátora je využívaný softvér Oracle VirtualBox, ktorý umožňuje vytvoriť a spravovať virtuálne stroje. V tomto virtuálnom prostredí je nainštalovaný Linux distribúcie CentOS, ktorý je známy svojou stabilitou a širokým využitím v

serverových a simulačných aplikáciách. Tento prístup umožňuje spúšťať Escape Light na počítačoch s Windows, pričom zachováva všetky funkcie a vlastnosti simulátora bez potreby fyzickej inštalácie Linuxu.

Víziou KLD je, aby simulátor Escape Light simuloval stanovisko riadenia letovej prevádzky „Žilina veža“ na medzinárodnom letisku Žilina. To zahŕňa riadený okrsok letiska CTR a TMA žilinského vzdušného priestoru. KLD chce týmto poskytnúť svojim študentom možnosť nazrieť do sveta riadenia letovej prevádzky vo vzdušnom priestore, ktorý je im blízky, a s ktorým už majú skúsenosti.

2.3. Oslovené simulačné pracoviská

S cieľom získať ucelený prehľad o úrovni a využití simulačných pracovísk na výcvik a vzdelávanie v oblasti riadenia letovej prevádzky, boli oslovené viaceré slovenské aj zahraničné inštitúcie, ktoré pracujú so simulátormi ATC.

- a) **Výcvikové stredisko Letových prevádzkových služieb Slovenskej republiky (LPS SR)** využíva simulačné softvéry LETVIS a Eurocat 2000. Zameriava sa na výcvik profesionálnych riadiacich letovej prevádzky, pričom poskytuje aj pokračujúce vzdelávanie pre aktuálne zamestnaných riadiacich. [5,6]
- b) **České vysoké učení technické v Prahe (ČVUT)** prevádzkuje simulátor ESCAPE Light, ktorý je prepojený s výučbou v rámci študijných programov. Zameriava sa najmä na radarové simulácie a spolupracuje s medzinárodnými partnermi vrátane Eurocontrolu. [7]
- c) **Akadémia ozbrojených síl generála Milana Rastislava Štefánika** využíva radarový simulátor LETVIS, ktorý slúži na kvalifikačný výcvik vojenských riadiacich. Hoci nie je bežne prepojený s výučbou študentov akadémie, poskytuje praktický výcvik pre profesionálov ozbrojených síl. [8,11]
- d) **Technická univerzita v Košiciach (TUKE)** disponuje radarovým aj vežovým simulátorom. Softvér LETVIS sa využíva v rámci výučby ako súčasť predmetov a študenti si na ňom osvojujú praktické zručnosti radarového riadenia. [9,12]
- e) **Czech Air Navigation Institute (CANI)** je výcviková organizácia, ktorá pripravuje budúcich riadiacich letovej prevádzky v Českej republike. Využíva moderné simulačné technológie a poskytuje komplexný výcvik vrátane radarového aj procedurálneho riadenia. CANI používa radarový aj vežový simulátor – radarové simulátory od spoločností CS Soft a ROSE Simulation, a vežový simulátor od Adacel. Výcvik prebieha na 28 pozíciách pre riadiacich letovej prevádzky a 27 pozíciách pre pseudopilotov, čo umožňuje realistickú a efektívnu simuláciu rôznych operačných scenárov. [10,13]

Získané informácie umožnili porovnať úroveň vybavenia, využitie simulátorov vo výučbe a kapacity jednotlivých pracovísk, čím sa vytvoril relevantný základ pre zhodnotenie

aktuálneho stavu a potenciálu rozvoja nášho simulačného prostredia.

Súčasne bola spracovaná analýza simulačných softvérov zameraných na radarové simulácie. Na základe získaných poznatkov boli definované dve skupiny požiadaviek – na model vzdušného priestoru a na technické a didaktické predpoklady jeho využitia vo výučbe.

2.4. Sformulované požiadavky na výučbu

- a) **Realistická simulácia vzdušného priestoru** – simulátor by mal umožniť presnú reprezentáciu vzdušného priestoru vrátane letových hladín, sektorov riadenia, zón s obmedzením (napr. TMA, CTR, zakázané a nebezpečné zóny) a navigačných bodov. Model musí byť schopný zachytiť nielen geografické rozloženie vzdušného priestoru, ale aj jeho špecifické dynamické prvky, ako sú procedúry vzletu, priblíženia a pristátia.
- b) **Demonštrácia základných princípov ATC** – jednoduchá ukážka základných prvkov riadenia letovej prevádzky, ako sú komunikácia medzi riadiacim a pilotom, sledovanie lietadiel na radarových obrazovkách, pridelovanie letových hladín a riešenie konfliktov.
- c) **Flexibilita scenárov a nastavenie simulácie** – simulátor by mal umožňovať tvorbu a úpravu výukových scenárov. Scenáre by mali zahŕňať rôzne cvičenia, ktoré simulujú rôzne prevádzkové situácie a zohľadňovať odlišné úrovne zručností študentov. Nastavenie simulácie je vhodné pre pokrytie širokého spektra výukových potrieb, od základných konceptov až po pokročilé situácie.
- d) **Intuitívne užívateľské rozhranie** – pre efektívne používanie simulátora počas výučby je dôležité, aby bol jeho ovládací panel intuitívny a užívateľsky prístupný. Študenti aj vyučujúci musia byť schopní jednoducho navigovať v prostredí simulátora, nastavovať parametre simulácie a analyzovať výsledky. Užívateľské rozhranie by malo byť jednoduché, s jasnými vizualizáciami a návodmi na použitie.
- e) **Odolnosť voči technickým poruchám** – simulátor musí byť stabilný a odolný voči technickým problémom, ktoré by mohli narušiť priebeh výučby. Na pokrytie tejto požiadavky by mal byť prístupný kontakt na kvalifikovanú technickú podporu.
- f) **Možnosť simulácie rôznych pozícií** - simulátor by mal umožniť študentom vyskúšať si rôzne pozície, napríklad pozíciu riadiaceho letovej prevádzky alebo pseudopilota. Tým získajú lepší obraz o vzájomnej interakcii a procesoch.
- g) **Využitelnosť pri výučbe všeobecnej leteckej teórie** - simulátor by mal byť prispôbený na demonštráciu všeobecných pojmov, ako sú vzdušné priestory, navigácia, plánovanie letov alebo význam koordinácie v letectve.

- h) **Vyškolení inštruktora** – k zefektívneniu výučby by napomohla prítomnosť kvalifikovaného inštruktora, ktorý má znalosti z oblasti riadenia letovej prevádzky a zároveň rozumie technickým možnostiam a nastaveniam simulátora Escape Light. Takýto odborník dokáže nielen správne vysvetliť teoretické princípy, ale aj prakticky predviesť použitie simulátora, prispôbiť scenáre potrebám výučby a efektívne vyhodnotiť výkon študentov. Schopnosť inštruktora poskytovať konštruktívnu spätnú väzbu a analyzovať rozhodnutia študentov je kľúčová pre ich odborný rast.
- i) **Technické vybavenie simulátora.** Dokonalý simulátor by mal byť vybavený profesionálnymi prvkami, ako sú konzoly, výnosom meteorologického radaru, telefónne linky na koordináciu medzi sektormi so systémom VCS. Dôležitým aspektom je aj fyzické oddelenie pracovných pozícií riadiacich a pseudopilotov, čím sa predchádza rušivým vplyvom a zachováva sa štandardná rádiová komunikácia podobná reálnej prevádzke. Čím je vybavenie simulátora prepracovanejšie a vernejšie realite, tým vyššia je aj kvalita a prínos samotnej simulácie

2.5. Sformulované požiadavky na model vzdušného priestoru

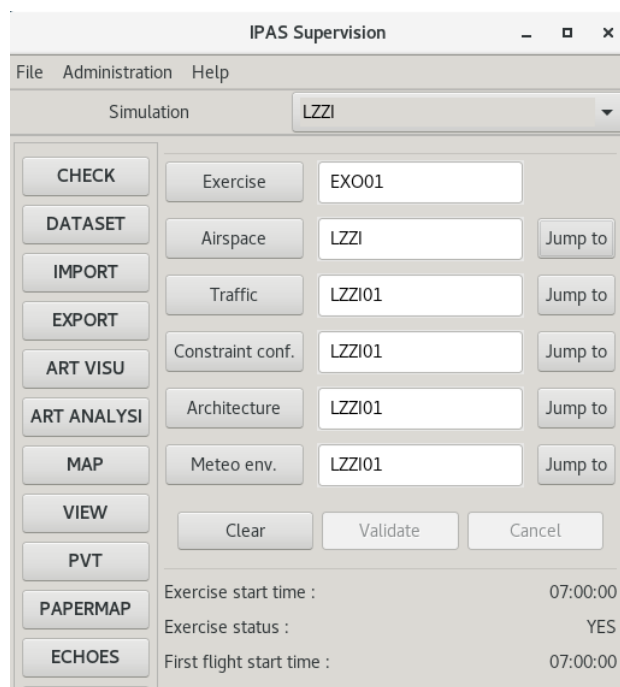
- a) **Model by sa mal nachádzať v správnej geografickej lokalite.** To znamená, že keď modelujeme vzdušný priestor letiska Žilina, letisko Žilina sa bude nachádzať medzi hranicami tohto priestoru. Priestor by mal mať tvar čo najviac zodpovedajúci realite.
- b) **Model by mal obsahovať všetky navigačné body v simulovanom priestore a jeho okolí.** Navigačné body pre lety VFR ale aj body pre lety za pravidiel IFR. Body sú dôležité pre navigovanie letov a slúžia aj ako pozície na miznutie a objavovanie nových letov, ktoré majú preletieť, alebo už preleteli simulovaným vzdušným priestorom.
- c) **Model by mal zahŕňať odletové a príletové trasy patriace k letisku Žilina.** Zabezpečujú organizovaný, bezpečný a efektívny tok letovej prevádzky v okolí letiska. Ich presná simulácia umožní študentom pochopiť a nacvičovať štandardné postupy, ktoré sa používajú v praxi.
- d) **Model by mal mať realistický tvar.** Konkrétne riadená oblasť by mala mať čo najpresnejší tvar identický s realitou, aby bolo jednoznačné, kedy letecká prevádzka už zasahuje do riadeného priestoru.
- e) **Správny kontrast farieb.** Farby by mali byť navrhnuté tak, aby boli dobre rozlíšiteľné, no zároveň vizuálne príjemné a nenamáhalo oči. Keďže riadiaci letovej prevádzky trávajú pri monitore dlhý čas, vhodné je používať tmené a tmavšie odtiene, ktoré znižujú únavu očí a prispievajú k lepšiemu sústredeniu. Správne zvolená farebná schéma tak podporí nielen estetiku, ale aj funkčnosť modelu.

- f) **Filtrovanie zobrazovaných údajov.** Možnosť zapnúť alebo vypnúť prvky ako navigačné body, ich označenia, príletové a odletové trate či predĺženú os dráhy prispieva k prehľadnosti a efektívnosti práce. Riadiaci letovej prevádzky alebo študenti pracujúci so simulátorom tak môžu sústrediť svoju pozornosť len na tie informácie, ktoré sú v danom momente relevantné. Táto flexibilita zníži vizuálne zaťaženie a pomôže predchádzať zbytočnému zahlteniu obrazovky údajmi.
- g) **Použitie správnych symbolov.** Pre navigačné body je vhodné, aby boli rozlíšiteľné ich typy. Napríklad povinne hlásny vstupno-výstupný VFR bod do CTR by mal mať výraznejší symbol (napríklad plný trojuholník) ako nejaký RNAV bod, ktorý je súčasťou SID či STAR.

Model vzdušného priestoru v simulátore ESCAPE Light bol vytváraný postupne. Jeho tvorba bola v spolupráci so simulátorovým špecialistom z EUROCONTROLU – Philippe Bouchaudonom. Poskytol nám potrebné zaškolenie na prostredie simulátora. Postupnými krokmi sme sa dostávali ku zložitejším procesom až do bodu, kedy sme boli sami schopní modelovať vlastný priestor. Počas modelovania vzdušného priestoru letiska Žilina sme dbali na stanovené požiadavky na samotný model a aj na požiadavky pre výučbu.

2.6. Modelovanie v prostredí Escape Light

Escape Light má dva virtuálne stroje - IPAS a GROUND. IPAS menu, na obrázku 2, slúži na vykonávanie zmien v simulácii. GROUND slúži na spúšťanie simulácie.



Obrázok 2: IPAS

IPAS predstavuje hlavné menu, z ktorého sa simulácia upravuje. Každá zmena v databáze musí byť potvrdená (commit), skontrolovaná (check) a následne prenesená (deliver) do simulácie, teda do GROUND virtuálneho stroja (RunTIME). Až po splnení týchto krokov sa zmena naozaj prejaví. Avšak IPAS má

zakomponované nástroje ECHOES (pre zmeny máp) a ARTVISU (pre zmeny v stavbe vzdušného priestoru), vďaka ktorým je možné vizuálne skontrolovať vykonané zmeny ešte pred tým, ako sa odošlú do GROUND virtuálneho stroja.

Airspace databáza. Otvorí sa po kliknutí na „Jump to“ v riadku Airspace. Služi na tvorbu navigačných bodov, ktoré sa budú zobrazovať na obrazovke riadiaceho. Taktiež, ako názov napovedá, sa v nej zriaďujú všetky prvky vzdušného priestoru ako sú: letiská, navigačné body, letové cesty, SID, STAR, vyčkávacie obrazce, objemy vzdušných priestorov, stanovišťa ATC a riadené sektory.

Graphical data databáza. Otvorí sa po kliknutí na „File - Open - Graphical data“. Služi na vytváranie bodov, ktoré sa nezobrazujú na obrazovke riadiaceho. Tieto body slúžia na konštrukciu grafických útvarov. Pomocou týchto bodov sa dajú vytvoriť: čiary, plochy, kružnice, pravítko či doplnkové informácie.

V rámci modelovania vzdušného priestoru letiska Žilina sa nám podarilo vytvoriť:

- 2 sektory a 2 ATC stanovišťa
- znázornenie letiska, dráhy a predĺženej osi dráhy
- potrebné navigačné body
- leteckú prevádzku
- odletové a priletové trate
- vyznačenie CTR/TMA/ATZ
- doplnkové údaje

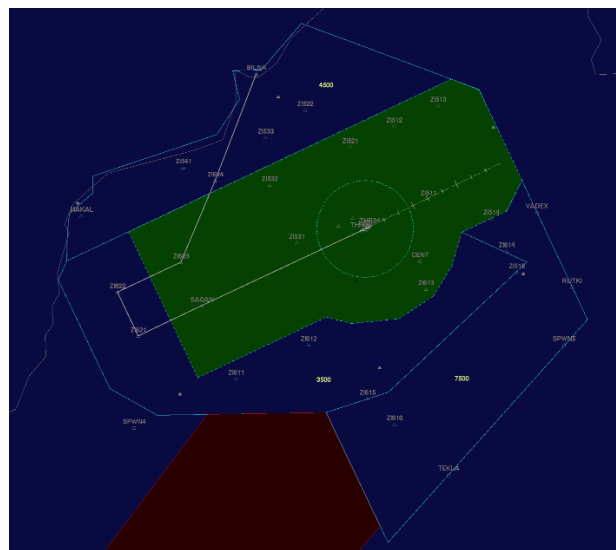
Na záver sme doladili kontrast farieb. Pre každý vytvorený prvok sme vybrali farbu, ktorá kontrastuje s jej okolím, aby všetky prvky vynikli a zároveň pohľad na obrazovku bol príjemný pre oči. Tento proces sa nazýva Konfigurácia máp.

3. Výsledky

Analýza súčasného stavu simulátorových pracovísk a dostupných softvérových riešení pre simulácie riadenia letovej prevádzky poukázala na rôzne zlepšenia, ktorými sa môže naše pracovisko na KLD inšpirovať. Je to najmä vďaka zisteniu, že ostatné pracoviská sú o niekoľko krokov ďalej vo svojej činnosti. Ich simulátory už sú implementované do výučbového procesu alebo sa používajú na prípravu študentov na skutočný výcvik. Majú vytvorené funkčné cvičenia a rôzne vzdušné priestory. Majú zvyčajne vytvorený tím ľudí, ktorý sa o simulátor stará a zabezpečuje jeho činnosť. Vybavenie simulátorov taktiež zodpovedá úrovni pracoviska.

V druhej časti práce, na základe stanovených požiadaviek, bol vytvorený model vzdušného priestoru letiska Žilina v prostredí simulátora ESCAPE Light. Následne bolo vyhodnotené, že tento model spĺňa všetky stanovené požiadavky na vzdušný priestor, čo ho robí pripraveným na vytváranie výučbových cvičení. Model sa nachádza v správnej geografickej lokalite, obsahuje všetky potrebné navigačné body, zahŕňa trasy SID a STAR, má realistický tvar, má správne nastavený kontrast farieb na základe inšpirácie z reálneho pohľadu na monitor riadiaceho letovej prevádzky, má intuitívne nastavené filtrovanie zobrazovaných

údajov a model využíva správne symboly pre rozlíšenie jednotlivých typov bodov.



Obrázok 3 Vytvorený model vzdušného priestoru letiska Žilina

4. Záver

Cieľom článku bolo analyzovať spôsoby modelovania vzdušných priestorov na pracoviskách simulátorov riadenia letovej prevádzky v Slovenskej republike a v zahraničí, a zároveň vytvoriť model vzdušného priestoru letiska Žilina v prostredí simulátora ESCAPE Light. Tento model má byť určený na výučbu a demonštráciu pre študentov študijného programu Letecká doprava na Katedre leteckej dopravy Žilinskej univerzity v Žiline.

V rámci analýzy zahraničných aj domácich pracovísk sa podarilo získať cenné poznatky o organizačných, technických a obsahových aspektoch výučby s použitím simulátorov. Zistilo sa, že úspešné pracoviská na univerzitnej úrovni často fungujú vďaka aktívnej komunite nadšencov, spolupráci so špecialistami z praxe a dôkladne pripraveným výukovým scenárom. Tieto zistenia predstavujú užitočnú inšpiráciu pre ďalší rozvoj simulačného pracoviska na Žilinskej univerzite.

Z praktického hľadiska sa podarilo úspešne vytvoriť model vzdušného priestoru letiska Žilina v prostredí simulátora ESCAPE Light. Model je plne funkčný, s optimalizovaným výberom zobrazovaných údajov, pripravený na využitie pri tvorbe výukových cvičení a môže významne prispieť k zrozumiteľnejšiemu prenosu poznatkov o princípoch riadenia letovej prevádzky.

Aj keď sa podarilo naplniť stanovené ciele, počas práce sa objavili oblasti, ktorých riešenie je vhodné pre ďalšie články – napríklad tvorba komplexných výukových scenárov, systematické zaškolenie personálu či rozšírenie využitia simulátora v rámci viacerých predmetov. Budúci rozvoj simulátora môže zároveň vytvoriť priestor na spoluprácu s leteckými školami, výcvikovými organizáciami alebo výskumnými inštitúciami, čo by mohlo prispieť k ešte efektívnejšiemu využitiu tejto technológie v oblasti vzdelávania a výskumu.

Pod'akovanie

Článok je publikovaný ako jeden z výstupov projektu Ministerstva školstva, výskumu, vývoja a mládeže Slovenskej republiky KEGA 54ŽU-4/2025 "Možnosti využitia umelej inteligencie v študijnom programe letecká doprava pri výučbe pilotov a technikov údržby. (SmartSkyEdu)"

Referencie

- [1] **Slov-lex.** Zákon č. 143/1998 Z. z. o civilnom letectve. [online]. Dostupné z: <https://www.slovlex.sk/ezbierkyfe/pravnepredpisy/SK/ZZ/1998/143/20200801#paragraf-2.pismo-a> [Cit. 12. 1. 2025].
- [2] **Airliners.sk.** Vzdušný priestor – rozdelenie, základné charakteristiky. [online]. Dostupné z: <https://www.airliners.sk/vzdušny-priestor-rozdelenie-zakladne-charakteristiky/> [Cit. 12. 1. 2025].
- [3] **EUROCONTROL.** ESCAPE – Air Traffic Control Simulator. [online]. Dostupné z: <https://www.eurocontrol.int/simulator/escape> [Cit. 16. 1. 2025].
- [4] **EUROCONTROL.** ESCAPE Light Simulátor – ukážka cvičenia. [video online]. YouTube, 2023. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=VhkdM47-w7c> [Cit. 16. 1. 2025].
- [5] **LPS SR.** Radarový simulátor. [online]. Dostupné z: <https://www.lps.sk/sk/sluzby/vs/simulatory/radarovy-simulator> [Cit. 13. 3. 2025].
- [6] **Rozhovor s technikom simulátora LPS SR.** Osobný rozhovor, 15. 3. 2025.
- [7] **Rozhovor s inštruktorom simulátora ČVUT.** Osobný rozhovor, 17. 4. 2025.
- [8] **Akadémia ozbrojených síl SR.** Simulačné centrum – Riadenie letovej prevádzky. [online]. Dostupné z: <https://aos.sk/clanok/simulacne-centrum-riadenie-letovej-prevadzky> [Cit. 16. 4. 2025].
- [9] **TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH.** Vedecko-výskumné pracoviská LF. [online]. Dostupné z: <https://lf.tuke.sk/wps/portal/lf/veda-a-vyskum/vedecko-vyskumne-pracoviska> [Cit. 14. 4. 2025].
- [10] **CANI.** About Us – Czech Air Navigation Institute. [online]. Dostupné z: <https://www.cani.cz/aboutus/introduction> [Cit. 3. 4. 2025].
- [11] **Rozhovor s inštruktorom Simulačného centra AOS.** 23. 4. 2025
- [12] **Rozhovor s doktorandom Katedry letovej prípravy TUKE.** 23. 4. 2025
- [13] **Komunikácia s vedúcim simulačného oddelenia CANI.** 24. 4. 2025