

Technická univerzita v Košiciach

Záverečná správa

Aktivita 1.5

Názov aktivity: Budovanie regionálnych centier v mieste pôsobenia partnerov

Regionálne centrum leteckej dopravy SR



OBSAH

Obsah	2
Zoznam obrázkov	3
Úvod	4
1 Budovanie regionálneho centra	5
1.1 Technická univerzita v Košiciach	5
1.2 Letisková spoločnosť Žilina, a.s.	8
2 Využitie letových simulátorov	13
2.1 Bezpečnosť letu	13
2.2 Letové simulátory	14
3 Postupy pre priblíženie GNSS	16
3.1 Teoretické riešenie	18
3.2 Obecný postup výpočtu priblíženia	19
3.3 Praktické overenie	21
Záver	23

ZOZNAM OBRÁZKOV

- Obr. 1 Letový simulátor
- Obr. 2 Inštalácia počítačov v laboratóriu GIS
- Obr. 3 Úložisko dát a server
- Obr. 4 Letecké nehody všeobecného letectva v rokoch 2002-2011

ÚVOD

Cieľom aktivity 1.5 bolo vybudovanie regionálnych centier leteckej dopravy v Košiciach a na letisku v Žiline. Regionálne centrá budú prispievať k prepojeniu univerzít a vedecko-výskumných organizácií s praxou. Transfer poznatkov a výsledkov vedy a výskumu medzi podnikateľmi budú zabezpečovať regionálne centrá. Letisko Žilina a YMS, a.s. v Trnave, ako vzorové podniky zapojené do projektu otestujú ako prvé výsledky vedy a výskumu v reálnej praxi.

Realizáciou aktivity boli vybudované regionálne centrá leteckej dopravy SR, ktoré budú slúžiť pre realizáciu výskumu v leteckej doprave. V rámci jednotlivých centier budú navrhované nové postupy bezpečného priblíženia a priblíženia GNSS. Výstupy realizovanej aktivity budú mať prínos pre:

- zvýšenie kvality realizovaného výskumu,
- možnosť zapájať sa do riešenia významných medzinárodných výskumných úloh,
- zatriktívnenie podmienok výskumu pre špičkových pracovníkov zo zahraničia,
- reintegráciu slovenských vedecko-výskumných pracovníkov pôsobiacich v zahraničí, za účelom zvýšenia konkurencieschopnosti v regióne strednej Európy.

1 BUDOVANIE REGIONÁLNEHO CENTRA

1.1 Technická univerzita v Košiciach

Regionálne centrum leteckej dopravy v Košiciach bolo vybudované na Leteckej fakulte Technickej univerzity v Košiciach, kde má výskum bezpečnosti letovej prevádzky a problematiky GNSS svoju tradíciu. Regionálne centrum sa nachádza v priestoroch budovy č.19 na Katedre letovej prípravy. Centrum má tri základné časti:

- laboratórium GIS,
- letové simulátory,
- úložisko dát.

Vybavenie regionálneho centra bolo definované tak, aby spĺňalo súčasné požiadavky kladené na aplikované výskumy v oblastiach problematiky bezpečného priblíženia a postupov pre priblíženie GNSS.

Regionálne centrum leteckej dopravy SR budované v Košiciach bolo vybavené nasledovnými zariadeniami resp. softvérom:

- a) Letový simulátor
- b) Softvér na spracovanie GIS
- c) Počítač (Variant A, Variant B)
- d) Dátové úložisko
- e) Server
- f) Dataprojektor

a) Letový simulátor

Letový simulátor Elite Evolution S612 BITD (Basic Instrument Training Device) je určený pre navigáciu a simuláciu letových postupov. Letový simulátor pozostáva z modulárnych častí kabíny simulátora, so sedačkou pre pilota a s miestom pre inštruktora. V rámci budovania regionálneho centra boli nakúpené 2 kusy letového simulátora, jeden simulátor s vybavením kabíny pre lietadlo Cessna 172RG a druhý pre lietadlo Baron B58.

Simulátor generuje palubné vybavenie, ktoré obsahuje daný typ simulovaného lietadla: rádiokomunikačný a navigačný systém a zariadenie (umelý horizont, výškomer, priečny sklonomer, VSI, HSI, RMI, autopilot, FDI). Simulátor umožňuje trojkanálovú vizualizáciu a priestorové zobrazenie pri horizontálnom zobrazení 40° na jeden kanál. Projekčná plocha je 120°, lomená na tri časti.

Simulačný SW a HW je scválený a certifikovaný v zmysle JAR-FSTD A a spĺňa požiadavky BITD. Aktualizovateľná navigačná databáza obsahuje územie Slovenskej republiky, súčasťou dodávky je Apollo GPS.

Simulátor je schopný simulovať aj štandardné poruchy lietadla. Simulátor je možné v budúcnosti upgradovať na vyšší typ zariadenia spĺňajúce kritéria výcviku FNPT I, FNPT II.

Súčasťou zariadenia je CE certifikát, ktorý spĺňa podmienky certifikácie zariadenia na Dopravnom úrade.



Obr. 1 Letový simulátor

b) Softvér na spracovanie GIS

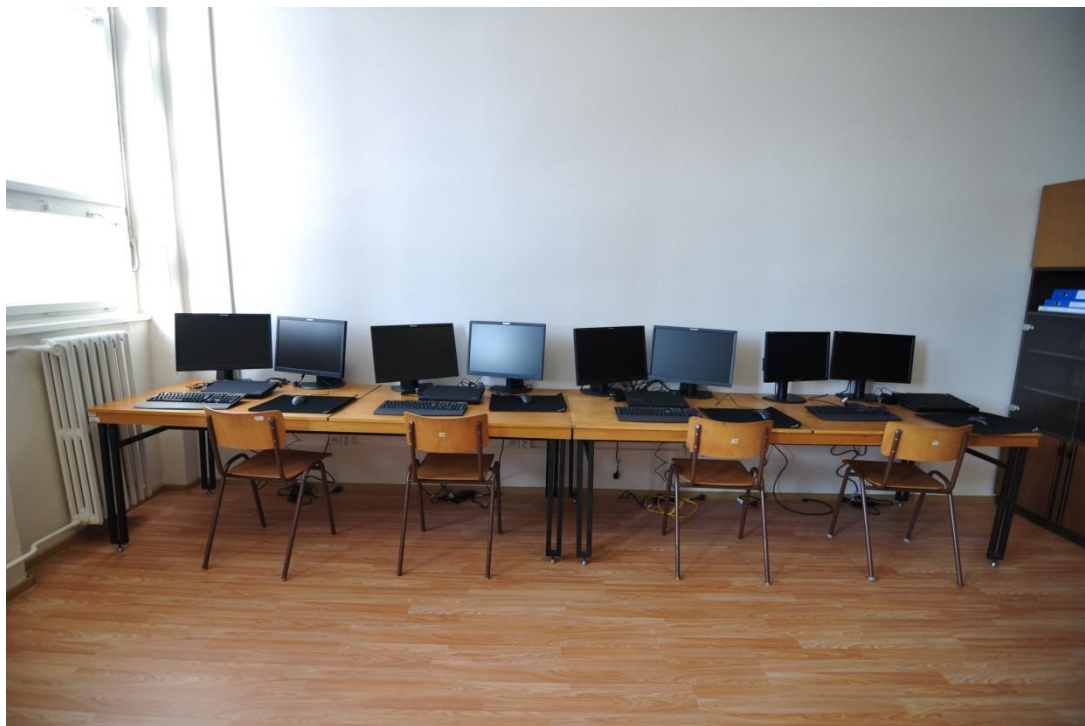
Softvér Trimble Business Center slúži na spracovanie GIS, integrované spracovanie GNSS meraní a meraní TS. Umožňuje prácu s dátami z GNSS, TS a dátami z digitálnych nivelačných prístrojov. Je určený pre transfer a synchronizáciu dát medzi jednotlivými zariadeniami a umožňuje zobrazenie nameraných dát, ich editáciu a export údajov, vrátane exportu dát do MS Excel.

Umožňuje vytváranie digitálneho modelu terénu, GPS L1 Post processing, GPS L1 Network Adjustment a GNSS Post processing.

c) Počítač (Variant A, Variant B)

Technický notebook Lenovo TP T410 (Počítač A) pre podporu spracovania GIS, RAM 4GB. Súčasťou zariadenia je 2xLCD monitor 22" Lenovo T43LNEU a 64 bit OS.

Technický notebook Panasonic CF52 (Počítač B) pre výpočty a spracovanie dát, súčasťou zariadenia je 2xLCD monitor 22" a OS.



Obr. 2 Inštalácia počítačov v laboratóriu GIS

d) Dátové úložisko

Dátové úložisko pre veľký objem meraných dát IBM System Storage DS 3524 Express Dual Controller Storage System. 80 Terabajtové úložisko dát s použitím 96x900GB 2,5in SAS HDD.

e) Server

IBM server x3650 M3, Xeon 6C X5660 slúži pre podporu synchronizácie dát.



Obr.3 Úložisko dát a server

f) Dataprojektor

Dataprojektor BENQ W1060 s vysokou svietivosťou na prezentáciu GIS.

1.2 Letisková spoločnosť Žilina, a.s.

Budovanie regionálneho centra na Letisku Žilina, ktoré prevádzkuje Letisková spoločnosť Žilina, a.s. na základe Povolenia na prevádzkovanie Letiska Žilina vydaného Dopravným úradom v zmysle ustanovenia § 32 ods. 1 zákona č. 143/1998 Z. z. o civilnom letectve (letecký zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov prebehlo prostredníctvom nasledovných aktivít. Pri nich boli využité ľudské, materiálne a finančné zdroje.

Pokiaľ ide o ľudské zdroje, v úvodnej fáze prebehlo štúdium materiálov súvisiacich s problematikou bezpečného priblíženia, oboznamovanie sa s relevantnými podkladmi v problematike systému bezpečnosti, legislatívou v oblasti civilného letectva.

Riešitelia analyzovali podmienky pre transfer poznatkov a technológií materiálovej základne. Odborní riešitelia priebežne ex ante stanovovali ciele na najbližšie obdobie a ex post analyzovali stav napĺňania stanovených cieľov.

Došlo k oboznámeniu sa s problematikou vytvárania, spravovania a udržiavania veľkých databáz a s teoretickými východiskami pri spracovaní veľkého objemu dát, ktoré boli následne aj využité v procese implementácie poznatkov vedy a výskumu do praxe.

Pripravovali sa podklady k verejnému obstarávaniu položiek vyplývajúcich z rozpočtu projektu, definovali sa technické a technologické parametre prístrojov a zariadení, ktoré boli zamýšľané na použitie pri výskume.

Riešitelia sa zúčastnili pracovných ciest, kde si osvojovali schému transferu poznatkov do praxe v podmienkach iných európskych regiónov, prepojenie týchto regiónov s letiskami pri budovaní spoločnej infraštruktúry s ohľadom na širšie spoločenské využitie a aplikáciu na podmienky žilinského regiónu.

V súvislosti s nájmom špeciálnych zariadení sa vykonala analýza možností umiestnenia referenčného GNSS prijímača v rámci perimetra letiska Žilina s prihliadnutím na ochranné pásma a národnú a medzinárodnú legislatívu v oblasti prevádzky letísk. Odborní riešitelia analyzovali a porovnávali referenčné GNSS stanice od rôznych výrobcov na európskom trhu.

Vykonalo sa posudzovanie možnosti referenčného GNSS prijímača vzhľadom na koncept sieťového zariadenia ako aj posudzovanie streamovacích služieb poskytovaných referenčným GNSS prijímačom v kontexte budovania regionálneho centra na letisku Žilina a posudzovanie dopytových služieb poskytovaných referenčným GNSS prijímačom v kontexte budovania regionálneho centra na letisku Žilina.

Preverovali sa možnosti údržby referenčného GNSS prijímača v kontexte budovania regionálneho centra na letisku Žilina so zohľadnením miestnych špecifik predmetného letiska.

Riešitelia vykonávali posudzovanie vplyvu elektronickej interferencie na referenčný GNSS prijímač v kontexte miestnych podmienok regionálneho centra. Neoddeliteľnou súčasťou aktivít bolo determinovanie možností umiestnenia referenčného GNSS prijímača v rámci regionálneho centra na letisku Žilina ako i posudzovanie jednotlivých prevádzkových módov referenčného GNSS prijímača.

Ďalej sa riešitelia oboznamovali s technológiou vysielania korekcií za účelom tvorby postupov GNSS priblíženia, ale aj s možnosťami, schémou a nastavením záznamu údajov z referenčnej GNSS stanice v rámci budovania regionálneho centra na letisku Žilina.

Takisto došlo k posudzovaniu možností vysielania observácií z referenčnej GNSS stanice a oboznamovanie sa s mechanizmom tohto vysielania i k posudzovaniu spôsobov merania výšky antény referenčnej GNSS stanice a oboznamovanie sa s možnosťami zmeny tejto výšky.

Riešitelia vykonali parciálnu tvorbu protokolu určenia súradníc GNSS pre regionálne centrum na letisku Žilina, pričom došlo k úprave zdrojových dáta y bodu LZZI, ďalej k prevodu hodinových meraní z interného formátu T02 do výmenného formátu RINEX a spojenie zdrojových dát do jedného uceleného súboru pre celú dĺžku observácie.

V rámci parciálnej tvorby protokolu určenia súradníc GNSS pre regionálne centrum na letisku Žilina sa uskutočnil aj výber a príprava meraných údajov zo stabilných referenčných staníc GNSS zaradených do Európskej permanentnej siete EUREF nachádzajúcich sa na našom území, resp. v jeho tesnej blízkosti. Neoddeliteľnou súčasťou procesu bol aj výber vhodného súradnicového systému.

Parciálna tvorba protokolu určenia súradníc GNSS pre regionálne centrum na letisku Žilina bola finalizovaná doplnením vstupných údajov o údaje o presných dráhach družíc a informáciách o presných polohách fázových centier a spracovanie všetkých uvedených dát do súradníc a charakteristík presnosti určovaného bodu LZZI.

V súvislosti s budovaním regionálneho centra na letisku Žilina riešitelia posudzovali možnosti nastavenia referenčného GNSS prijímača ako referenčnej stanice v miestnych podmienkach regionálneho centra so zohľadnením jednotlivých prevádzkových špecifik letiska Žilina a oboznamovali sa s konštrukciou referenčného GNSS prijímača, pričom išlo o komponenty ako klávesnica, displej, LED indikátory a ovládacie prvky. Vykonalo sa posudzovanie možností konektivity a oboznamovanie sa s konektormi referenčného GNSS prijímača.

Riešitelia sa v rámci regionálneho centra oboznamovali s kanálovými, napájacími, bezdrôtovými, komunikačnými a napät'ovými vlastnosťami referenčného GNSS prijímača, rovnako ako s možnosťami konfigurácie referenčného GNSS prijímača pomocou funkcií jednotlivých tlačidiel a hlavného vypínača a s rozložením prvkov na domovskej obrazovke referenčného GNSS prijímača.

Odborní riešitelia sa zúčastňovali stretnutí s ostatnými riešiteľmi partnerských organizácií na spoločných stretnutiach a konferenciách organizovaných pod hlavičkou projektu Brokerské centrum leteckej dopravy pre transfer technológií a znalostí do dopravy a dopravnej infraštruktúry.

Proces zberu dát vyžadoval oboznamovanie sa so stavovými obrazovkami referenčného GNSS prijímača i oboznamovanie sa s nastavovaním referenčnej zemepisnej šírky, dĺžky a elipsoidickej výšky referenčného GNSS prijímača. Pokiaľ ide o zber dát, pracovníci kompetenčného centra sa oboznamovali aj s možnosťami, schémou a nastavením záznamu údajov z referenčnej GNSS stanice v rámci budovania regionálneho centra na letisku Žilina.

Nevyhnutné bolo aj oboznamovanie sa so zmenami nastavení referenčného GNSS prijímača a s možnými problémami súvisiacimi s referenčnou GNSS stanicou vznikajúcimi počas jej prevádzky v regionálnom centre na letisku Žilina so zameraním na prevádzkové špecifiká predmetného letiska.

Identifikácia spôsobov riešenia možných problémov vznikajúcich počas prevádzky referenčnej GNSS stanice v regionálnom centre na letisku Žilina predstavovala kritickú časť procesu.

Keďže špeciálne zariadenia nepracujú izolovane, ale sú súčasťou siete bolo nevyhnutné zoznámiť sa s možnosťami nastavenia referenčného GNSS prijímača ako súčasť konfigurácie siete ako aj s aktiváciou záznamovej kampane referenčného GNSS prijímača. Riešitelia sa naučili pracovať s konfiguračnými možnosťami sieťových nastavení referenčného GNSS prijímača a s konfiguráciou referenčného GNSS prijímača pomocou programu WinFlash a prostredníctvom webového prehliadača.

V rámci riešenia problematiky bezpečného priblíženia odborní riešitelia validovali predpoklady zavedenia priblíženia GNSS v našich podmienkach. Nevyhnutnou súčasťou bola

analýza súčasného stavu využívania postupov pre priblíženie GNSS na regionálnych letiskách v ČR ako aj analýza súčasného stavu problematiky bezpečného priblíženia doma a vo svete.

Významnú časť aktivít tvorilo testovanie prevádzky referenčnej stanice ako Rover Integrity prijímača. S tým súvisela validácia georeferenčných dát pri rôznych vzdialenostiach od zdroja signálu ako aj kontrola kvality zápisu dátových záznamov na externé médiá. Došlo aj k testovaniu spoľahlivosti zápisu dát. Nevyhnutnými boli konzultácie s dodávateľom z hľadiska zlepšenie spoľahlivosti zápisov a následná úprava nastavení prijímača.

V súvislosti s prenájaným anténym systémom bolo potrebné štúdium prevádzkovej príručky anténneho systému Zephyr2, ktorý je umiestnený v priestoroch letiska Žilina, za účelom oboznámenia sa s postupom a spôsobom kalibrácie. Následne bola vykonaná samotná kalibrácia. Kontrola kvality vykonania kalibrácie anténneho systému je súčasťou systému udržania kvality kalibrácie zariadenia, ktorá bola riešiteľmi stanovená.

V rámci aktivity 1.5 bol obstaraný počítač na zabezpečenie zberu a spracovania dát získaných skenovaním objektov pre realizáciu výskumu v kompetenčnom centre. Zariadenie umožnilo spracovanie množstva dát, s ktorými odborní riešitelia pracovali pri transfere a testovaní poznatkov a výsledkov vedy a výskumu do praxe. Zariadenie takisto uľahčilo prácu odborných riešiteľov pri všetkých aktivitách súvisiacich s projektom.

Vďaka nájmu zariadenia a vybavenia potrebného pre realizáciu výskumu súvisiaceho so zberom a spracovaním údajov mohla Letisková spoločnosť Žilina, a.s. uskutočňovať výskum týkajúci sa problematiky bezpečného priblíženia ako aj návrhu postupov pre priblíženie GNSS a skúmať problémy a otázky s tým súvisiace. Základným zariadením v rámci tohto výskumu bola referenčná stanica zberu GNSS dát Trimble NetR9 Ti-1, so 440 kanálmi a vnútornou 8GB pamäťou je použiteľná pre navigačné systémy GPS, Glonass a Galileo pre presné merania polohy a výškopisné. Ovládanie stanice je realizované cez WEB rozhranie, napájanie je možné realizovať cez Ethernet (PoE). Zariadenie obsahuje Bluetooth komunikačný port a USB port pre rozšírenie pamäte. Zariadenie je určené pre použitie v náročných podmienkach. Dáta môžu byť ukladané v nasledovnom formáte: T02, RIMEX 2.0, RINEX 3.0 a BINEX. Formát vstupných/výstupných dát: CMR, CMR+, CMRx, RTCM 2.1, RTCM 2.2, RTCM 2.3, RTCM 3.0, RTCM 3.1, RT17, RT27, BINEX, RTCM 3.x, NMEA-0183 v 2.30, GSOF.

Aby bolo možné prijímať dáta z družicových systémov, bol prenájaný aj anténny systém pre vysielanie a príjem GPS, GLONASS a Galileo dát. Systém pozostáva zo samostatnej prijímacej antény Zephyr2 pre presné aplikácie merania a využíva sa pri realizácii presných referenčných staníc/sietí. Anténny systém je vybavený technológiou pre zníženie vplyvu multipath, podporuje signály GPS L1/L2, GLONASS L1/L2, Galileo E1/E2, OmniSTAR a je určený pre použitie v náročných podmienkach. Súčasťou je 30 metrový káblový rozvod anténneho systému, vrátane odbornej inštalácie a konfigurácie do existujúceho a pripraveného technologického prostredia/zázemie pre umiestnenie anténneho systému.

Letisková spoločnosť Žilina, a.s. pre potreby výskumu obstarala výskumný materiál v súvislosti so zberom skenovaných údajov a prenášaním veľkého množstva dát. Ide o materiál ako CD, DVD, USB kľúče, prenosné HDD a podobne ako aj materiál v súvislosti so zberom dát ako tripod clip a púzdro, spojky, rozhrania.

Štúdiá biologickej ochrany letiska obstaraná v rámci tejto aktivity projektu slúži na analýzu biologickej situácie letiska pre zabezpečenie letovej dopravy a zabezpečenia biologickej ochrany a nastavení metodiky pre lety pri získavaní a spracovávaní údajov pri skenovaní terénu.

Výstupom projektu je aj obstaranie Štúdie bezpečnostnej situácie letiska Žilina, ktorá analyzuje bezpečnostnú situáciu letiska za účelom zvyšovania bezpečnosti letovej dopravy a bezpečných letov pri získavaní a spracovávaní údajov súvisiacich so skenovaním terénu.

Štúdia bezpečnostnej situácie Letiska Žilina sa zaoberá analýzou stavu bezpečnostnej ochrany pre zabezpečenie a zvýšenie bezpečnosti leteckej dopravy a bezpečných letov pri získavaní a spracovávaní údajov súvisiacich so skenovaním terénu. Štúdia sa taktiež zaoberá koordináciou subjektov zúčastnených v procese bezpečnostnej ochrany na Letisku Žilina.

Nosnou časťou práce je vypracovanie návrhu Bezpečnostného programu Letiska Žilina, ktorého cieľom je zaistiť bezpečnostnú ochranu civilného letectva pred činmi protiprávneho zasahovania prostredníctvom jasne definovaných opatrení na zaistenie bezpečnostnej ochrany a stanovenia jednoznačnej zodpovednosti za ich plnenie.

Po zavedení návrhu bezpečnostného programu do praxe, bude Letisko Žilina plne vyhovovať legislatívnym požiadavkám v oblasti bezpečnostnej ochrany pri získavaní a spracovaní údajov súvisiacich so skenovaním terénu.

Zavedením pravidiel ochrany civilného letectva by sa malo predchádzať činom protiprávneho zasahovania voči civilnému letectvu, ktoré ohrozujú bezpečnostnú ochranu civilného letectva, aby sa ochránili osoby a majetok. Tento cieľ by sa mal dosiahnuť zavedením spoločných pravidiel a spoločných základných noriem bezpečnostnej ochrany letectva popísaných v návrhu Bezpečnostného programu Letiska Žilina.

Detekčné zariadenia na kontrolu cestujúcich, batožiny, nákladu a poštových zásielok má za povinnosť poskytnúť prevádzkovateľ letiska. Letiskám je možné poskytnúť výnimky len na základe nariadenie Komisie (EÚ) č. 1254/2009¹. Toto nariadenie umožňuje členským štátom výnimky zo spoločných základných noriem v oblasti bezpečnostnej ochrany civilného letectva a prijímanie alternatívnych opatrení, ktorými by sa zabezpečila primeraná úroveň bezpečnosti na základe miestneho hodnotenia rizík. Tieto alternatívne opatrenia by mali hlavne zohľadňovať veľkosť prevádzkovaných lietadiel, povahu, rozsah alebo frekvenciu prevádzky.

Mimo prevádzkovej doby na letisku vykonáva činnosť Aeroklub Žilina a ďalší prevádzkovatelia lietadiel. Na letisku sídlia iba prevádzkovatelia lietadiel vykonávajúci prevádzku všeobecného letectva. Užívatelia Letiska Žilina sú povinní riadiť sa ustanoveniami programu bezpečnostnej ochrany a pokynmi pracovníkov útvaru letiskovej ochrany, pracovníkov KR PZ, OCP PZ a PCÚ

Letisková spoločnosť Žilina, a.s. disponuje mobilným skladom CAPL (parkovaný vo VBP na odbavovacej ploche letiska pred garážami). Tento priestor je snímaný vonkajšou kamerou. Sklady LPH prevádzkovateľov sídlia na letisku sú umiestnené v blízkosti priestorov prevádzkovateľov a za ich bezpečnosť zodpovedajú prevádzkovatelia.

Prevádzkové priestory letiska sú napájané z trafostanice 06, ktorá je napájaná z verejnej siete. V trafostanici 06 je umiestnený núdzový zdroj elektrickej energie, ktorého súčasťou je zdroj konštantného prúdu, neprerušovaný zdroj napájania UPS a dieslový motorgenerátor. Objekt trafostanice 06 sa nachádza v neverejnej časti letiska za hangárom Žilinskej univerzity a je zabezpečený systémom na detekciu pohybu. Všetky priestory a objekty sú napájané z tejto trafostanice a zálohované na dobu výpadku nepresahujúcu 1 min. Objekty prevádzkovateľov sídlia v demarkačných zónach sú napájané samostatne a za ich prevádzkyschopnosť zodpovedajú prevádzkovatelia.

¹ Nariadenie Komisie (EÚ) č. 1254/2009 z 18. decembra 2009, ktorým sa umožňuje členským štátom výnimka zo spoločných základných noriem v oblasti bezpečnostnej ochrany civilného letectva a prijímanie alternatívnych bezpečnostných opatrení.

Odlúčené stojisko pre lietadlá - pokiaľ to prevádzkové podmienky a okolnosti umožnia, použije sa ako odlúčené stojisko pre lietadlo prah dráhy 24. Táto pozícia spĺňa požiadavky predpisu L 14 na bezpečnú vzdialenosť od všetkých objektov.

Úlohou Programu bezpečnostnej ochrany Letiska Žilina je ochrana civilného letectva pred činnými protiprávnymi zásahmi, zaistenie verejného poriadku a bezpečnosti života a zdravia osôb ako aj majetku. Všetky časti a body PBO opisujú prevádzkové podmienky letiska a korešpondujú s obsahom ustanovení platnej legislatívy

Letisko Žilina po prijatí návrhu Programu bezpečnostnej ochrany (Príloha č.1) bude plne vyhovovať súčasným legislatívnym požiadavkám v oblasti bezpečnostnej ochrany pri získavaní a spracovaní údajov súvisiacich so skenovaním terénu.

Manažment musí vykonať kroky pre zabezpečenie postupov a celého systému bezpečnostnej ochrany podľa návrhu PBO. Vzhľadom na aktuálny stav bezpečnostnej situácie Letiska Žilina zmeny v oblasti manažmentu majú len organizačný charakter.

Jednotlivé body Štúdie bezpečnostnej situácie Letiska Žilina sa aplikovali v hlavnej časti štúdie – Návrh bezpečnostného programu Letiska Žilina. Tento dokument bude základným predpisom pre zabezpečenie bezpečnostnej ochrany pri získavaní a spracovávaní údajov súvisiacich so skenovaním terénu. Po prijatí Návrhu bezpečnostného programu bude Letisko Žilina pri získavaní a spracovávaní údajov skenovania terénu plne vyhovovať legislatívnym požiadavkám v oblasti bezpečnostnej ochrany.

2 VYUŽITIE LETOVÝCH SIMULÁTOROV

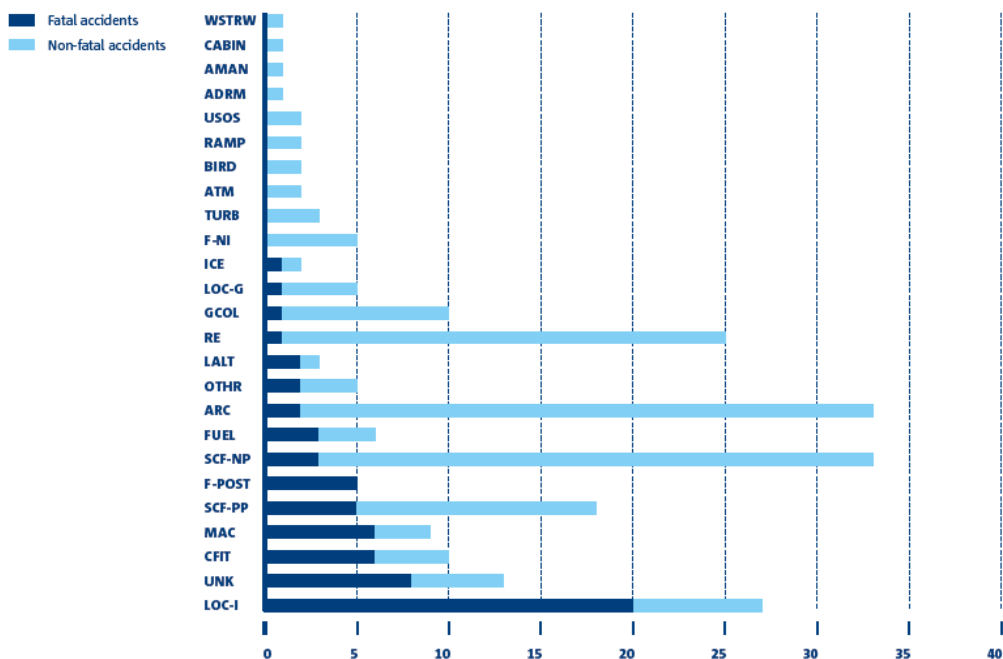
Napriek neustálemu zdokonaľovaniu leteckej techniky, zabezpečovacej techniky a vývoju pravidiel sa pri prevádzke stále stávajú a vyskytujú letecké nehody. Hlavnou príčinou už nie je nedokonalosť alebo poruchovosť leteckej techniky ale najčastejšie zlyhanie človeka.

Ludia pochopili, že človek môže bezpečne lietať, až keď si osvojí okrem iného aj určité motorické pohyby a návyky. Tie nezíska bežným životom na zemi, ale len cieľavedomou prípravou. Zjednodušene ich môžeme rozdeliť na všeobecné a špecifické návyky potrebné pre lietanie na konkrétnom type lietadla. Získať a osvojiť si ich je možné prípravou na zemi a samotným lietaním pod dohľadom. Preto vznikli aj prvé letové simulátory. Je to vlastne zariadenie, ktoré simuluje v určitom rozsahu pohyby lietadla a tým umožňuje získavať pilotom potrebné skúsenosti v určitom rozsahu už na zemi.

Najdôležitejším argumentom používania letových simulátoroch je bezpečnosť leteckej prevádzky. Zmyslom prípravy pilotov je vybudovať u nich už spomínané návyky a naučiť ich motorické pohyby. Tie je nutné opakovať a precvičovať, aby ich pilot mal zautomatizované. Tým sa zvyšuje pravdepodobnosť správnej reakcie posádky a úspešné riešenie normálnej aj nebezpečnej situácie. Niektoré situácie však nie je žiaduce precvičovať počas reálneho letu, pretože riziko leteckej nehody je veľmi vysoké, preto sa precvičujú na simulátoroch.

2.1 Bezpečnosť letu

Analýzou hlavných príčin leteckých nehôd je dokázané, že už niekoľko desaťročí sa znižuje počet leteckých mimoriadnych udalostí a hlavne leteckých nehôd zapríčinených leteckou technikou. Technickým pokrokom však tiež narastá zložitnosť systémov a s ňou takisto nároky kladené na posádku lietadla. Zrejme práve preto sa takmer priamo úmerne zvyšuje množstvo nehôd zavinených ľudským faktorom.



Obr. 4 Letecké nehody všeobecného letectva v rokoch 2002-2011

Zlyhanie ľudí v súčasnosti predstavuje až 80% celkových príčin leteckých nehôd. Zo štatistiky ICAO vyplýva nasledujúca klasifikácia chýb:

- procedurálne chyby 40,8 %
- komunikačné chyby 9,7 %
- znalosti / zručnosti 9,2 %
- nespôsobilosť personálu 40,3 %

ICAO vo svojej výročnej správe identifikovala tri najčastejšie príčiny leteckých nehôd a leteckých incidentov. Sú to:

- riadený let do terénu,
- strata kontroly nad riadením lietadla a
- operácie vykonávané v súvislosti s pohybmi na vzletovej a pristávacej dráhe.

Uvedené fakty jednoznačne ukazujú, že ku zníženiu nehodovosti a zlepšeniu bezpečnosti letov je možné prispieť zlepšením prípravy pilotov. Z uvedených faktov vyplývajú nasledujúce oblasti, kde je možné vykonaním zmien zlepšiť situáciu. Sú to:

- precvičovanie postupov,
- zvyšovanie skúseností a
- zlepšenie praktického výcviku pilotov.

Vyššia úroveň prípravy posádok predstavuje väčšie nároky na precvičovanie činností. Nie vždy je to žiaduce vykonávať na skutočnom lietadle, lebo miera rizika je veľmi vysoká. Treba ešte spomenúť, že let lietadla je ovplyvňovaný skutočnými meteorologickými podmienkami. Na letovom simulátore ale meteorologické podmienky simulujeme a teda počasie neovplyvňuje výcvik na ňom.

2.2 Letové simulátory

Pod pojmom letecké simulátory rozumieme všetky simulátory používané v letectve. Patria tu aj simulátory pre obsluhu lietadiel, pre činnosť letových sprievodcov atď. Simulátory, ktoré simulujú podmienky letu sú nazývané syntetické letové trenažéry.

Do tejto skupiny radíme simulátory riadenia letovej prevádzky, trenažéry základov letu podľa prístrojov, trenažéry letových postupov ako aj letové simulátory kategórie FFS a FTD. Existuje aj množstvo ďalších názvov letových simulátorov. Tie však iba bližšie popisujú vlastnosti alebo schopnosti letového simulátora.

Letecké simulátory nie sú len viac alebo menej vydarenou náhradou skutočného lietadla ale vnášajú do výcviku aj udržiavania zručností niekoľko nových dimenzií, napr. pedagogický, psychologický a ekonomický prínos. Analýzy ukazujú, že viac ako polovica chybných činností pilota je klasifikovaná ako „negramotná“ činnosť, vyplývajúca z nedostatočných znalostí podstaty procesov prebiehajúcich počas letu a z povrchných návykov pilota. Simulátor upevňuje návyky a pilotné zručnosti na riešenie neštandardných situácií počas letu simulovaním ich charakteristických príznakov bez poškodenia leteckej techniky.

Zodpovedné orgány v letectve na celom svete sa snažia venovať oblasti FSTD nemalú pozornosť (ICAO, EASA, FAA, ...). Tieto zariadenia sa používajú okrem iného aj na výcvik pilotov. Podľa stanovených pravidiel používania sú stanovené hlavne maximálne prípustné nálety na FSTD počas jednotlivých fáz výcviku. V tomto prípade je cieľom dodržanie pomeru náletu medzi simulátorom a skutočným lietadlom. Neskôr, pri udržiavacom výcviku sú zas schvaľované programy s minimálnym náletom na FSTD určenej kategórie. V tomto prípade je cieľom zabezpečiť dostatočný nálet pilota pre predĺženie platnosti kvalifikácie.

Kategórie letových simulátorov sa odlišujú podľa určenia, podľa rozsahu zhodnosti so skutočným lietadlom a pod. Nech je FSTD najnižšej (BITD) alebo najvyššej kategórie (FFS), je to vždy vysoko sofistikované strojársko - elektrotechnické zariadenie, riadené a ovládané v súčasnosti digitálnou výpočtovou technikou.

Záver z analýz úrovne bezpečnosti letov jednoznačne definujú možnosť zlepšenia ukazovateľov zvýšením úrovne pripravenosti. Požiadavka na vyššiu úroveň prípravy posádok predstavuje väčšie nároky na praktické precvičovanie činností. Piloti lietadiel systematickým tréningom získavajú a neskôr prehlbujú istotu v riadení lietadla, riešení rôznych situácií za letu, ovládání stresu a pod. Pilot si zvyšuje svoje sebavedomie a schopnosť vykonávať sústredenú a presnú pilotáž pri rôznych situáciách. Práve výcvikové zariadenie na simulovanie letu je veľmi dobré zariadenie na doplnenie takéhoto metodického tréningu, pretože miera rizika na skutočnom lietadle už môže byť veľmi vysoká.

Vo viacčlenných posádkach sa precvičuje aj manažment ľudských zdrojov na palube lietadla. Úspešné zvládnutie týchto činností reálne zvyšuje pravdepodobnosť vyriešenia zložitých až kritických situácií počas skutočného letu. Je vhodné presunúť väčší podiel výcviku posádok lietadiel na letový simulátor ako z ekonomického tak aj bezpečnostného hľadiska. Podľa platných predpisov je možné vykonávať časť leteckého výcviku PPL, CPL na výcvikových zariadeniach na simuláciu letu.

Najväčšie zastúpenie majú FSTD kategórie FFS. Tie sú najvhodnejšie pre lietadlá komerčnej leteckej prevádzky a používajú ich hlavne najskúsenejší piloti.

Najmenej skúsení piloti všeobecného letectva a leteckých škôl vykonávajú letecký výcvik a leteckú prax na v súčasnej dobe najpoužívanejšej kategórie lietadiel a to „jednomotorové piestové lietadlá“ (SEP). Paradoxne je najmenej FSTD práve pre túto kategóriu lietadiel.

3 POSTUPY PRE PRIBLIŽENIE GNSS

Systémy satelitnej navigácie, či skôr systémy rádiového určovania polohy s použitím družíc - satelitov RDSS, môžeme podľa priestoru pokrytia a spôsobu využívania technických prostriedkov, ktoré využívajú k rozšíreniu svojej pôsobnosti a k zlepšeniu základných charakteristík, rozdeliť na niekoľko skupín. Najväčší význam dosahujú globálne satelitné navigačné systémy.

V súčasnosti prevádzkované globálne satelitné systémy sú americký GPS a ruský GLONASS. Vo výstavbe sú európsky Galileo a čínsky Compass. Z ostatných typov satelitných navigačných systémov je v prevádzke viac zariadení, ktoré nachádzajú použitie v celom rade odvetví ľudskej činnosti. Za zmienku určite stoja vyvíjané regionálne satelitné navigačné systémy, ako je indický systém IRNSS a japonský QZSS.

Požiadavka využitia satelitných navigačných systémov pre zabezpečenie navigácie v terminálových priestoroch letísk a pre presné metódy priblíženia za podmienok malej dohľadnosti si vynucuje zvýšenie ich navigačnej výkonnosti z hľadiska presnosti informácie o polohe a z hľadiska integrity systému na hodnoty, ktoré dosiaľ splňajú len systémy pre presné priblíženie ILS a MLS.

Uvedené systémy ILS a MLS nie sú väčšinou z technického hľadiska využiteľné a ani ekonomicky výhodné pre použitie pri navigácii na prilet a priblíženie na pristávacie plochy vrtuľníkov leteckej záchranej služby a ostatných prevádzkovateľov. V leteckej prevádzke sa pri lete po trati a pre navigáciu v terminálových priestoroch v súčasnosti využívajú satelitné systémy GPS a GLONASS rozšírené o palubné zariadenia, pozemné zariadenia a satelity iných systémov s označením:

ABAS - systém rozšírený o palubné obvody monitorovania integrity a využívajúci ostatné palubné navigačné senzory. GNSS prijímače na palube lietadla zahŕňajú funkciu autonómneho monitorovania integrity údajov (RAIM) a zároveň sú pre monitorovanie integrity využité aj informácie z ostatných palubných navigačných senzorov (AAIM). Preto je možné využívať informácie GNSS i pri strate RAIM z dôvodu nedostatočného počtu satelitov alebo pri nevyhovujúcej geometrii satelitov.

GBAS – systémy s rozšírením o siete pozemných rádiových vysielačov. Používateľ prijíma rozširujúce informácie priamo z pozemného vysielača. Medzi tieto systémy môžeme zaradiť ďalšie systémy s regionálnou a lokálnou pôsobnosťou ako je:

- austrálsky systém GRAS, ktorý používa alternatívnu architektúru systému a prijíma informácie priamo z jedného alebo zo skupiny pozemných vysielačov pokrývajúcich región;
- americký lokálny systém LAAS, ktorý je US implementáciou medzinárodných štandardov GBAS.

Systém sa využíva na presné priblíženie na pristátie CAT I a CAT II. Výhodou systému oproti ILS a MSL sú širšie možnosti využitia. Informácie pozemného segmentu je možné využiť pre všetky RWY na letisku, priblíženie je možné zo všetkých smerov, zostupová rovina je variabilná, taktiež sa môže meniť pozícia prahu dráhy a je možné použiť priblíženie so zatáčkami. Z hľadiska technického sa systém vyznačuje stabilnejším signálom menej náchylným na interferencie, t.j. možnosťou vybudovať systém v priestoroch s prekážkami a v zložitom teréne. Náklady na údržbu sú tiež menšie ako pri uvedených pristávacích systémoch.

SBAS – systémy so satelitným rozšírením. Je to systém s rozsiahlym pokrytím, v ktorom používateľ prijíma rozširujúce informácie zo satelitného vysielateľa umiestneného na satelitoch komunikačného systému.

V súčasnosti prevádzkované celoplošné vzájomne kompatibilné systémy:

- WAAS, americký systém pokrývajúci územie Spojených štátov amerických vrátane Aljašky a časť územia Mexika;
- CWAAS, kanadské rozšírenie systému WAAS pokrývajúce územie Kanady;
- EGNOS, európsky systém pokrývajúci územie európskych štátov a priľahlých oblastí okrem Ruska a Ukrajiny;
- MSAS/MTSAT, japonský systém pokrývajúci územie Japonska.

V štádiu projektu alebo v príprave na spustenie sú ďalšie systémy:

- GAGAN, indický projekt využívajúci systémy GPS a GLONASS a podľa plánu bude pokrývať územie Indie;
- SNAS, čínsky projekt pre Áziu a Čínu.

Požiadavky ICAO na výkonnosť systému GNSS v kombinácii s technickými zariadeniami inštalovanými na palubách lietadiel, na zemi alebo na satelitoch sú vyjadrené štandardami presnosti, integrity a výstrahy.

Uvedené prípustné odchýlky umožňujú širšie využitie systému v oblasti letectva pre väčšiu presnosť stanovenia polohy a predovšetkým ponúkajú zlepšenie integrity a presnosti nevyhnutné pre konečné fázy letu. Zabezpečenie navigácie pri priblížení lietadla na pristátie je podporované funkciou základná diferenčná korekcia (SBAS poskytuje službu pre let po trati a pre nie-presné priblíženie) a funkciou presná diferenčná korekcia (SBAS zabezpečuje presné priblíženie a službu APVI a APV II). Jednotlivé funkcie systémov SBAS sú vzťahované k vymedzeným priestorom, ktoré sú definované ako obsluhované oblasti a nachádzajú sa v oblastiach pokrytia. Každý priestor nemusí obsahovať všetky funkcie.

Súčasná navigácia lietadiel je založená na využití navigácie RNAV (Reckoning NAVigation - Aera Navigation), ktorá umožňuje vedenie lietadla po akejkoľvek požadovanej dráhe vnútri dosahu neautonómnych navigačných systémov alebo s využitím autonómnych palubných navigačných systémov či v kombinácii oboch.

Globálne satelitné navigačné systémy GNSS sa v súčasnosti stávajú rozhodujúcim navigačným vybavením využívaným RNAV. RNAV sa stáva, vo vybavení stále väčšieho počtu lietadiel, rozhodujúcou navigačnou metódou, podporovanou ďalej rozširujúcou sa možnosťou uplatnenia FMS (Flight Management system) a EFIS (Electronic Flight Information System).

Nárast registrovaných dopravcov a počtu registrovaných lietadiel sa dá očakávať aj v budúcich rokoch a to hlavne v segmentu malých súkromných vrtuľníkov a letúnov hmotnostnej kategórie ľahkých a kategórie letúnov manévrovacích schopností A, ktoré budú využívané na športové, turistické, obchodné lety, lety zdravotnej záchranej služby a lety spojené s vykonávaním leteckých prác v poľnohospodárstve, lesnom hospodárstve a v ďalších odvetviach národného hospodárstva. Rozvoj tejto leteckej činnosti bude vyžadovať rozšírenie počtu stávajúcich letísk využiteľných za znížených hodnôt dohľadnosti a budovanie nových heliportov a dosadacích plôch pre vrtuľníky leteckej zdravotnej záchranej služby, ktoré umožnia prevádzku i za sťažených poveternostných podmienok.

3.1 Teoretické riešenie

Vhodným riešením prevádzky na malých letiskách s obmedzeným počtom pohybov za znížených hodnôt dohľadnosti, z hľadiska nákladov na výstavbu a prevádzku pozemných zariadení, je konštrukcia postupov priblížení s využitím satelitných navigačných systémov. Základné vyhodnotenie najvýhodnejšieho postupu priblížení s využitím satelitných navigačných systémov vzhľadom ku konkrétnej konfigurácii terénu, prekážkovej a prevádzkovej situácii v okolí letiska je možné i bez využitia profesionálnych softwarových balíkov určených pre tvorbu komplexného návrhu prostredia na základe štandardov dokumentov ICAO PANS-OPS a FAA TERPS ako je napríklad WX1 Series™.

Základnými údajmi pre výpočet bezpečnej výšky nad prekážkami OCA/H (Obstacle Clearance Altitude/Height) sú rozmery ochranných prekážkových rovín OAS (Obstacle Assessment Surface) a obálky zloženej z týchto rovín. Výpočtom rozmerov uvedených rovín určujeme priestor, kde sa nachádzajú nebezpečné prekážky. Pravdepodobnosť stretu lietadla s prekážkou, ktorá sa nachádza vo vnútri ochranných priestorov tvorených týmito rovinami a nepretína prekážkové roviny je 1×10^{-7} . Vypočítaná výška OCA/H s pripočítaním ostatných faktorov nám potom garantuje, že možnosť stretu s prekážkou nie je vyššia ako jeden krát za 10 miliónov priblížení.

Rozmery ochranných priestorov závisia na viacerých faktoroch, ale najdôležitejšia je hodnota presnosti technických zariadení používaných na priblíženie. Čím je presnosť vedenia lietadla väčšia, tým je vypočítaný ochranný priestor užší a môžeme predpokladať, že sa v tomto priestore nachádza menej významných prekážok a hodnota bezpečnej výšky nad prekážkami bude nižšia.

Obecné výpočty šírky týchto priestorov sú platné rovnako pre letúny a vrtuľníky. Odlíšujú sa v hodnotách konštánt, ktoré charakterizujú jednotlivé kategórie lietadiel.

Pre výpočet OCA/H využívame tri základné metódy, ktoré sa líšia v miere ich zložitosti spracovaní údajov o prekážkach. Pre výpočet bezpečnej výšky pri nie-presnom priblížení využívame len metódu prvú.

Prvá metóda využíva súbor ochranných prekážkových rovín a obálku zloženú z týchto rovín vypočítaných pre jednotlivé typy priblíženia a využívané technické prostriedky. Za štandardných podmienok, za predpokladu neporušenia uvedených rovín prekážkou, je hodnota OCA/H definovaná stanoveným prídavkom výšky pre konkrétnu kategóriu lietadla. Ak došlo k prieniku rovín prekážkou je OCA/H vypočítaná s využitím najnebezpečnejšej výšky v definovanom priestore a stanoveného prídavku pre danú kategóriu.

Druhá metóda je založená na spojitaj obálke zloženej z rovín OAS. Ak za štandardných podmienok nie je spojitá obálka preniknutá prekážkou a hustota prekážok pod OAS je akceptovateľná, potom je hodnota OCA/H definovaná stanovenou stratou výšky HL pre konkrétnu kategóriu lietadla. Ak došlo k prieniku rovín prekážkou je OCA/H vypočítaná s využitím najnebezpečnejšej výšky v definovanom priestore a stanovenou stratou výšky HL pre danú kategóriu.

Tretia metóda je použitie modelu zrážkového rizika (CRM). Model zrážkového rizika sa využíva ako alternatíva k aplikácii spojitaj obálky rovín OAS, alebo v prípadoch keď je pod obálkou rovín nadmerná hustota prekážok. Model spracováva celý súbor prekážok pod rovinami OAS a vyhodnotí riziko stretnutia s prekážkou pre všetky špecifikované OCA/H.

Pre vizualizáciu ochranných prekážkových rovín OAS a kvalifikovaný odhad prevádzkových minim v prostredí Google Earth je potrebné stanoviť možnosti presnosti zobrazenia a transformácie geografických polôh.

Pozn.: Google Earth Pro je virtuálny globálny geografický informačný systém vyvíjaný spoločnosťou Google. Pre zobrazovanie povrchu zeme, využíva informácie získané zo satelitných snímok, leteckých snímok a vlastného GIS informačného systému. Umožňuje meranie geografických parametrov, vkladanie prekrývajúcich mapových zobrazení, definovanie a zobrazenie traťových línií, plošných a trojrozmerných objektov.

Pre stanovenie presnosti zobrazenia a transformácie geografických polôh v aplikácii Google Earth Pro bola zvolená metóda priameho porovnania súradníc súboru identických bodov a vypočítaných vzdialeností a smerov z týchto súradníc s hodnotami (s požadovanou presnosťou) oficiálne publikovanými v AIP SR. Bolo vykonané testovanie veľkosti polohových odchýlok medzi bodmi, smerov polohových odchýlok a rozdielu zmeranej výšky bodov.

Priemerná polohová odchýlka nám určuje posun ortofotomapy voči systému zemepisných súradníc. Priemerná hodnota posunu sa pohybuje v intervale (4m, 8m) v prevládajúcom južnom smere. Táto hodnota posunu vypočítaná v testovaných priestoroch je pre účely simulácie polohy obálok minimálnej bezpečnostnej výšky a ostatných prvkov manévrov priblížení v priestore Google Earth vyhovujúca, ale pre zachovanie objektivity merania, vzhľadom na predpokladanú nerovnomernú charakteristiku posunu ortofotomapy, je nutné porovnať výsledky interakcií obálok s terénom s údajmi v digitalizovanej mape a v klasickej mape.

Meranie uhlov je možné, vzhľadom k predpokladaným vzdialenostiam využitia, považovať za presné. Meranie výšok je podľa výsledkov dostatočne presné, ale tento údaj je z hľadiska bezpečnosti najdôležitejší, a preto je nutné porovnať hodnoty výšok s údajmi v digitalizovanej mape a v klasickej mape.

Simulácia umiestnenia obálok ochranných rovín, ktorá bola realizovaná v prostredí Google Earth, preukázala jeho využiteľnosť pre kvalifikovaný odhad prevádzkových minim malého letiska alebo pristávacej plochy pre vrtuľník za podmienok malej hodnoty dohľadnosti.

Priestorové zobrazenie ponúka možnosť využitia na simuláciu prístrojového priblíženia pri príprave posádok bojových lietadiel na let na neznáme letisko alebo pristávaciu plochu. Posádka má možnosť zoznámiť sa s terénymi zvláštnosťami a získať priestorovú predstavivosť o polohe terénnych a umelých prekážok vzhľadom k trajektórii letu v kritickej fáze priblíženia. Má možnosť vyhodnotiť kritické momenty najväčšieho zblíženia s prekážkami a pripraviť sa na núdzové postupy v prípade zvláštnych prípadov za letu.

Priestorové zobrazenie ponúka možnosť zvýšenia efektivity prípravy letových posádok všeobecného a obchodného letectva na lety ukončené priblížením podľa prístrojov na letiská pre posádku nové a letiská umiestnené v zložitých geografických podmienkach a s množstvom prekážok nebezpečných pre letovú prevádzku.

3.2 Obecný postup výpočtu priblíženia

Obsahom riešenia je návrh výpočtu minimálnych výšok zostupu, výšok rozhodnutia a zodpovedajúcich limitov minimálnej dráhovej dohľadnosti. Tieto hodnoty boli vypočítané na základe zistenia najnebezpečnejšej prekážky a použitia štandardov definovaných u nás platnými leteckými predpismi. Najnebezpečnejšia prekážka bola zistená umiestnením obálky

zloženej z ochranných prekážkových rovín vypočítaných na základe štandardov ICAO do geografického informačného systému a určenia jej kolízií s terénom alebo umelými prekážkami.

Riešenie je realizované v nasledujúcej postupnosti:

- vyhodnotenie letiska/plochy z hľadiska stanovených podmienok obecného potupu – charakteristika letiska/plochy;
 - vyhodnotenie prekážkovej situácie (doplnenie prekážok do používanej mapy alebo do databázy grafického informačného systému, vyhodnotenie kolízií prekážok s prekážkovými rovinami, zistenie najnebezpečnejšej prekážky v priestore postupu priblíženia);
 - vyhodnotenie využiteľnosti GNSS v priestore priblíženia (analýza viditeľnosti satelitov GNSS z priestoru letiska, výpočet predikcie RAIM);
 - stanovenie minimálnych priblíženia.
- istenie najnebezpečnejšej prekážky výšky OCH

Postup riešenia

- Vytvorenie obálok prekážkových rovín v mierke zobrazenia geografického informačného systému.
- Doplnenie prekážok do terénu v okolí pristávacej plochy do geografického informačného systému.
- Zakreslenie vzťažného bodu letiska/stredu heliportu (ARP) a osi RWY/FATO (plochy konečného priblíženia a vzletu) a umiestnenie obálok jednotlivých prekážkových rovín súhlasne s týmito vzťažnými bodmi do geografického informačného systému.
- Vyhodnotenie kolízií terénu a prekážok s rovinami.

Predbežné výpočty a zákres

Výpočet rozmerov a vytvorenie obálok zložených z ochranných prekážkových rovín (OAS) pre postup nie-presného priblíženia pre priblíženie RNAV s využitím základného GNSS a pre priblíženie s vertikálnym vedením so základným GNSS rozšírením o satelitnú podporu (SBAS):

1. obálka je zložená z ochrannej roviny konečného priblíženia a počiatočnej a strednej fázy nevydareného priblíženia,
2. obálka je zložená z ochrannej roviny stredného úseku priblíženia,
3. obálka je zložená rovinami OAS vypočítaných pre priblíženie SBAS.

Postup riešenia

- Zakreslenie priemetu osi zostupu v 3D (priemet do ochrannej roviny konečného priblíženia) s využitím základného odporúčaného gradientu klesania zostupovej roviny.
- Umiestnenie 1. a 2. obálky súhlasne so vzťažným bodom a priemetom osi zostupu do geografického informačného systému.
- Kontrola správneho umiestnenia obálky pomocou kontrolného bodu
- Vyhodnotenie kolízií terénu a prekážok s rovinami.
- Určenie najnebezpečnejšej (riadiacej/kritickej) prekážky.
- Zistenie kolízií obálky s terénom a v prípade kolízií posunutie 2. obálky po priemete osi zostupu proti smeru priblíženia do nulovej kolízie s terénom a prekážkami so súčasným predĺžením 1. obálky na potrebnú dĺžku.
- Umiestnenie 3. obálky súhlasne s priemetom THR RWY vo výške ELEV ARP a zistenie kolízií rovín s terénom. V prípade kolízií určenie najnebezpečnejšej výšky zvyšovaním absolútnej výšky obálky až do nulovej kolízie s terénom a prekážkami.

- Výpočet OCA/OCH a polohy MAPt a stanovenie minim príbliženia

Vyhodnotenie využiteľnosti GPS v priestore príbliženia

- Analýza viditeľnosti satelitov GPS z priestoru letiska
- Vytvorenie elevačných masiek:
- Výpočet predikcie RAIM (Výpočty s využitím software na výpočet viditeľnosti satelitov GPS a stanovenie predikcie funkcie RAIM)

3.3 Praktické overenie

Na overenie možností priestorového zobrazenia a určenia ochranných rovín a zostupových koridorov bola vykonaná simulácia príbliženia na malé letisko s využitím GLS na letovom simulátore Elite Evolution S612 (BITB).

Postupy príbliženia s využitím presného smerového a horizontálneho vedenia sú určené manévry lietadla vykonávané podľa prístrojov zabezpečujúce ochranu od prekážok, od fixu počiatočného príbliženia, alebo ak je to možné od začiatku stanovenej príletovej trate po bod, z ktorého je možné vykonať pristátie. Ak nie je možné vykonať pristátie, do polohy, v ktorej sa aplikujú kritériá bezpečných výšok nad prekážkami pri vyčkávaní alebo pri lete na trati.

Úsek počiatočného príbliženia začína vo fixe počiatočného príbliženia (IAF) a končí vo fixe stredného príbliženia (IF). V úseku počiatočného príbliženia lietadlo ukončí fázu letu na trati a vykoná manévru na vstup do úseku stredného príbliženia. Rýchlosť a konfigurácia lietadla závisí od vzdialenosti od letiska a od požadovaného klesania. V primárnom priestore úseku počiatočného príbliženia je zabezpečená výška nad prekážkami min. 300m (984ft).

V úseku stredného príbliženia musí lietadlo upraviť rýchlosť a konfiguráciu na konečné príbliženie, preto sa gradient klesania stanovuje pokiaľ možno čo najmenší. V primárnom priestore stredného príbliženia sa znižuje požadovaná výška nad prekážkami z 300m (984ft) na 150m (492ft) a v sekundárnom priestore sa znižuje smerom k vonkajšiemu okraju až na nulu. Tam kde je k dispozícii fix konečného príbliženia, úsek stredného príbliženia začína, keď je lietadlo na príletovej trati predpisovej zatáčky, základnej zatáčky alebo na poslednom príletovom úseku postupu racetrack.

Počas úseku konečného príbliženia sa vykonáva vyrovnanie smeru a klesanie na pristátie. Môže sa vykonať na dráhu na priame pristátie alebo na letisko príbližením za viditeľnosti zeme.

Pri nevydarenom príbližení rieši pilot zmenu konfigurácie lietadla, jeho polohy a hladiny. Skladá sa z troch fáz – počiatočná, stredná a posledná.

Pre výpočty bodov na konštrukciu príbliženia sme použili voľne dostupný program PANS OPS OAS, do ktorého sme vložili údaje letiska Svidník a nášho typu simulátora. Medzi hodnoty, ktoré sme vložili do tabuľky patria:

Navigačné dáta

- Kategória príbliženia: Kategória I (Vykonáva sa za meteorologických podmienok, kde RVR musí dosahovať aspoň 550 m, výška spodnej základne oblačnosti musí mať aspoň 200 ft a všeobecná dohľadnosť musí dosahovať hodnotu aspoň 800 m)
- Glide path resp. zostupová rovina: uhol, pod ktorým sklesávame, aby sme sa dostali do bodu MAPt a hodnotu, ktorú sme zvolili sú 3°
- RDH: 15 m resp. 50 ft. (Je to hodnota výšky lietadla nad prahom dráhy)
- LOC THR DIST: 2 000 m
- Course width at THR: 210 m

Informácie o lietadle

- M/App CG %: 2,5%
- Kategória: A (Kategórie lietadiel sa určujú vo vzťahu k manévrovacím schopnostiam pri postupoch priblížení podľa prístrojov)
- Wing Semi Span: 16 m (Táto hodnota vyjadruje dĺžku polkrídel)
- GP Wheel/ Antenna height: 6 m (Informácia zobrazujúca vzdialenosť kolies po anténu)

Postup riešenia:

- z vložených informácií boli vypočítané hodnoty, na základe, ktorých sa pomocou grafického programu zakreslili ochranné resp. zostupové roviny - 3D nákres priblížení; zákres dráhy o rozmeroch 1 200 x 30 m a bodov C, C', D, D', E a E', po spojení vznikol obrazec rovín;
- export do Google Earth;
- nastavenie ochranných rovín tak, aby nenastal konflikt s terénom, na výpočet miesta a výšky bola použitá jednoduchá rovnica: $tg x = \frac{hd}{x}$,
 $x = 3^\circ$, $d =$ vzdialenosť prahu reálnej RWY a našej RWY v nákrese;
- nainštalovanie ochranných rovín;
- simulácia odlietanim postupu;
- vytvorenie úseku konečného priblížení pomocou grafického programu, import do Google Earth, zistenie miesta miesto a výšky zostupovej roviny;
- inštalovanie bodov na letecký simulátor a odskúšanie praktickým letom, či vyhovuje leteckej praxi taká konštrukcia úseku konečného priblížení.

Simulácia umiestnenia obálok ochranných rovín, ktorá bola realizovaná v prostredí Google Earth, preukázala jeho využiteľnosť pre kvalifikovaný odhad prevádzkových minim malého letiska alebo pristávacej plochy pre malé lietadlo za podmienok malej hodnoty dohľadnosti.

Vykonanie praktického priblížení na malé letisko s využitím simulovaného GLS na letovom simulátore Elite Evolution S612 (BITB) preukázalo možnosť využitia simulátoru na testovanie konštrukcie postupu priblížení konštruovaného pre systémy GNSS a ich rozšírenia.

Priestorové zobrazenie ponúka možnosť využitia na simuláciu prístrojového priblížení pri príprave posádok lietadiel na let na neznáme letisko alebo pristávaciu plochu. Posádka má možnosť zoznámiť sa s terénnymi zvláštnosťami a získať priestorovú predstavivosť o polohe terénnych a umelých prekážok vzhľadom k trajektórii letu v kritickej fáze priblížení. Má možnosť vyhodnotiť kritické momenty najväčšieho zblíženia s prekážkami a pripraviť sa na núdzové postupy v prípade zvláštnych prípadov za letu.

Priestorové zobrazenie ponúka možnosť zvýšenia efektivity prípravy letových posádok všeobecného a obchodného letectva na lety ukončené priblížením podľa prístrojov na letiská pre posádku nové a letiská umiestnené v zložitých geografických podmienkach a s množstvom prekážok nebezpečných pre letovú prevádzku.

Simulácia môže slúžiť, ako príklad názornej aplikácie štandardov stanovených súčasnými normami pre návrhy postupov priblížení a na demonštráciu ich vplyvu pre zabezpečenie stanovenej ochrany od prekážok v jednotlivých úsekoch postupov priblížení

ZÁVER

Aktivita 1.5 bola zameraná na vybudovanie Regionálnych centier leteckej dopravy SR. Regionálne centrá boli vybudované na letisku v Žiline a na Leteckej fakulte Technickej univerzity v Košiciach.

Regionálne centrá budú slúžiť pre realizáciu výskumu v leteckej doprave. Transfer poznatkov a výsledkov vedy a výskumu medzi podnikateľmi budú zabezpečovať regionálne centrá.

Výskum realizovaný v rámci regionálnych centier leteckej dopravy je orientovaný na postupy bezpečného priblíženia a priblíženia s využitím GNSS.

Výstupy realizovanej aktivity budú mať prínos pre zvýšenie kvality realizovaného výskumu, zatraktívnenie podmienok výskumu a reintegráciu slovenských vedecko-výskumných pracovníkov pôsobiacich v zahraničí.