

NÁSTUP ALTERNATÍVNYCH PROTIZRÁŽKOVÝCH SYSTÉMOV V PROSTREDÍ VŠEOBECNÉHO LETECTVA

Portable Collision Avoidance System (PCAS™) a jeho praktické overenie vpraxi?

Ing. Andrej Ciger

Katedra leteckej dopravy, Fakulta PEDaS, Žilinská univerzita v Žiline, Slovensko
andrej.ciger@fpedas.uniza.sk

Abstrakt – Tento príspevok spracováva tému, ktorá je v leteckej praxi čoraz aktuálnejšia. Náorne opisuje novú alternatívnu náhradu protizrážkových systémov, ktorá je cenovo dostupnejšia pre prostredie všeobecného letectva. V článku je popísané fungovanie najvyššieho zástupcu týchto zariadení a jeho činnosť vo vzdušnom priestore Slovenskej republiky.

Kľúčové slová – Protizrážkový systém, ACAS, TCAS, PCAS, ATCo – Riadiaci letovej prevádzky, Informácia o prevádzke - Traffic Advisory, Návrh riešenia konfliktu - Resolution Advisory, Slovenská republika, Sekundárny radar - SSR, Všeobecné letectvo - GA.

Úvod

Množstvo lietadiel prevádzkovaných po celom svete každoročne rapidne stúpa. Avšak tento jav spolu prináša hneď niekoľko negatív. Priestor, v ktorom sa lietadlá pohybujú sa zväčšiť nedá. S pribúdajúcim množstvom lietadiel pohybujúcich sa vo vzdušnom priestore, narastá aj pracovné zaťaženie kladené na riadiacich letovej prevádzky ATCo (Air Traffic Controller). Možným riešením, ako predísť kolíziám za letu, je čo možno najvyššia optimalizácia letových ciest, ako aj dokonalejšie prístrojové vybavenie na palubách lietadiel. Ďalším faktom je, že lietadlá, ako aj lietanie samotné sa stáva cenovo dostupnejším a tak je riziko stretu lietadiel práve v okolí letísk pomerne vysoké, z dôvodu zvýšeného množstva lietadiel všeobecného letectva. Postupne tento fakt eliminuje samotné vybavenie prístrojových dosiek lietadiel a do popredia prichádzajú nové, cenovo prístupné zariadenia s adekvátnou presnosťou.

Zaon Flight Systems je americká spoločnosť, ktorá sa zaoberá protizrážkovými systémami od 90. rokov minulého storočia. Na území Spojených štátov zaznamenali veľký komerčný úspech s uvedením pasívneho sledovacieho systému. Postupne svoje zariadenie zdokonaľovali a dnes je na trhu už štvrtá generácia zariadenia PCAS™. Na rozdiel od všeobecne známeho systému ACAS (Airborne Collision Avoidance System) zariadenia PCAS™ sú pasívne a len poskytujú obraz o situácii v okolí vlastného lietadla. Ich nespornou výhodou je kompaktnosť, jednoduchosť a v neposlednom rade aj obstarávací cena na trhu. Samotný princíp fungovania bude popísaný v nasledujúcom odstavci.

II. PRINCÍP ČINNOSTI

Princíp činnosti zariadenia je veľmi jednoduchý. Spočíva v prijímaní signálov z palubných odpovedačov sekundárneho radaru (SSR), alebo samotných zariadení TCAS. Zariadenie je schopné prijatú informáciu spracovať a zobraziť vzdialenosť, relatívny smer, výšku a relatívnu výšku od lietadiel, ktoré predstavujú potenciálnu hrozbu. Primárnou hrozbou je myslené lietadlo, ktoré sa nachádza v rovnakej výške ako vlastné lietadlo. Lietadlo, ktoré je síce bližšie, ale v dostatočnej vertikálnej vzdialenosti nepredstavuje pre naše lietadlo vážnu hrozbu. Systém disponuje vizuálnou a aj akustickou indikáciou. LCD displej zariadenia je rozdelený na dve časti. V ľavej je zobrazené lietadlo, ktoré predstavuje primárnu hrozbu a v pravej časti sú v zjednodušenom zobrazení definované hrozby s nižšou prioritou. Pilot dostáva komplexnú informáciu o smere, v ktorom môže narušiteľa očakávať, spolu s relatívnou výškou a vzdialenosťou od vlastného lietadla. Smer sa zobrazuje v 45° segmentoch. Akustická indikácia prebieha v podobe pípania spolu s blikaním displeja, alebo v podobe syntetického ženského hlasu, ak je zariadenie prepojené s náhlavnou súpravou v lietadle. Pre syntézu s externými zariadeniami je systém vybavený konektorom RS-232. Vďaka tomu je zariadenie kompatibilné s Garmin 396, 495/496, 695/696, 795/796, AERO 500/550, Dynon SkyView alebo iPad – FlightGuide iEFB.



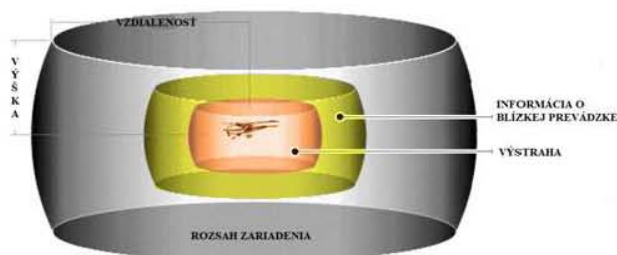
Obrázok 1. Zariadenie PCAS™ XRXTM [1]

Zariadenie je natoľko komplexné, že v sebe združuje zabudovaný barometrický výškomer, magnetický kompas, teplomer, a senzor, ktorý sníma náklon a zatáčanie lietadla. Zabudovaná anténa prijíma signál v troch predvoliteľných

rozsahoch výšky a horizontálnej vzdialenosti. Pre horizontálnu vzdialenosť sú to hodnoty 1, 3 až 6 námorných míľ (NM) a pre relatívnu výšku ± 500 ft, ± 1500 ft až do ± 2500 ft (feet).

Nesporňovanou výhodou zariadenia je jeho kompaktnosť a možnosť použitia v akomkoľvek lietadle (kompozitovej alebo kovovej konštrukcie). Jeho inštalácia zaberie len niekoľko sekúnd, avšak musia byť dodržané základné pokyny výrobcu na umiestnenie v kokpíte. Dokonca nezáleží na tom, či je lietadlo vybavené pretlakovanou kabínou. Zariadenie, ako základný tlak pre vyhodnotenie výšky berie tlak z palubného odpovedača. V prípade, že lietadlo nie je vybavené odpovedačom (nie je podmienkou), je pre stanovenie výšky vlastného lietadla, je braný ako základný tlak údaj zo vstavaného barometrického výškomera. Tlakový rozsah zariadenia zodpovedá FL220.

Na základe prijatého signálu a trajektórie lietadla, je vydaná informácia o blízkej prevádzke, alebo samotná výstraha pred stretom s lietadlom, hrozbou. Charakter informácie, alebo výstrahy záleží na zvolených rozsahoch horizontálnej a vertikálnej vzdialenosti. (Tabuľka 1.). Ku samotnému zariadeniu existuje rada príslušenstva, ktorá umožňuje zachytiť signál TIS-B (Traffic Information Service-Broadcast) a ADS-B (Automatic Dependent Surveillance-Broadcast). Systém veľmi aktívne predchádza chybám, ako sú pohltenie odpovede, falošné odpovede, alebo odrazy od zemského povrchu.[1]



Obrázok 2. Ochranný priestor zariadenia [1]

Na druhej strane má systém PCAS™ niekoľko nedostatkov. Zariadenie na rozdiel od vyspelého systému ACAS, nie je schopné prijímať dotazy, ale len odpovede z palubných odpovedačov lietadiel v jeho blízkosti, ktoré odpovedajú na dotazy pozemných sekundárnych radarov, alebo na dotazy iných zariadení ACAS na palubách lietadiel v ich blízkosti. Správna činnosť je bezpodmienečne závislá na pokrytí sekundárnym radarom. Ak nastane situácia, že sa lietadlo dostane do radarového tieňa, systém si pamätá poslednú známu polohu a hrozí zblíženie lietadiel, bez toho, aby bol na to pilot upozornený. Ak zariadenie prijme signál SSR odpovedača len v móde „A-Alfa“, nie je možné dané lietadlo potenciálnu hrozbu zobrazovať, lebo systém nedisponuje údajom o výške lietadla, narušiteľa. Pre správnu indikáciu je nutné, aby pilot obmedzil veľké náklony v zatáčkach, kedy môže dôjsť k zdvojeniu indikácii, lietadla-hrozby v dôsledku odrazu signálu od zemského povrchu. Podobne, ako je tomu pri zariadení VOR, tak aj u zariadenia PCAS™ dochádza k prítomnosti kužeľa neistoty, čo obmedzuje, alebo znemožňuje zachytenie a správnu interpretáciu signálu. Vstavaný kompas vykazuje známe chyby magnetických kompasov (inklinácia, deviácia, deklinácia).[1]

Tabuľka 1. Hranice pre vydanie výstrah [1]

Úroveň výstrahy	Akustická indikácia	Zvol. rozsah	Vzáj. vzdial.	Relatívna výška menšia ako...
Informácia o blízkej prevádzke	Hlas: "Traffic advisory. Monitor Closure Rate" Pípnutia: 2	6 NM	2.0 NM	± 1000 ft.
		3 NM	1.0 NM	± 1000 ft.
		1 NM	0.6 NM	± 500 ft.
Poskytnutá výstraha	Hlas: "Traffic alert. Obtain visual contact." Pípnutia: 4	6 NM	0.7 NM	± 700 ft.
		3 NM	0.6 NM	± 600 ft.
		1 NM	0.3 NM	± 500 ft.

III. PRAKTICKÉ OVERENIE ČINNOSTI SYSTÉMU V PRAXI

Po teoretickom úvode o činnosti alternatívneho protizrážkového systému PCAS™, bude v nasledujúcom odstavci popísané samotné overenie zariadenia v letovej prevádzke. Ako z predchádzajúceho úvodu vyplýva, zariadenie je závislé na pokrytí signálom zo sekundárneho radaru. Zariadenie zachytáva odpovede lietadiel na dotazy prichádzajúce zo zeme, alebo aj zo samotných zariadení TCAS na palubách lietadiel.

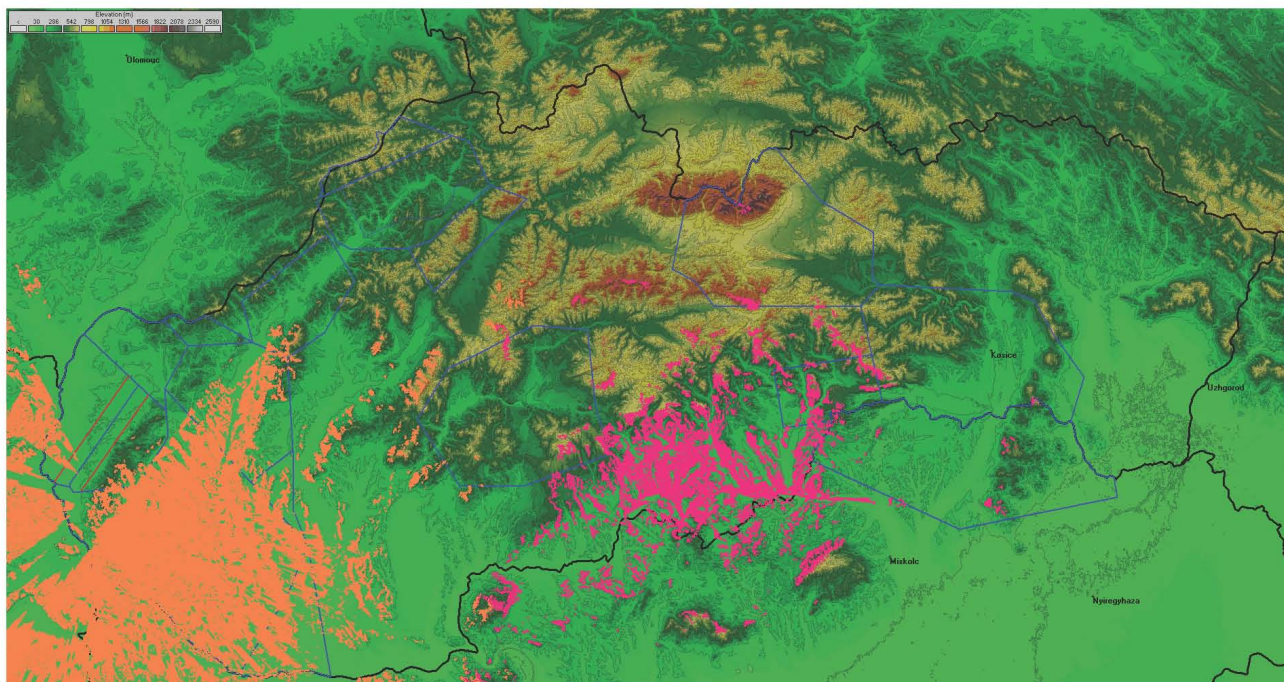
V súčasnosti prebieha testovanie dvoch zariadení na pôde Žilinskej univerzity v Žiline za pomoci Leteckého výcvikového a vzdelávacieho centra (LVVC). Jedno zariadenie je zabudované v kokpite letúna Zlín Z-43 imatrikulačnej značky OM-LOW a druhé je používané mobilne a je možné ho jednoducho namontovať do ktoréhokoľvek lietadla. Samotné praktické overenie pre potreby tohto článku prebieha od 10. apríla 2012. V období do 12. apríla 2013 nalietal letún so zabudovaným zariadením 168 letov v celkovom trvaní 243 hodín a 45 minút.

Letisko Žilina (LZZI), na ktorom je Letecké výcvikové a vzdelávacie centrum lokalizované je vsadené do hornatého terénu okolitých vrchov Malej Fatry, Javorníkov, Kysuckej vrchoviny a Strážovských vrchov. Z uvedeného vyplýva, že skrz hornatý reliéf, je pokrytie sekundárnym radarom nedostatočné. Veľké množstvo letov počas základného výcviku sa vykonáva práve v okolí letiska a jeho priľahlom priestore vo výške 300 metrov nad zemou (1000 ft.). Výška, v ktorej sa vykonáva let po letiskovom okruhu je v Žiline stanovená na hodnotu 2150 ft. altitude. Vykonaním analýzy subjektívnych hodnotení lietajúceho personálu bolo potvrdené, že v tejto výške zariadenie žiadnu hrozbu nezaznamenalo, aj keď bol nadviazaný vizuálny kontakt s lietadlom, narušiteľom. Samotný systém pracoval pomene spoľahlivo pri traťovom navigačnom lete, ktorý

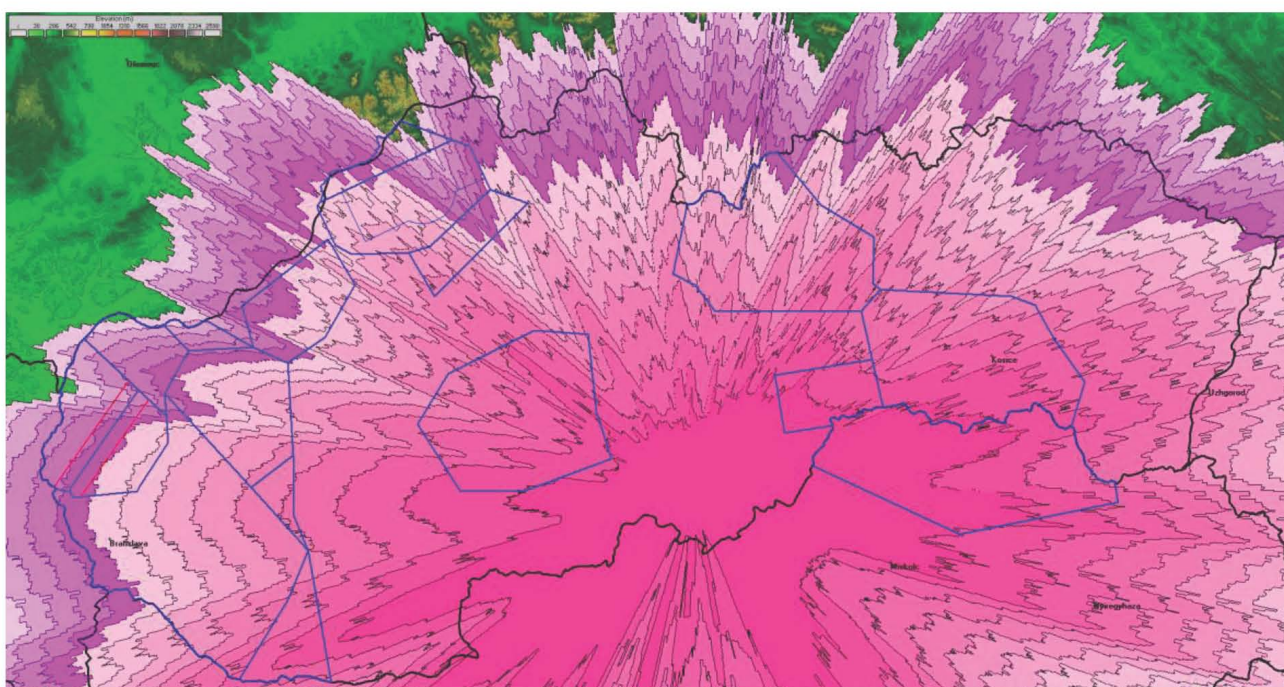
prebiehal vo výške, kde pokrytie sekundárnym radarom bolo vyhovujúce. Chyby systému sa však vyskytovali náhodne a nepredvídateľne.

Na základe týchto poznatkov bola použitá analýza samotného pokrytia územia Slovenskej republiky sekundárnym radarom. Naše územie je pokryté dvomi sekundárnymi radarami,

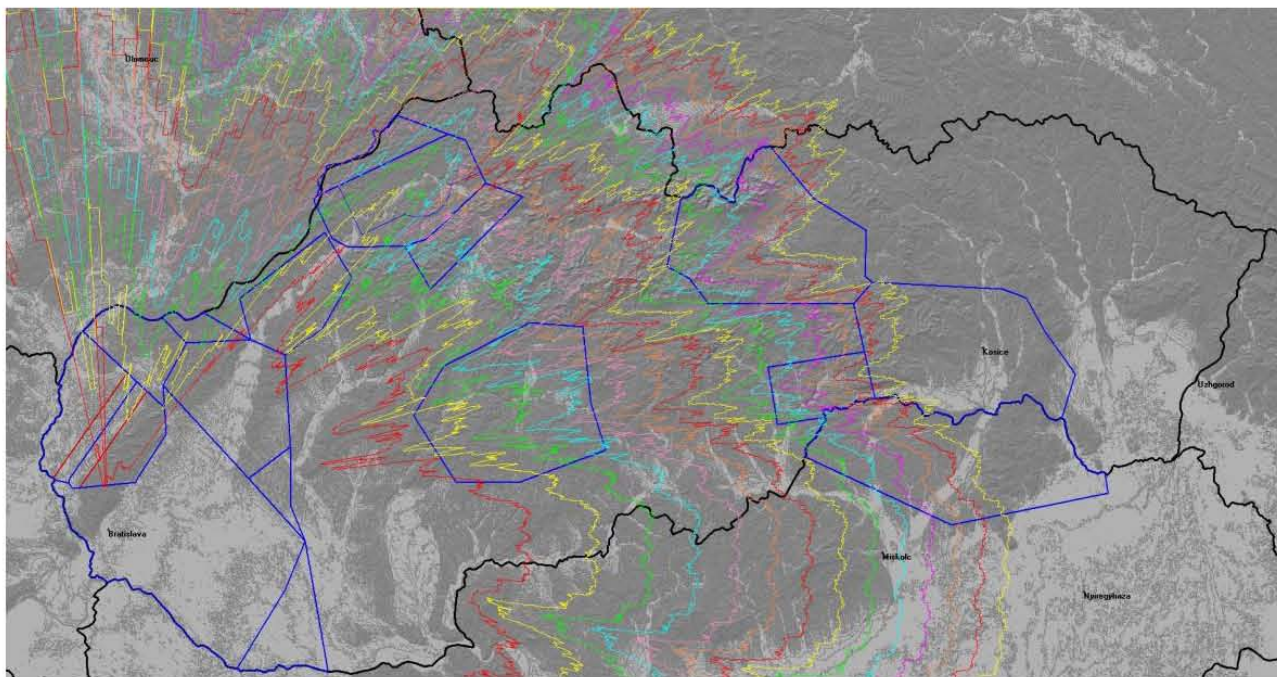
ktoré ležia na vrchoch Veľký Bučejň a Veľký Javorník. Okrem nich zasahuje na naše územie aj pokrytie radaru z Maďarska (Püspökladány) a Rakúska (Buschberg). Samotný matematický model bol vytvorený simulačným softvérom Radio Mobile s rastrom 100 metrov Letovými prevádzkovými službami SR. (Obr. 3, 4, 5).



Obrázok 3. Pokrytie SR sekundárnymi radarami od zemského povrchu



Obrázok 4. Dosah sekundárneho radaru Veľký Bučejň v rozsahu FL20-FL150 (Zdroj: LPS SR)



Obrázok 5. Dosah sekundárneho radaru Veľký Javorník v rozsahu FL20-FL150 (Zdroj: LPS SR)

Z predošlých obrázkov je zrejmé, že spoľahlivé pokrytie sekundárnym radarom Veľký Javorník v oblasti letiska Žilina je vo výške 5000 ft altitude a pokrytie radarom Veľký Bučejň je od výšky 9000 ft. altitude. Nakoľko koncentrácia lietadiel je najvyššia na letiskovom okruhu, je to pre základný výcvik v tejto oblasti nepostačujúce.

Aby sme tieto subjektívne tvrdenia overili nezávisle od LVVC, vykonali sme dve samostatné merania v marci a apríli 2013. Aby sme vylúčili chybu spôsobenú reliéfom krajiny, zvolili sme miesto analýzy na letisku v Lučenci (LZLU). Samotné testovanie prebehlo v dvoch letoch za viditeľnosti zeme. Na overovaní boli použité dve lietadlá Cessna F150 (OM-ACC) a Stylus X3 (OM-M477). Obidve lietadlá boli vybavené odpovedačom sekundárneho radaru s módom „C“. Prvý let v trvaní 25 minút prebiehal na letiskovom okruhu vo výške 2000 ft. altitude. Letún Cessna F150 letel priamočiario a lietadlo Stylus X3 so zariadením PCAS™ na palube simulovalo možné zblíženia, ktoré boli adekvátne zaznamenané a následne vyhodnotené. Počas prvého letu sa vyskytli chyby v nesprávnej interpretácii relatívneho smerníka a relatívnej výšky. Nasledujúci let prebiehal v okolí letiska Lučenec vo výške 2500 ft. altitude tak, že lietadlo Stylus X3 letelo priamočiario a o zblíženie sa pokúšal letún Cessna F150. Počas 50 minút letu sa vyskytlo množstvo chýb, ktoré nekorešpondovali s manuálom na použitie. Okrem už spomenutých sa vyskytlo aj zdvojenie hrozby, ktoré spôsobil o 1000 ft. nižšie podlietavajúci letún PS-28 Sport Cruiser (OM-SCA), ako aj úplné zmiznutie hrozby z prevádzkového displeja, kedy boli lietadlá od seba len niekoľko desiatok metrov. Samotné lety a aj ich dokumentácia prebiehala v pomerne tesnej blízkosti lietadiel, aby bolo určenie vzdialenosti a aj relatívneho smerníka čo možno najpresnejšie. Výška letov bola dostačujúca na pokrytie sekundárnym radarom, čo dokazuje aj obrázok č. 3. Je samozrejmé, že

zariadenie prevažnú časť prevádzky vykazovalo adekvátnu presnosť a neboli zaznamenané výrazné chyby, je však neprípustné, aby sa na zariadení namontovanom v lietadle vyskytovali i keď náhodne, ale fatálne nedostatky. V tom prípade je jeho existencia neúčelná a spôsobuje pilotovi nadmerné odobratie pozornosti, čo vyústi k jeho ignorovaniu a nepoužívaniu na palube lietadla.

ZÁVER

Účelom protizrážkových systémov, ako celku je informovať pilota o blížiacей sa hrozbe zrážky lietadiel. Najvyspelejšie systémy sú schopné vzniknutú situáciu vyriešiť a tým zabrániť katastrofe. Na trh sa postupne dostávajú lacnejšie verzie, určené práve pre pilotov všeobecného letectva. Okrem spomínaného systému PCAS™ je na trhu niekoľko podobných zariadení, ktoré však nedosahujú adekvátnu kvalitu a presnosť. Pilot je počas letu zamestnaný množstvom činností, počnúc riadením lietadla, navigovaním, komunikáciou a podobne. Zariadenie, ktoré má plniť úlohu informovania pilota o potenciálnej hrozbe a nerobí to s dostatočnou kvalitou, prípadne je informácia nesprávna je na palube lietadiel nežiadúce a jeho použitie môže vyústiť do fatálnych následkov. V článku bol pomerne názorne predstavený systém PCAS™ a jeho využitie na území Slovenskej republiky.

POĎAKOVANIE

Článok je publikovaný ako jeden z výstupov projektu: „*Brokerské centrum leteckej dopravy pre transfer technológií a znalostí do dopravy a dopravnej infraštruktúry; ITMS 26220220156.*“

Článok je publikovaný ako jeden z výstupov projektu: „*Centrum excelencie pre leteckú dopravu; ITMS 26220120065.*“



Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku/
Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ



REFERENCIE

- [1] ZAON Flight Systems, Documents: XRX User's Manual 2.0. [online]. Dostupné na: http://www.zaon.aero/component/option,com_docman/task,doc_download/gid,4/Itemid,33/
- [2] ZAON Flight Systems, About us: A Short History. [online]. Dostupné na: <http://www.zaon.aero/content/view/5/58/>
- [3] DERMÍŠEK, M. Polehlivý prostředek k zabránění srážkám letadel. In *Aero Hobby*. ISSN 1214-4975, 2012, n. 4, p. 40-41.
- [4] KANDERA, B., TURIÁK, M.: Utilization of the PCAS (Portable Collision Avoidance System) in Slovak airspace [Využitie systému PCAS v slovenskom vzdušnom priestore] v: *Nex trends in civil aviation 2013*: Žilina, 21.-22. Jún 2013. – Brno: CERM, 2013- ISBN 978-80-7204-843-4. s. 41-43.
- [5] NOVÁK SEDLÁČKOVÁ, A.: Projects supported by structural funds of EU realized at University of Žilina in cooperation with Air Transport Department and Flight Training Organization – Air School of the University of Žilina [Projekty podporované zo štrukturálnych fondov EÚ riešené na Žilinskej univerzite v Žiline v spolupráci Katedry leteckej dopravy a Leteckého výcvikového a vzdelávacieho centra] v: *Perner's Contacts* [elektronický zdroj]. – ISSN 1801-674X. – 2011. – Vol. 6, No. 5 (2011), s. 265-270. – Popis urobený 18.01.2012
- [6] KROLLOVÁ, S.: *Impact of selected meteorological phenomena on flight operations* [Vplyv vybraných meteorologických javov na letovú prevádzku] / Sandra Krollová. In: *Doprava a spoje* [elektronický zdroj] : internetový časopis. - ISSN 1336-7676. - 2012. - Č. 2 (2012), online, s. 266-280. - Popis urobený 11.12.2012.
- [7] NOVÁK, A., HAVEL, K., KAZDA, A., BUGAJ, M., PITOR, J., NOVÁK SEDLÁČKOVÁ, A., AGI *Využitie výskumných letových laboratórií vo svete a EÚ / Andrej Novák ...* [et al.]. - Žilina : [s.n.], 2012. - 68 s. : obr. [Spoluautori: Havel, Karel ; Kazda, Antonín ; Bugaj, Martin ; Pitor, Ján ; Novák Sedláčková, Alena]