

## UNAPREĐENJE SIGURNOSTI LETA IMPLEMENTACIJOM VAZDUHOPLOVNOG INFORMACIONOG SISTEMA

Slobodan Gvozdenović, Petar Mirosavljević, Olja Čokorilo,  
Saobraćajni fakultet u Beogradu

**Sadržaj:** *Sigurnost letenja danas predstavlja imperativ u savremenom vazдушnom saobraćaju. Brojne terorističke pretnje i s druge strane težnja da se postigne maksimalna tehnička pouzdanost aviona zahtevaju primenu informacionih tehnologija koje moraju da obezbede lako praćenje i donošenje odluka u upravljanju vazдушnim saobraćajem. Stalni rast obima saobraćaja u vazduhoplovstvu zahteva implementaciju informatičkih komunikacionih tehnologija - ICT da bi se nivo sigurnosti letenja podigao na viši nivo. Veoma je značajna i činjenica da i SCG u 2006. godini treba da se priključi sistemu ONE SKY koji ima za cilj pružanje jedinstvenog oblika usluga u vazдушnom saobraćaju koji je dostupan svima, a koji će značajno povećati obim saobraćaja i neminovno dovesti do potrebe za primenom ICT. U radu su obrađeni aspekti primene ICT sa aspekta bezbednosti: sistem za upozoravanje i izbegavanje konflikta u vazduhu TCAS.*

**Ključne reči:** *sigurnost letenja, vazdušni saobraćaj, ICT, TCAS*

### 1. Uvod

Evropska politika, zalaže se za ideju jedinstvenog evropskog tržišta. Sa jedne strane, pozitivni efekti ovakvog organizovanja ističu se kroz unificiranje propisa, regulativa, taksu, itd, što znatno pojednostavljuje procese samog transporta, pa i vazdušnog saobraćaja kao jednog od njegovih činilaca.

Početkom 2006. godine SCG će potpisati ugovor o pružanju jedinstvenih usluga u vazдушnom saobraćaju i otvoriće svoje nebo za konkurenciju, kako bi svim korisnicima vazdušnog saobraćaja ponudila isti kvalitet usluga. Formiranje jedinstvenog neba je projekat ONE SKY koji će nametnuti upotrebu savremenih ICT sistema zbog porasta obima vazdušnog saobraćaja. Prema najoptimističnijem scenariju, broj IFR letova na teritoriji Evrope, sa 9 miliona koliko je iznosio u 2004. godini, do 2010. godine će dostići 11 miliona [1].

Porast obima saobraćaja dovodi do zagušenja u vazдушnom prostoru, što zahteva razvoj sistema za regulisanje vazdušnog saobraćaja. U suprotnom, generisaće se kašnjenja i zagušenja što će se ekonomski odraziti na celokupni vazdušni saobraćaj.

## 2. Problem povećanja sigurnosti letenja

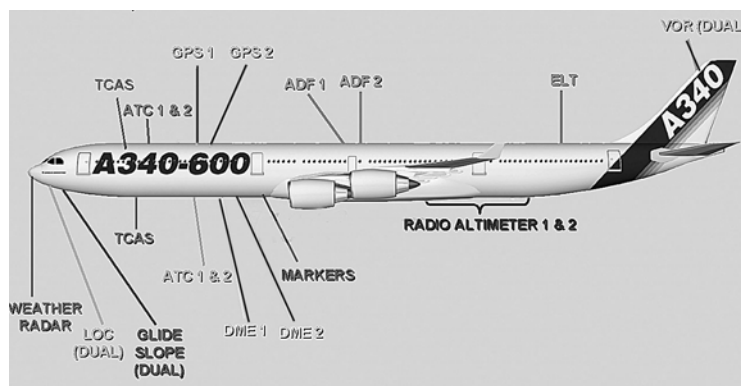
Povećan obim vazdušnog saobraćaja ne sme da utiče na sigurnost, već se teži da se postojeći nivo zadrži i podigne na viši. Pojava konflikta u vazdušnom prostoru najčešće je posledica ljudskog faktora, pa se pristupilo razdvajanju odgovornosti i po prvi put se dozvoljava da posada vrši izbor putanje leta, pri čemu sama odgovara i vrši razdvajanje saobraćaja od drugih aviona. Tako ovo rešenje zahteva ugradnju dodatne opreme u avion koju čini deo sistema ASAS (Airborne Separation Assurance System).

Pored sistema u avionu i odgovarajuće obuke posade za ovakve zadatke, neophodno je razviti i sisteme na zemlji koji imaju ove mogućnosti. Pre svega to su linkovi za razmenu podataka, računarska oprema na zemlji i u avionu, oprema u samoj pilotskoj kabini.

## 3. Sistem TCAS

Primena sistema DAG-TM (Disributed Air/ Ground Traffic Management) se oslanja na već postojeći sistem TCAS (Traffic Alert and Collision Avoidance System), koji već ima svoju drugu generaciju TCASII. U pilotsko kabini je postavljen TCAS-ov ekran CDTI (Cockpit Display of Traffic Information), trodimenzionalni ekran saobraćajnih informacija. Pored direktne upotrebe za izbegavanje sudara u vazdušnom prostoru, imao je i indirektnu namenu za sagledavanje saobraćajne situacije [2].

Podaci koji se prikazuju na CDTI se obezbeđuju iz vazduhoplova u vazdušnom prostoru i sistema na zemlji. Pored toga što avion prima informacije, on emituje i podatke o svom kretanju u obliku pozicije i planiranom kretanju. To je omogućeno preko sistema ADS-B (Automatic Dependent Surveillance Broadcast) koji je zasnovan na GPS i predstavlja generisanje i slanje poruke o trenutnoj poziciji, sa podatkom o indentifikaciji pošiljaoca i druge podatke.



Slika 1. Položaj navigacionih antena na avionu Airbus A340-600



Slika 2. Položaj komunikacionih antena na avionu Airbus A340-600

Savremena oprema koja će se morati ugraditi u avion da bi se postigao viši nivo bezbednosti letenja sastoji se od: CDTI, navigaciona oprema koja zadovoljava standarde RNP (Required Navigation Performance) za tačno određivanja pozicije i plana nastavka leta, oprema za prijem podataka od aviona u vazдушnom prostoru, putem ADS-B ili TCAS ili TIS-B (Traffic Information Services-Broadcast), oprema za planiranje leta AOP (Autonomy Operations Planner), a koji je poboljšanje postojećeg sistema FMS (Flight Management System), dvosmerna veza za automatsku razmenu podataka sa zemljom i drugim vazduhoplovima.

Pored toga, u samom avionu se mora generisati paket podataka o kretanju aviona (brzina, visina) i poziciji iz sistema VOR/DME ili GPS koji se pretvara u digitalni oblik i koji se zatim putem ADS-B emituje svim zainteresovanim korisnicima u vazдушnom prostoru i na zemlji.

Sistem ima sposobnost prijema podataka istog tipa koje je i poslao o drugim avionima u okruženju. Postoje dva načina da se to radi:

- Pomoću uređaja TCAS koji radi nezavisno od uređaja na zemlji, koji vrše razdvajanje aviona, u cilju izbegavanja potencijalnog konflikta. TCAS upoređuje odgovore svih aviona u okruženju na pitanja transpondera i u odnosu na dobijene poruke računa udaljenost, visinu i heading aviona. Na osnovu serije primljenih poruka TCAS određuje vreme do tačke u kojoj nastupa konflikt aviona. To je osnovni parametar kojim TCAS vrši generisanje potencijalne opasnosti. Drugi element TCAS – a je prepoznavanja potencijalnog konflikta na osnovu proračuna vremena dolaska aviona iz okruženja koji penje ili ponire, na isti FL na kome se trenutno nalazi avion.

TCAS definiše dve informacije:

- Prva je „Pregled saobraćajne situacije,“
- Druga je „Savet za razrešenje konflikta,“ koji definiše uslove za bezbedno razdvajanje aviona. U slučaju kada dva aviona u konfliktu imaju TCAS II oba komuniciraju kroz Mod S Data Link koji koordinira na oba aviona „Savet za razrešenje konflikta,“ da bi se primenila ista logika za razrešenje problema. U slučaju da jedan avion ima Mod C ili Mod A situacija u konfliktu je daleko složenija, jer TCAS ne prepoznaje signale Mod-a A pa tako ne može da dobije podatak o visini i koristi samo informaciju o brzini i heading-u leta. Kod aviona koji su

opremljeni transponderom Mod-a S postoji problem preklapanja signala kao i reflektovanja signala od površine zemlje.

#### 4. Sistem ADS-B

Sistem ADS-B predstavlja drugi sistem koji u sebi kombinuje i Mod S i TCAS. Sistem ADS-B prati podatke o kretanju aviona (pozicija, brzina, napredak kretanja, heading) u jasno definisanim intervalima vremena. Ovi podaci su generisani i distriburani od preciznih sistema i uređaja kakav je GPS i Mod S transponderi. Pozicija vazduhoplova se određuje pomoću telekomunikacionih satelita ka zemaljskim stanicama i ka ostalim vazduhoplovima. To je velika razlika u tačnosti podataka jer u klasičnom sistemu praćenja aviona tačnost podataka zavisi od dužine vremenskog intervala između dva radarska odraza.

Postoje u osnovi dva tipa ADS-a za vazduhoplovnu primenu: ADS-A (ADS Addressed), takođe poznat i kao ADS-C (ADS Contrast) i ADS-B (ADS Broadcast). ADS-B je upravo sistem koji se razmatra kao zamena za ili kao proširenje trenutnih metoda nadgledanja vazdušnog saobraćaja.

Korišćenje sistema ADS-B samo za zemaljsko praćenje zahteva samo ADS-B Out (predaja) mogućnost na avionu. Uz dodatak ADS-B In (prijem) mogućnosti, potencijal ADS-B sistema značajno raste. Opreme i servisi povezani sa performansama ADS-B In uključuju:

- Displej saobraćajnih informacija u Kokpitu - CDTI (Cockpit Display of Traffic Information), tj. displej bliskog saobraćaja baziranog na ADS-B izveštajima od strane drugih aviona i zemaljskih postrojenja.
- Emitovanje saobraćajnih informacija - TIS-B (Traffic Information Services-Broadcast). Zemaljski predajni data link koji izveštava o bliskom saobraćaju koji je pod nadzorom, a nije opremljen sa ADS-B.
- Emitovanje informacija o letu - FIS (Flight Information Services-Broadcast). Zemaljski predajni data link servisnih informacija o letu i podataka o vremenu.

#### 5. Oprema AOP

AOP oprema predstavlja još jedno savremeno rešenje ICT koje će se naći u vazduhoplovima, koji će leteti po konceptu DAG-TM. Letačka posada će koristiti AOP u cilju planiranja leta, pri čemu će AOP obuhvatiti sledeće:

- Moguće konflikte sa ostalim vazduhoplovima;
- Ograničenja performansi vazduhoplova;
- Ograničenja data od strane TFM (Traffic Flow Management-Služba za regulaciju protoka saobraćaja);
- Ograničenja vazdušnog prostora, kao što je nepovoljno vreme na putanji leta;
- Ciljevi kompanije, kao što su efikasnost leta i tačnost [5].

AOP upravlja svim informacijama koje prima iz više izvora i potom ih prikazuje posadi i eliminiše svaku suvišnu i nejasnu informaciju. Ovi izvori predstavljaju direktno emitovanje pozicije i namere od strane drugog vazduhoplova u blizini, zemaljskih TIS-B i FIS stanica [4].

Sistem AOP nametnuće razvoj AFR (Autonomous Flight Rules) i AFM (Autonomous Flight Management). AFR je treća opcija pravila letenja pored dosadašnjih IFR i VFR pravila. AFR pravila podrazumevaju da posada AFR opremljenog vazduhoplova može donositi samostalno odluke (strateške ili taktičke) kada menja putanju leta da bi izbegla konflikte. Drugi pojam (AFM) predstavlja primenu AOP i odgovarajućih displeja u praksi radi ostvarenja ciljeva koncepta DAG-TM.

Posebno je važno istaći vitalni deo AOP sistema, koji ima logiku za detekciju konflikta, prevenciju i davanje razrešenja kako na osnovu pozicije vazduhoplova, tako i njegove namere i za razliku od uređaja TCAS II, koji daje predlog razrešenja kada je vazduhoplov već na maloj udaljenosti od drugog vazduhoplova ili je već u konfliktu sa njim tj. reaguje na operativnom nivou. AOP daje taktička i strateška rešenja za izbegavanje konflikta. Ova njegova funkcija u stvari predstavlja funkciju ASAS alata (Airborne Separation Assurance System tools).

## **6. Dvosmerni data link**

Dvosmerni data link za prenos podataka predstavlja osnovu tehnološke podrške koncepta DAG-TM, odnosno njegovog vitalnog dela ADS-B.

Postoje tri link rešenja predložena kao fizička osnova za prelazak i oslanjanje na ADS-B izveštavanje o poziciji:

- 1090 MHz Mod S (Mode S Extended Squiter, ES),
- Unuversal Access Transceiver, UAT,
- VHF Link za prenos podataka Mod 4 (VDL Mod 4).

## **7. Zaključak**

Unapređenje sigurnosti leta i smanjenja zagušenja u vazдушnom prostoru implementacijom vazduhoplovnog informacionog sistema je jedan od načina da se postignu zadati ciljevi. Zbog toga je neophodna promena sistema emitovanja poruka o stanju i namerama aviona pomoću ADS-B sistema. Sistemi za upravljanje saobraćajem na manevarskim površinama su u fazi razvoja i nije još uvek jasno u kojoj će meri biti integrisani u budući sistem vazdušnog saobraćaja. Pored podizanja nivoa bezbednosti veoma je značano zaključiti da se dalji razvoj sistema vazdušnog saobraćaja na zemlji i u vazduhu oslanja na moderne informatičke komunikacione tehnologije. Nivo bezbednosti je od primarne važnosti, ali ne treba zanemariti i ekonomske ciljeve kao što je smanjenje broja i trajanja kašnjenja. Implementacija moderne informatičke komunikacione tehnologije omogućava primenu optimalnih rezultata u planiranju leta sa velikom verovatnoćom operativnog sprovođenja. Informaciono komunikacione tehnologije su nezamenljive u modernom sistemu vazdušnog saobraćaja koji teži najvišem stepenu automatizacije. Novi telekomunikacioni sistemi koji su podrška vazdušnom saobraćaju predstavljaju osnovu i za druge koncepte u vazduhoplovstvu kao što su RVSM i Free Flight koji imaju za cilj podizanje kapaciteta vazdušnog prostora. Neophodno je da se i SCG uključi u regionalne tehničko - tehnološke aspekte razvoja i primene ICT u vazdušnom saobraćaju.

## Literatura

- [1] EUROCONTROL, 1999, Operational Concept Document (OCD), EATCHIP, version 1.1, [www.eurocontrol.int/eatm/publics/standard\\_page/technical\\_library.html](http://www.eurocontrol.int/eatm/publics/standard_page/technical_library.html)
- [2] Richard Mogford, NASA Ames; Gary Lohr, NASA Langley Terminal Arrival: Self-Spacing for Merging and In-Trail Separation (Concept Element 11) Free Flight/DAG-TM Workshop, NASA Ames, May 22-24 2002.
- [3] FANS-Air Traffic Services System Requirement-Generation 2, D926TO280, CAGECODE 81205
- [4] EUROPEAN ORGANISATION FOR THE SAFETY OF AIR NAVIGATION; EUROPEAN AIR TRAFFIC MANAGEMENT PROGRAMME, A-SMGCS Project Strategy, Edition : 1.0
- [5] Dr. Bryan Barmore, Dr. Edward Johnson, David J. Wing, Richard Barhydt Airborne Conflict Management within Confined Airspace in a Piloted Simulation of DAG-TM Autonomous Aircraft Operations, NASA Langley Research Center, Hampton VA USA, 5th USA/Europe Air Traffic Management R&D Seminar, Budapest 23-27

**Abstract:** *Nowadays, flight safety represents imperative in modern air transport. Terrorist treat and maximum technical reliability from the other hand, are set as a standard implementation of ICT for easier decision making in air traffic management. Trend of air transport growth demand is ICT implementation for sake of flight safety level. Very important fact is that SCG in 2006 must enter in European air system known as ONE SKY, which has aim to standardize air traffic services, which will also increase level of air traffic and result in implementation of modern ICT. In this paper were analyzed aspects of implementation of ICT: Airborne collision avoidance system. (Advanced-Surface Movement Guidance Control System)*

**Keywords:** *flight safety, air traffic, ICT, TCAS*

**THE FLIGHT SAFETY IMPROVEMENT TROUGHT ICT  
IMPLEMENTATION IN AIR INFORMATION SYSTEM**  
Slobodan Gvozdenović, Petar Mirosavljević, Olja Čokorilo