

URČENIE A POUŽITIE SYSTÉMOV ADS-B

SPECIFICATION AND USAGE OF ADS-B SYSTEMS

Jaroslav Šulc

Vedúci odboru letovej kalibrácie
Dopravný úrad,
Letisko M.R. Štefánika,
823 05, Bratislava
jaroslav.sulc@nsat.sk

František Jún

Letecké výcvikové a vzdelávacie centrum
Žilinská univerzita v Žiline
Univerzitná 8215/1
010 26, Žilina
jun@lvvc.uniza.sk

Abstrakt

The paper deals with the Automatic Dependent Surveillance systems which are a part of aeronautical surveillance services. Paper is specifically focused on the currently implemented system ADS-B (Automatic Dependent Surveillance - Broadcast). The aim of the paper is to state the reasons for the introduction of ADS-B in the environment of air navigation services, to provide basic information on the technical aspects of dependent surveillance systems, their distribution and to inform the aviation professionals about their strengths and weaknesses. The paper also includes information on the state of implementation of ADS-B systems in Europe and in the world.

Kľúčové slová

ADS, Automatic Dependent Surveillance, ADS-B, Automatic Dependent Surveillance - Broadcast

1. Úvod

Posledné obdobie je charakteristické zavádzaním inovatívnych technológií do praxe a to naprieč celým odvetvím letectva. Dôvodom snaženia o zavádzanie nových technológií je najmä snaha o neustále zvyšovanie bezpečnosti leteckej dopravy. V súbehu s ostro sledovanou bezpečnosťou leteckej dopravy je letecká doprava zároveň aj pod silným ekonomickým tlakom. Konkurencieschopnosť leteckej dopravy je voči iným druhom dopravy porovnávaná svojou bezpečnosťou prepravy, kvalitou prepravy a cenou prepravy.

Jedným so súčastí leteckej dopravy, ktorá ovplyvňuje bezpečnosť, kvalitu a cenu leteckej dopravy je poskytovanie leteckých navigačných služieb ANS (Air Navigation Services) a manažment letovej prevádzky ATM (Air Traffic Management).

Aby mohol poskytovateľ navigačných služieb zabezpečovať ním poskytované služby kvalitne a bezpečne, potom potrebuje prevádzkovať moderné a spoľahlivé navigačné, komunikačné a prehľadové systémy CNS (Communication, Navigation and Surveillance). Od poskytovateľov navigačných služieb je očakávané, že má zavedené také systémy, ktoré zabezpečia potrebnú kapacitu toku leteckej prevádzky tak, aby leteckému dopravcovi nespôsobili časové zdržania alebo zníženie bezpečnosti prevádzky lietadiel.

Na poskytovateľov navigačných služieb je na rôznych úrovniach vyvíjaný tlak na rozširovanie infraštruktúry systémov sledovania s cieľom zmenšovanie oblastí vzdušných priestorov bez kvalitného alebo žiadneho radarového pokrytia NRA (Non Radar Environment), prípadne na zabezpečenie kvality prehľadových služieb na úroveň zavedených medzinárodných štandardov.

Zlepšenie radarového pokrytia niektorou zo štandardných technológií, najmä v rozľahlom alebo zložitom teréne vyžaduje

od poskytovateľa navigačných služieb vysoké obstarávacie investície a v prípade primárnych PSR (Primary Surveillance Radar) alebo sekundárnych SSR (Secondary Surveillance Radar) radarov aj pomerne vysoké prevádzkové náklady.

V prípade rozľahlého alebo hornatého terénu bez vybudovanej infraštruktúry môže byť ideálnym riešením zabezpečenia prehľadovej služby využitie technológie ADS-B.

Európska stratégia v oblasti systémov leteckej prehľadovej služby preferuje prehľadové systémy, ktoré poskytujú „údaje prehľadového sledovania“ za pomoci dátového spojenia a využitia pridelenej 24-bitovej adresy lietadla (Vykonávacie nariadenie komisie (EÚ) č.1207/2011). Identifikácia lietadla je potom vykonávaná prostredníctvom zostupného spojenia s možnosťou individuálnej identifikácie lietadla. Individuálna identifikácia lietadla je zabezpečená pridelenou ICAO (International Civil Aviation Organization) 24-bitovou adresou, ktorá je jedinečná pre každé konkrétne lietadlo a nesmie byť pridelená opakovane. Aby bolo dátové spojenie prehľadového sledovania možné, pozemné prehľadové systémy musia dotazovať lietadlá v móde S. Dotazovací mód S na rozdiel od starších módov civilných prehľadových radarov (napr. mód 3 A/C) umožňuje dátové – digitálne spojenie radar – lietadlo. Lietadlá dotazované v móde S potom príslušnému sekundárnemu radaru poskytujú odpoveď v rozsahu základných údajov nazvaných **Elementary** alebo rozšírených údajov nazvaných **Enhance**. Rozsah základných a rozšírených údajov zostupného spojenia je definovaný medzinárodným štandardom (ICAO, 2020).

Mód S využívajú aj lietadlové palubné protizrážkových systémy ACAS (Airborne Collision Avoidance System) pre dátovú komunikáciu lietadlo - lietadlo.

Každé lietadlo vybavené palubným protizrážkovým systémom neustále dotazuje svoje okolie s cieľom získať minimálne údaje

o polohe iného lietadla nachádzajúceho sa v okolitom vzdušnom priestore.

Je možné povedať, že v pásme sekundárnych prehľadových radarov prebieha čulá komunikácia. Jednak z pomerne hustej siete pozemných sekundárnych radarov a tiež z komunikácie palubných protizrážkových systémov.

Ukázalo sa, že množstvo dotazov a to najmä z pozemných sekundárnych radarov je nutné regulovať a to z dôvodu, aby lietadlový palubný odpovedač (Transponder) nebol vystavený neprimeraným množstvám týchto dotazov. Špecificky v Európskom vzdušnom priestore, je až na malé výnimky, veľmi hustá sieť civilných a vojenských SSR radarov, ktoré produkujú veľké množstvo SSR dotazov. Taktiež typickým problémom pri veľkom množstve dotazov je takzvané synchrónne a nesynchrónne rušenie v pásme SSR ktoré sťažuje detekciu a vyhodnotenie údajov zostupného dátového spojenia. Jedným z možných riešení obmedzenia množstva dotazov v pásme SSR je zavedenie selektívneho dotazovania lietadiel sekundárnymi radarmi v móde S (režim Lockout). V prípade selektívneho dotazovania pozemný systém SSR zníži množstvo dotazov rádovo. Tým dôjde k zníženiu pravdepodobnosti vzniku neprimeraného množstva dotazov na strane lietadla a zároveň k zníženiu pravdepodobnosti vzniku synchrónneho a nesynchrónneho rušenia na strane SSR systému.

Následným krokom k zníženiu množstva dotazov je vytvorenie prepojenej bunkovej siete SSR radarov, ktoré si vzájomne odovzdávajú všetky údaje prehľadového sledovania. Lietadlový palubný odpovedač je dotazovaný iba tým sekundárnym radarom, ktorý zabezpečuje prehľadové služby v pridelenom vzdušnom priestore. Podmienkou plnej implementácie selektívneho dotazovania je nutnosť zabezpečiť identifikáciu tých lietadiel, ktoré vstupujú do vzdušného priestoru a nie sú ešte v režime Lockout. V tomto prípade sa javí ideálnym riešením práve využitie technológie ADS-B.

2. Rozdelenie leteckých prehľadových služieb

Všeobecne môžeme prehľadové systémy rozdeliť do kategórií:

2.1. Nekooperatívne nezávislé prehľadové systémy - Non-Cooperative Independent Surveillance

Primárne prehľadové radary - Primary Surveillance Radar (PSR). Pozemný alebo palubný prehľadový systém ožaruje požadovaný vzdušný priestor úzkym lúčom elektromagnetického impulzu alebo série impulzov zväčša v rádiovom pásme L, S, S/E (ITU, 2020). Odras elektromagnetického impulzu od prekážky, ktorou je v princípe aj lietadlo, definuje smer a vzdialenosť lietadla - cieľa. Nie je potrebné, aby cieľ akýmkoľvek spôsobom kooperoval - spolupracoval. Primárny prehľadový systém vyhodnotí polohu cieľa - lietadla nezávisle. Primárne prehľadové systémy sú využívané najmä pre poskytovanie prehľadových služieb v koncových riadených oblastiach a tiež pre potreby národnej bezpečnosti.

2.2. Kooperatívne nezávislé prehľadové systémy - Co-operative Independent Surveillance

- Sekundárne prehľadové radary - Secondary Surveillance Radar (SSR)

- Multilateračné systémy –Multilateration MLAT (LAM,WAM)

- Antikolízny system ACAS

Pozemný alebo palubný prehľadový systém ožaruje záujmový priestor úzkym lúčom elektromagnetického žiarenia v pásme 1030 MHz. Elektromagnetické žiarenie je impulzne modulované sériou impulzov (v prípade módu S je použitá DPSK - Differential Phase Shift Keying - modulácia hlavného impulzu P6) z dôvodu umožnenia dátovej komunikácie medzi radarom a lietadlom. Tvar, počet impulzov a ich časový sled definuje „dotaz“. Typ dotazu je určený medzinárodným štandardom v rozsahu od módu 1 až po mód S. Lietadlový odpovedač vyhodnotí typ dotazu na ktorý odvysielala správnu „odpoveď“. Odpoveď je definovaná tvarom, počtom impulzov a ich časovým sledom. V prípade sekundárnych prehľadových systémov je teda potrebné, aby cieľ (lietadlový odpovedač) spolupracoval. Prehľadový systém vyhodnotí polohu cieľa nezávisle na základe smeru z ktorého bola odoslaná odpoveď a zo vzdialenosti, ktorá je určená časom prijatia odpovedi.

2.3. Kooperatívne závislé prehľadové systémy - Co-operative Dependent Surveillance

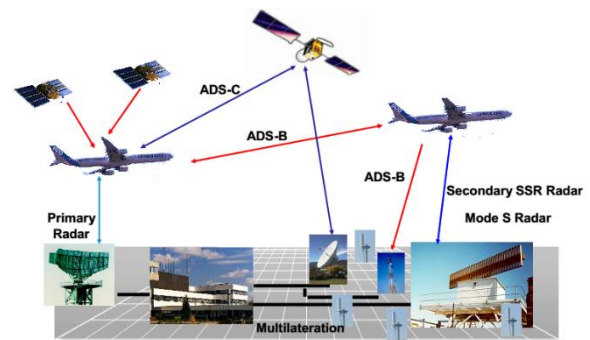
- ADS- C¹ (Contract)

- ADS – B

Prehľadový systém ADS-B môžeme rozdeliť na:

- ADS-B „OUT“ – lietadlová avionika samostatne a automaticky posiela údaje o svojej polohe – údaje prehľadového sledovania a ďalšie údaje.
- ADS-B „IN“ – lietadlová avionika je schopná prijímať a spracovať údaje z vysielania ADS-B OUT iných lietadiel .

Z pohľadu ANS je prehľadová služba plne závislá od údajov, ktoré produkuje a vysielajú lietadlová avionika.



Obrázok 1. Prehľad činnosti jednotlivých systémov ADS-B. Zdroj: (EUROCONTROL, 2020).

ADS-B

Automatic Dependent Surveillance – Broadcast

- Automatic = Automatické vysielanie bez zásahov posádky

¹ ADS – C je viac komunikačný datalink ako prehľadová služba.

- **Dependent** = Závislá od vstupných dát z palubnej avioniky
- **Surveillance** = Poskytuje údaje prehľadového „radarového“ sledovania
- **Broadcast** = Periodicky vysiela pozíciu lietadla a ďalšie údaje

Technológia ADS-B je používaná v troch rozdielnych variantoch:

- ADS-B 1090ES (1090 MHz Extended Squitter)
 - VDL Mode 4 (Very High Frequency Data Link)
 - UAT (Universal Access Transceiver) 978MHz
- **1090 ES** - využíva rovnaký princíp ako už popísaná mód S technológia. V tomto prípade je použitý podobný palubný odpovedač ako je používaný pre komunikáciu so štandardnými sekundárnymi prehľadovými systémami. 1090 ES variant je medzinárodne štandardizovaný a akceptovaný leteckou komunitou.
 - **VDL Mode 4** - pracuje v pásme leteckej komunikačnej služby 118 – 137 MHz. Na rozdiel od 1090 ES vyžaduje inštaláciu ďalšieho palubného prístrojového vybavenia aj v prípade, ak má plnohodnotný palubný odpovedač v móde S. Systém bol vyvinutý vo Švédsku.
 - **UAT** - pracuje na frekvencii 966 MHz a je používaný v USA. Systém bol navrhnutý pre potreby všeobecného letectva (GA). Taktiež vyžaduje inštaláciu dodatočného palubného prístrojového vybavenia.

Výhody ADS-B

- Umožňuje poskytovanie informácií o vzájomných polohách lietadiel a polohy medzi lietadlami a to v reálnom čase,
- poskytuje údaje systémov sledovania aj priestoroch, kde štandardné prehľadové systémy nemajú pokrytie,
- v prípade využitia pre službu riadenia vzdušného priestoru umožňuje znižovanie minim rozstupov,
- zvyšuje efektivitu leteckých dopravcov a znižuje ich náklady,
- zvyšuje efektivitu riadenia vzdušného priestoru,
- umožňuje sledovanie a následne aj riadenie vozidiel pohybujúcich sa po letiskových plochách,
- znižuje investičné a prevádzkové náklady na pozemnú infraštruktúru

Nevýhody ADS-B

- Nutnosť inštalácie schválenej avioniky, pričom v lietadlách staršej produkcie sa jedná o pomerne nákladnú investíciu,
- závislosť na dostupnosti globálnych satelitných navigačných systémov pre určenie polohy lietadla alebo polohy mobilného pozemného prostriedku,

- závislosť od funkčnosti a spoľahlivosti palubnej avioniky,
- potreba nevyhnutných investícií do pozemnej infraštruktúry, vrátane investícií do rozšírenia systémov riadenia vzdušného priestoru.

3. História ADS-B

V roku 1991 ICAO / FANS (Future Air Navigation System) panel po prvý krát definoval možnosti systémov ADS pri budúcom zvyšovaní kapacity vzdušného priestoru. Hlavným prínosom ADS pre ATM (Air Traffic Management) bolo znižovanie minim rozstupov a hľadanie riešenia efektívnejšieho využitia vzdušného priestoru v blízkej budúcnosti.

Vývoj systémov ADS-B nezávisle prebieha na oboch stranách Atlantiku. V USA programom NextGen (FAA, 2020) a v Európe programom SESAR (SESAR, 2020).

S postupným vývojom systémov ADS vznikol prvý použiteľný štandard pre palubné ADS-B zariadenia, ktorým sa stal dokument DO-260/ 260A. Dokument špecifikuje charakteristiky a minimálne požiadavky MASPS (Minimum Aviation System Performance Standards) pre ADS –B, ktoré boli určené najmä pre konštruktérov a výrobcov palubných prístrojov, výrobcov pozemnej infraštruktúry, servisné organizácie, pre poskytovateľov navigačných služieb atď. Štandardy ADS-B následne prechádzali postupnou evolúciou. Z pohľadu lietadlovej avioniky bola služba ADS-B rozdelená na službu ADS-B OUT a ADS-B IN.

Aktuálne (2019) platnými štandardmi sú :

3.1. Pre ADS-B OUT:

- ADS-B OUT for use in Non-Radar Airspace (ADS-B NRA, ED-126 / DO-303);
- ADS-B OUT for use in Radar Airspace (ADS-B RAD, ED-161 / DO-318);
- ADS-B OUT for Airport Surface Surveillance (ADS-B APT, ED-163 / DO-321);
- Minimum Operational Performance Standards (MOPS) for 1090 MHz extended squitter ADS-B (ED-102A / DO-260B);
- Technical specification for a 1090 MHz extended squitter ADS-B ground system (ED-129B)
- EASA AMC 20-24 ADS-B NRA
- EASA CS–ACNS and FAA AC20-165A for ADS-B RAD
- FAA TSO C166B

3.2. Pre ADS-B IN sú to:

- In-Trail Procedure in oceanic airspace (ITP, ED-159 / DO-312);
- Visual Separation on Approach (VSA, ED-160 / DO-314);
- Enhanced Traffic Situation Awareness during Flight Operations (AIRB, ED-164 / DO-319);

- Enhanced Traffic Situation Awareness on the Airport Surface (SURF, ED-165 / DO-322);
- Traffic Situation Awareness with Alerts (TSAA, ED-232 / DO-348);
- CDTI Assisted Visual Separation (CAVS, ED-233 / DO-354);
- Flight Deck Interval Management (FIM, ED-195A / DO-328A);
- Aircraft Surveillance Applications (ASA) System MOPS including several ADS-B In applications (ED-194A / DO-317A);
- Flight-deck Interval Management (FIM) MOPS (ED-236 / DO-361).

Dva krát novelizované vykonávacie nariadenie komisie (EÚ) č.1207/2011 zavádza povinnosť pre všetky lietadlá, tak ako sú definované v článku 5 a v článku 8 tohto nariadenia a vykonávajúce lety v súlade s pravidlami letu podľa prístrojov ich vybavenie spôsobilou avionikou, ktorá umožňuje vysielanie ADS-B údajov prehľadového sledovania (časť B prílohy II. nariadenia).

Predmetné nariadenie zavádza povinnosťou leteckému prevádzkovateľovi, aby mal svoje lietadlá vybavené vhodnou ADS-B OUT technológiou do 7. júna 2020.

4. Mód S krátka správa (Short Squitter) alebo mód S dlhá správa (Extended - Long Squitter) údajov zostupného sledovania

Ako už bolo skôr spomenuté, systém ADS-B využíva zavedenú technológiu mód S sekundárnych radarov.

Avšak údaje zostupného sledovania v móde S poznajú dve úrovne dátovej správy z lietadla:

Elementary – Short squitter, jedná sa o základnú úroveň správ údajov prehľadového sledovania, ktorými sú vysielanie jedinečnej 24 bitovej ICAO adresy lietadla, barometrickej výšky v 25ft škále, identifikácie lietadla podľa kódu (Callsign, v letovom pláne je tento údaj uvedený pod políčkou 7), informácii o lietadle na zemi (airborne/ on the ground) a niektorých ďalších. Úroveň prehľadového sledovania Elementary využíva taktiež protizráškový systém ACAS.

Úroveň Elementary využíva zostupnú správu o dĺžke 56 bitov nazvanú „Short squitter“

Správa je formátovaná nasledovne:

CONTROL

- DF (Downlink Format) - identifikuje typ správy, napr. správa ACAS je kódovaná ako DF01
- FS (Flight Status)
- SPI (Special Position Identification Pulse)

DATA

- AC (Altitude- „Mode C“)

- ID – (Identify field – „Mode A“)
- PARITY CHECK – CRC (Cyclic Redundancy Check)

Enhanced/Extended – Long squitter, rozšírením základnej úrovne Elementary správ o ďalších 56 bitov umožnilo podstatne zväčšenie množstva zasielaných údajov prehľadového sledovania. Toto rozšírenie je označené ako blok DATA. Úroveň **Enhanced/Extended** využíva zostupnú správu o dĺžke **112 bitov nazvanú „Long squitter“**.

Technológia ADS-B je založená iba na **Enhanced/Extended** formáte údajov zostupného sledovania!

V prípade vysielania správy ADS-B je správa Enhanced/Extended identifikovaná kódom DF17 v bloku CONTROL správy a vysielanie TIS-B kódom DF18 v bloku CONTROL správy.

CONTROL – 8 bits	DATA&ICAO ADDRESS - 24 bits	DATA - 56 bits	PARITY CHECK - 24 bits
---------------------	-----------------------------------	-------------------	------------------------------

Správa je potom formátovaná nasledovne:

V bloku DATA sú navyše voči úrovni Elementary kódované údaje ako:

Pevne nakódované údaje

- **Identifikácia lietadla.** Pri identifikácii lietadla je použitá priradená ICAO 24 bitová adresa lietadla.
- **Kategória lietadla.** Napríklad: ľahké alebo ťažšie lietadlo, vrtuľník, balón, bezpilotné lietadlo atď.

Údaje poskytované prijímačom GNSS

- **3D pozícia lietadla v priestore.** Zemepisná šírka a zemepisná dĺžka, výška nad geoidom, GPS track, traťová rýchlosť, čas UTC, limity integrity, FOM (Figure of Merit)

Údaje poskytované barometrickým počítateľom

- **Vzdušné dáta.** barometrická výška, pravá vzdušná rýchlosť, gradient stúpania alebo klesania, nastavenie QNH

Údaje poskytované FMS

CONTROL – 8 bits	DATA&ICAO ADDRESS - 24 bits	PARITY CHECK - 24 bits
---------------------	--------------------------------	---------------------------

- magnetický kurz, zadaný HDG
- nastavená letová hladina

Nastavené alebo diskkrétne údaje

- **Kód lietadla.** Je vysielaný kód lietadla, ktorý je uvedený v letovom pláne (napr. MOJLET01),
- **Ident - SPI**

- **Lietadlo na zemi (WOW – Weight on Wheels)**

Všetky údaje tak ako sú uvedené vyššie sú v bloku DATA kódované do registrov nazvaných ako BDS (Binary Data Store). V prvých piatich bitoch bloku DATA je nakódovaný typ registra. Je to z dôvodu, aby prijímateľ správy vedel, aké informácie sú správou posielané. Registre BDS sú vysielané s rôznou periodicitou podľa toho, či sa lietadlo nachádza na zemi, roluje alebo je už po vzlete. Frekvencia vysielania správ ADS-B je znázornená v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka 1: Frekvencia vysielanie správ ADS-B. Zdroj: Autor.

Registru (BDS)	Priorita správy	Typ správy	Periodicita správ (s)		
			Lietadlo na zemi, nepohybujúce sa	Lietadlo na zemi, roluje	Lietadlo po vzlete
BDS 0,5	Bez priority	Pozícia letiaceho lietadla	N/A	N/A	0,5 s (0,4s – 0,6s)
BDS 0,6	Bez priority	Pozícia lietadla na zemi	Low rate 5s (4,8s – 5,2s)	High rate 0,5 s (0,4s – 0,6s)	N/A
BDS 0,8	Bez priority	Identifikácia a kategória lietadla	Low rate 10s (9,8s – 10,2s)	High rate 5s (4,8s – 5,2s)	High rate 5s (4,8s – 5,2s)
BDS 0,9	Bez priority	Horizontálna/vertikálna rýchlosť	N/A	N/A	0,5 s (0,4s – 0,6s)
BDS 6,1	ACAS RA – priorita 1	Status mimoriadnej situácie lietadla alebo priorita lietadla	ACAS RA alebo zmena kódu módu A 0,7s – 0,9s		
	Emergency/Priority - priorita 2		Iné ako ACAS RA alebo zmena kódu módu A (4,8s – 5,2s)		
BDS 6,2	Bez priority	Status lietadla -Target State and Status (TSS)	N/A	N/A	1,2s – 1,3s
BDS 6,5	Bez priority	Prevádzkový status lietadla	Low rate 5s (4,8s – 5,2s)	Žiadna zmena NIC/NAC/SIL 2,4s – 2,6s	Bolo vysielané TSS alebo nie. Žiadna zmena ACAS/NIC/NAC/SIL 2,4s – 2,6s
				Pri zmene NIC/NAC/SIL 0,7s – 0,9s	Bolo vysielané TSS Pri zmene ACAS/NIC/NAC/SIL 2,4s – 2,6s
				Nebolo vysielané TSS Pri zmene ACAS/NIC/NAC/SIL 0,7s – 0,9s	Nebolo vysielané TSS Pri zmene ACAS/NIC/NAC/SIL 0,7s – 0,9s

Periodicita vysielania správ ADS-B je rozdelená do dvoch základných režimov:

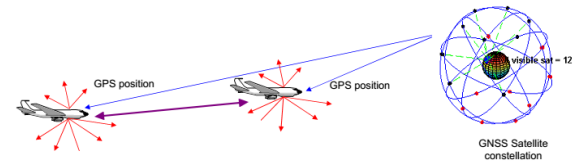
- High rate – lietadlo je po vzlete - správa je vysielaná s periodicitou 0,5s so zavedenou nepravidelnosťou $\pm 0,1s$.
- Low rate – správa je vysielaná s periodicitou 5s so zavedenou nepravidelnosťou $\pm 0,2s$. Tento režim je aktívny iba v prípade, ak lietadlo roluje.
- Low rate – 10s so zavedenou nepravidelnosťou $\pm 0,2s$. Tento režim je aktívny v prípade ak je palubný odpoveďač zapnutý a lietadlo stojí na stojisku.

Podmienkou pre vyslanie ADS-B správy je tiež to, že správa nebude nijakým spôsobom obmedzovať komunikáciu protizrážkového systému ACAS lietadla alebo odpovede lietadla na dotaz z SSR radaru.

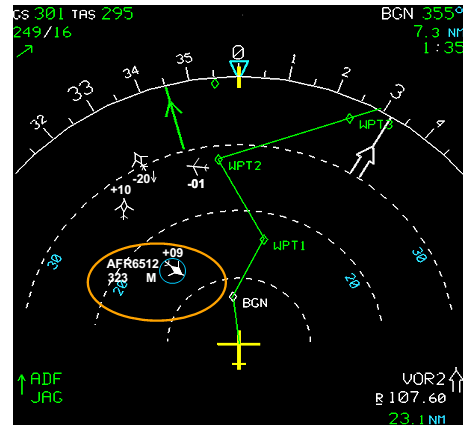
5. Evolúcia systémov ADS-B

5.1. ADS-B IN

ADS-B IN umožňuje lietadlovej avionike prijímať vysielanie správ ADS-B OUT z iných lietadiel. Podmienkou funkčnosti ADS-B IN je inštalácia príslušného prijímača v pásme 1090 MHz, ďalej schopnosť spracovať prijaté ADS-B OUT správy a schopnosť zobraziť ich v cockpite lietadla. Funkcia ADS-B IN umožňuje získať ďaleko väčší prehľad o vzdušnej situácii, než je v možnostiach protizrážkových systémov ACAS.



Obrázok 2: Prehľad činnosti protizrážkových systémov. Zdroj: (EUROCONTROL, 2020).



Obrázok 3: Znáznornenie na prístrojoch lietadla. Zdroj: (EUROCONTROL, 2020).

5.2. Traffic Information Service – Broadcast (TIS-B)

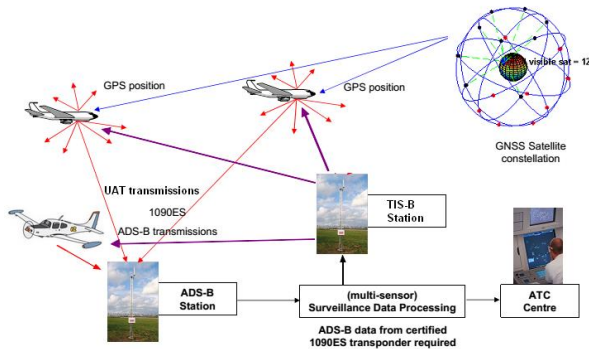
TIS-B je technológia založená na vysielaní informácii pomocou technológie ADS-B 1090 ES. Táto technológia umožňuje lietadlám prijímať informácie vysielané z pozemných staníc, ako obraz vzdušnej situácie, alebo informácie o pohybe pozemných prostriedkov na pohybových plochách letiska. Správy prehľadového sledovania TIS-B sú od vysielania správ ADS-B OUT odlišené tak, že sú vysielané s kódom DF18 v časti CONTROL správy.

Lietadlová avionika je schopná prijímať a spracovať správy TIS-B iba v prípade ak je prijímač ADS-B IN 1090 ES / TIS-B certifikovaný podľa špecifikácie DO-286A Minimum Aviation Systems Performance Standards (MASPS) for Traffic Information Services-Broadcast (TIS-B), Revision A, RTCA, Inc.

Služba TIS-B umožňuje vysielanie komplexného obrazu situácie vo vzdušnom priestore. Komplexnosťou sa myslí reálna situácia, v ktorej je bežné, že sa vo vzdušnom priestore nachádzajú lietadlá, ktoré sú vybavené s navzájom nekompatibilnou avionikou sekundárneho prehľadového sledovania (napr. 1090 MHz ES versus UAT), alebo lietadlá, ktoré sú vybavené iba zastaraným systémom sekundárneho

odpovedača SSR. Taktiež nastáva situácia, že geografický reliéf znemožňuje lietadlám prijímanie správ ADS-B OUT. V takýchto prípadoch hrozí, že posádka lietadla s palubným vybavením ACAS a ADS-B IN nemá súhrnnú informáciu o možnej konfliktnej leteckej prevádzke.

Avšak poskytovateľ navigačnej služby v rámci svojich prehľadových služieb spracováva prehľadovú informáciu so všetkých dostupných zdrojov. Ak je poskytovateľ navigačnej služby vybavený pre vysielanie správ TIS-B, potom je schopný informáciu o polohe všetkých lietadiel vo vzdušnom priestore zdieľať prostredníctvom služby TIS-B.



Obrázok 4: Prehľad činnosti služby TIS-B. Zdroj: (EUROCONTROL, 2020).

5.3. Flight Information Services-Broadcast (FIS-B)

FIS-B poskytuje posádkam lietadiel možnosť príjmu textových alebo grafických informácií o meteorologickej situácii, ďalej umožňuje prijímať správy NOTAM alebo ATIS. Služba FIS-B je forma informačného datalinku. Prijímať správy pomocou datalinku FIS-B je v Európe obmedzené z dôvodu, že je možné iba špecifikácii prijímača UAT, ktorý ako už bolo uvedené v úvode tohto článku, nie je v Európe štandardizovaný. Správy FIS-B sú schopné prijímať tie palubné prijímače, ktoré sú kompatibilné so špecifikáciou DO-267A - Minimum Aviation Systems Performance Standards (MASPS) for Flight Information Services-Broadcast (FIS-B) Data Link, RTCA, Inc.

FIS-B vyžaduje pomerne robustnú sieť vysielacích staníc. Práve takáto sieť je plnohodnotne vybudovaná iba v USA.

V Európe je skúšobné vysielanie FIS-B (2019) zatiaľ iba vo Veľkej Británii.

FIS-B poskytuje lietadlám možnosť príjmu textových alebo grafických informácií ako sú:

- NextRad, obraz význačného počasia s periodicitou 15 min
- TFRs (Temporary Flight Restrictions) – s periodicitou 20 min
- METAR - s periodicitou 5 min
- PIREP (Pilot Weather Reports, TAF) – s periodicitou 20 min
- Winds and Temperatures Aloft – s periodicitou 12 hod
- SIGMETs and AIRMETs – s periodicitou 20 min

5.4. Satelitná služba ADS-B – Satellite Based ADS-B

Ďalšou evolúciou využívania ADS-B je satelitná letecká prehľadová služba. Služba je založená na hustej konštelácii družíc na nízkej obežnej dráhe, pričom tieto družice sú vybavené prijímačmi ADS-B. V súčasnosti je v tomto druhu leteckej prehľadovej služby najambicióznější projekt spoločnosti Iridium, ktorá v minulom roku kompletne nahradila svoj satelitný telekomunikačný systém Iridium Global Satellite Network (IRIDIUM, 2020). Satelitný telekomunikačný systém Iridium bol nahradený družicami novej generácie. Nová generácia družíc nesie označenie Iridium NEXT, pričom každá družica Iridium NEXT je na rozdiel od staršieho typu vybavená prijímačom ADS-B.

Ambíciou družicového telekomunikačného operátora je poskytovať globálnu informáciu prehľadového sledovania. Ako už bolo spomenuté, spoľahlivá satelitná služba ADS-B musí byť založená na veľmi hustej konštelácii, ktorá je umiestnená na nízkej obežnej dráhe. Preto sa systém Iridium skladá až z 66 aktívnych satelitov Iridium NEXT, ktoré sú umiestnené práve na nízkej obežnej dráhe. V súčasnosti (2019) prebieha jeho certifikácia organizáciou EASA.

6. Záver

Zabezpečenie leteckej prehľadovej služby pomocou technológie ADS-B, či už je to ADS-B OUT alebo ADS-B IN, prípadne TIS-B a FIS-B je významných zvýšením bezpečnosti v civilnom letectve.

Technológia ADS-B poskytne kvalitné údaje prehľadového sledovania aj v priestoroch, v ktorých sú klasické prehľadové systémy neefektívne, buď z dôvodu kvality, technickej zložitosti alebo finančnej náročnosti.

Plošné rozšírenie funkcionality ADS-B o nadstavbu TIS-B a FIS-B prinesie úplne nový rozmer dostupných informácií, buď o leteckej prevádzke, o obmedzeniach vo vzdušnom priestore alebo o aktuálnej meteorologickej situácii.

Zavedenie satelitnej siete prijímačov ADS-B umožní globálne pokrytie tejto leteckej prehľadovej služby.

Záujmom leteckej verejnosti by mal byť tlak na skoré zavedenie výdobytkov technologického pokroku, ktorým je aj ADS-B, do reálneho života.

Referencie

EUROCONTROL, 2020. IANS SUR – RAD presentation.

FAA, 2020. NextGen. Dostupné na: <https://www.faa.gov/nextgen/>

Galierikova, A., Materna, M., Sosedova, J. 2018. Analysis of risks in aviation. Transport Means - Proceedings of the International Conference. 2018-October, pp. 1427-1431

ICAO, 2020. Annex 10, Volume IV.

IRIDIUM, 2020. Iridium Global Satellite Network. Dostupné na: <https://www.iridiumnext.com/>

ITU, 2020. Nomenclature of frequency and wavelength bands uses in telecommunications

Novák, A., Havel, K., Janovec, M.. 2017. Measuring and Testing the Instrument Landing System at the Airport Zilina. Transportation Research Procedia 28, pp. 117-126

Novák, A., Jůn, F., Škultéty, F., Sedláčková, A.N. 2019. Experiment Demonstrating the Possible Impact of GNSS Interference on Instrument Approach on RWY 06 LZZI. Transportation Research Procedia, 43, pp. 74-83

Novák, A., Sedláčková, A.N., Stelmach, A., Novák, D. 2020. Safety implications of gnss signal interference at Zilina airport. Communications - Scientific Letters of the University of Zilina 22(3), pp. 40-48.

Topkova, T., Pleninger, S. (2019). Comparison of approaches to distinguishing SSR mode S comm-B replies. Paper presented at the Transport Means - Proceedings of the International Conference, 2019-October 1128-1134.

SESAR, 2020. Dostupné na: <https://www.sesarju.eu/>

Vykonávacie nariadenie komisie (EÚ) č.1207/2011 ktorým sa ustanovujú požiadavky na výkonnosť a interoperabilitu sledovania pre jednotné európske nebo.