



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
LETECKÝ ÚSTAV

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF AEROSPACE ENGINEERING

# PROBLEMATIKA ZAVÁDĚNÍ ADS-B VE VZDUŠNÉM PROSTORU EVROPY A ČESKÉ REPUBLIKY

PROBLEMS OF ADS-B INTRODUCTION INTO EUROPEAN AS WELL AS CZECH REPUBLIC  
AIR SPACE

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR  
VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Bc. TIBOR BERTOK

doc. Ing. SLAVOMÍR VOSECKÝ, CSc.

BRNO 2014

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Letecký ústav

Akademický rok: 2013/14

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Tibor Bertok

který/která studuje v **magisterském studijním programu**

obor: **Letecký provoz (3708T011)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

### **Problematika zavádění ADS-B ve vzdušném prostoru Evropy a České republiky**

v anglickém jazyce:

### **Problems of ADS-B introduction into European as well as Czech Republic air space**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Definice cílů zavádění ADS-B.

Popis struktur systému ADS-B.

Nutné podmínky pro úspěšnou implementaci ADS-B do vzdušného prostoru České republiky jako součásti evropského vzdušného prostoru.

Požadavky na implementaci ADS-B do VP Česka a Evropy.

Cíle diplomové práce:

Zdroje informací pro systém závislého přehledu o vzdušné situaci (ADS).

Druhy komunikací pro ADS.

Úrovně navigace a druhy zpráv, přenášených prostřednictvím ADS.

Technická realizace ADS.

Význam a možnosti využití ADS v letecké navigaci.

Seznam odborné literatury:

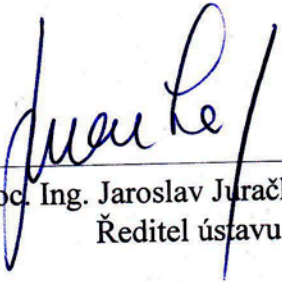
- [1] VOSECKÝ, S: Radionavigace, učební txty pro teoretickou přípravu dopravních pilotů dle předpisu JAR-FCL-1, ISBN 978-80-7204-764-2, CERM, Brno 2011  
[2] web (klíčová slova radionavigace, GNSS, ADS, ADS-B, závislý přehled o vzdušné situaci);  
[3] www.caa.int  
www.eurocontrol.int


Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Slavomír Vosecký, CSc.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/14.

V Brně, dne



  
doc. Ing. Jaroslav Juračka, Ph.D.  
Ředitel ústavu

  
prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.  
Děkan

## **Čestné prehlásenie**

Prehlasujem, že som diplomovú prácu na tému Problematika zavádzení ADS-B ve vzdušném prostoru Evropy a České republiky vypracoval samostatne, pod odborným vedením doc. Ing. Slavomíra Voseckého, CSc., s použitím odbornej literatúry a prameňov uvedených v zozname použitých zdrojov.

20. mája 2014

.....

## **Pod'akovanie**

Ďakujem môjmu vedúcemu práce pánovi doc. Ing. Slavomírovi Voseckému, CSc., za cenné rady pri vypracovaní tejto práce ako i počas celého štúdia. Moja vďaka patrí aj pracovníkom ĀLP ĀR s.p. Praha, najmä pánovi Ivanovi Uhlířovi za jeho pomoc a ochotu.

Taktiež Ďakujem všetkým, ktorí si úprimne želali, aby som úspešne dokončil štúdium na VÚT v Brne.

## **Abstrakt**

Diplomová práca sa zaoberá problematikou zavádzania systému ADS-B vo vzdušnom priestore Českej republiky a Európy. Úvodom práce je popísaná cesta, ktorá viedla k potrebe takéhoto systému, následne je popísaný systém ADS-B ako taký. Ďalej sa v práci podrobne rieši legislatíva súvisiaca s týmto systémom, následne stav jeho zavedenia a budúce plány zavádzania. Záverom práce je poukázané na problémy spojené s týmto systémom a navrhnuté ich riešenie, ako i pohľad do budúcnosti.

## **Kľúčové slová**

ADS-B, Vykonávacie Nariadenie Komisie (EÚ) č. 1207/2011, CNS, Navigácia, Rádionavigácia, Systém závislého prehľadu, WAM, Jednotné európske nebo, Plán zavedenia ADS-B/WAM

## **Abstract**

This diploma thesis focuses on implementation issues of ADS-B in the airspace of Czech republic and Europe. Our introduction contains a review of necessity of this system and describes ADS-B. The next part addresses the legislation of this system in detail, also sums up the state of its implementation and the plan of implementation. Our conclusion shows the problems connected with the system, offers their solution and views for the future.

## **Key words**

ADS-B, Commission Implementing Regulation (EU) No 1207/2011, CNS, Navigation, Radionavigation, Dependent surveillance system, WAM, Single European Sky, ADS-B/WAM Deployment plan

## **Bibliografická citácia**

BERTOK, T. *Problematika zavádění ADS-B ve vzdušném prostoru Evropy a České republiky*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2014. 67 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Slavomír Vosecký, CSc.

# Obsah

<b>1 Úvod</b>	<b>8</b>
1.1 Systém ADS-B	8
1.2 Ciele práce	8
<b>2 Definovanie ADS, ADS-B</b>	<b>9</b>
2.1 História CNS	9
2.2 Snaha o globálny systém CNS	11
2.3 Vznik ADS-B	14
2.4 Popis systému ADS-B	14
2.5 ADS-B definícia	16
2.6 Rozdelenie priestoru ADS-B	17
2.7 Dátové kanály ADS-B	18
2.8 Ktorý dátový kanál?	20
2.9 ADS-R	23
2.10 FIS-B, TIS-B	23
2.11 Palubné súčasti systému ADS-B	23
2.12 ADS-b a WAM	26
2.13 Výhody systému ADS-B	26
2.14 Nevýhody systému ADS-B	27
<b>3 Podmienky a požiadavky na implementáciu ADS-B v rámci EÚ</b>	<b>28</b>
3.1 Základná štruktúra orgánov	28
3.2 Single European Sky	30
3.3 Vykonávacie Nariadenie Komisie (EÚ) č. 1207/2011 z 22. 11.2011, ktorým sa ustanovujú požiadavky na výkonnosť a interoperabilitu sledovania pre jednotné európske alebo	31
<b>4 Aktuálny stav zavedenia ADS-B v Európskej únii a v Českej republike</b>	<b>36</b>
4.1 Úvod do problematiky	36
4.2 ADS-B a WAM v Európe	36
4.3 ADS-B/WAM a WAM aktuálny stav zavádzania	37
4.4 Prehľad nasadených ADS-B a WAM senzorov	46
4.5 Podrobnejšie o zavádzaní ADS-B v Českej republike	48
<b>5 Problémy spojené so zavádzaním systému ADS-B</b>	<b>50</b>
5.1 Obecný popis kapitoly	50
5.2 Kľúčové dátumy zavedenia	50
5.3 Vlastné problémy spojené so zavádzaním	50
<b>6 Návrh riešenia problémov při zavádzaní systému ADS-B</b>	<b>54</b>
6.1 Popis kapitoly	54
6.2 Návrh riešenia problémov spojených so zavádzaním systému ADS-B	54
<b>7 Pohľad do budúcnosti</b>	<b>57</b>
7.1 Pohľad na aktuálny stav	57
7.2 Pohľad do budúcnosti	57
<b>8 Záver</b>	<b>58</b>
<b>Zoznam použitých zdrojov</b>	<b>59</b>
<b>Zoznam obrázkov, tabuliek a grafov</b>	<b>60</b>
<b>Zoznam použitých skratiek</b>	<b>62</b>
<b>Zoznam príloh</b>	<b>66</b>

# 1 Úvod

## 1.1 Systém ADS-B

Letecká prevádzka je čím ďalej, tým hustejšia a požiadavky na navigačnú presnosť sú stále prísnejšie. Samozrejmosťou je mať prehľad o leteckej prevádzke v celom vzdušnom priestore. Vládne aj nevládne organizácie, rovnako aj prevádzkovatelia a rôzne inštitúcie hľadajú rýchle, bezpečné, spoľahlivé a nenákladné riešenie na tieto problémy. Ako jedna z možností bol vyvinutý systém ADS-B.

ADS-B zatiaľ úspešne rieši problémy s pokrytím území, kde nie je možné, či výhodné použiť konvenčné metódy sledovania leteckej prevádzky. Príkladom je vnútrozemie Austrálie, či Aljaška. Po úspešných testoch a zdarnom zavedení v niektorých krajinách bol rýchlo objavený jeho potenciál. Tento systém presne zapadá do požiadaviek moderných systémov riadenia letovej prevádzky, ktoré budú zvyšovať bezpečnosť, zabezpečiť vyššiu navigačnú presnosť, znížia pracovnú záťaž posádky, budú energeticky menej náročné a podobne... ADS-B sa stalo súčasťou programu Single European Sky a jeho čiastočne povinné zavedenie je zakotvené vo vykonávacom Nariadení Komisie (EÚ) č. 1207/2011 z 22. novembra 2011, ktorým sa ustanovujú požiadavky na výkonnosť a interoperabilitu sledovania pre jednotné európske alebo (ďalej len „nariadenie 1207/2011“). Inštalácia certifikovaných častí systému spolu s ďalším výskumom a testovaním jeho ostatných častí je v plnom prúde.

Zavádzanie nového systému prehľadu je proces veľmi náročný. Je potrebné prispôbiť pozemnú infraštruktúru a vybaviť paluby lietadiel. Musí sa pripraviť legislatíva, nové systémy je potrebné riadne otestovať a certifikovať. Nesmie sa zanedbať ani príprava personálu na nové podmienky, čo chodí s vypracovaním patričnej dokumentácie a množstvom školení. Takto komplexný proces zavádzania systému ako je ADS-B prináša nemalé komplikácie, ktoré potrápia mnoho odborníkov.

## 1.2 Ciele práce

Hlavným cieľom práce je oboznámiť čitateľa so systémom ADS-B, poukázať na je klady a zápory a následne určiť, kam tento systém speje. Úvodom popíšem cestu, ktorá viedla k potrebe tohto systému. Následne tento systém definujem a podrobne popíšem. Predstavím ciele a očakávania jeho tvorcov, utvorím akýsi prehľad jeho doterajšieho využitia. Definujem legislatívny rámec, pod ktorý ADS-B spadá, vyjadrím známe výhľady a podrobne popíšem aktuálny stav jeho zavedenia. Opíšem jeho využitie pri riadení letovej prevádzky a predchádzaní nebezpečného zblížovania sa, popíšem jeho vlastnosti. Oboznámim čitateľa s aktuálne riešenými problémami pri zavádzaní a navrhmem riešenia. Preukážem užitočnosť tohto systému a opíšem jeho črty v porovnaní s ostatnými systémami prehľadu. V závere zhodnotím výsledky a doporučím, akým smerom by sa mal tento systém uberať.



## 2 Definovanie ADS, ADS-B

### 2.1 História CNS

„CNS“ je skratka pre výraz Communication Navigation Surveillance, v preklade Komunikácia Navigácia Prehľad. Od prvých počiatkov letectva, posádky riešia kľúčový problém „kde sa nachádzam a kde sa nachádzajú ostatné lietadlá“.



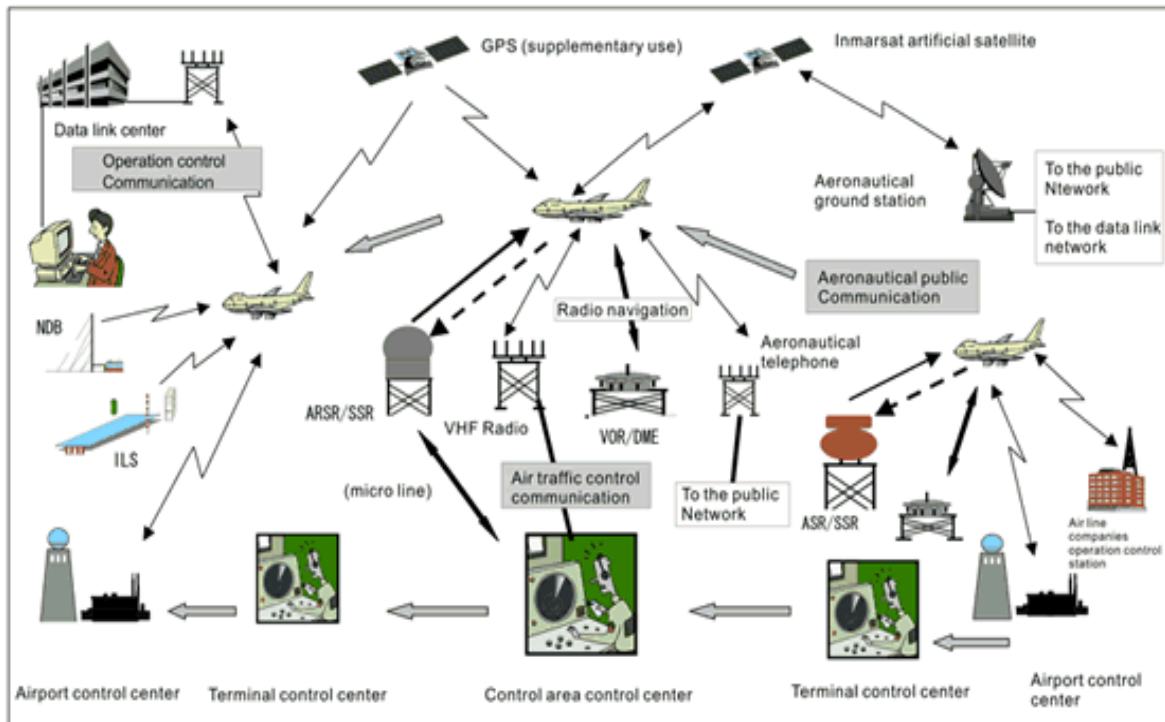
Obrázok 1 Lietadlo Wrightových

Spočiatku sa to riešilo veľmi jednoducho, piloti sa pozerali na zem a pred seba. Takto sa však dalo lietať iba dovedy, kým bola letecká prevádzka málo frekventovaná a lietalo sa nízko a pomaly. Postupom času však prišli rýchle lietadlá s veľkým výškovým dosahom, možnosťou niesť náklad či cestujúcich a otázka, či bude lietanie iba zábavou pre odvážnych, alebo či má veľký potenciál, bola dávno zodpovedaná.

Ako bolo spomenuté, prvý spôsob navigácie bol „vizuálny“. Pilot porovnával terén s mapou a vzájomne sa lietadlá vyhýbali podľa naučených postupov. Posádka mala na palube mapu, prípadne iné pomôcky ako pravítko, goniometer atď. Pozemné riadenie prevádzky prebiehalo formou vizuálnych signálov, teda osoba riadiaca prevádzku stála na zemi a dávala pokyny pomocou vlajok. Ďalej sa piloti orientovali pomocou vizuálnych značiek umiestnených na letisku. Tento spôsob navigácie a riadenia letovej prevádzky sa používa dodnes u malých športových lietadiel, alebo lietajúcich športových zariadení, ako sú rogalá a padáky, prípadne v núdzových situáciách, keď zlyhá elektronika.

Postupom času sa letecká prevádzka zhusťovala, začalo sa lietať vyššie a rýchlejšie, bolo nutné nájsť lepší spôsob navigácie a riadenia letovej prevádzky. Prvé rádionavigačné prostriedky sa začali objavovať v tridsiatych rokoch dvadsiateho storočia. V tejto dobe to sú rádiové zameriavače s ručným natáčaním rámovej antény a prvé použiteľné zariadenia pre pristátie za zlých poveternostných podmienok. Počas druhej svetovej vojny zaznamenala rádionavigácia veľký rozvoj. Objavili sa prvé ADF a predchodcovia dnešných systémov, ako sú ILS, VOR, DECCA, LORAN, DME, rádiové výškomery a rádiolokátory. Ďalší výrazný pokrok priniesli do rádionavigácie polovodičové súčiastky. Riadenie leteckej prevádzky začalo prebiehať formou verbálnej komunikácie medzi pilotom a riadiacim, pomocou VHF rádiových staníc. Zásadný prevrat v riadení leteckej prevádzky priniesol objav radaru, počas druhej svetovej vojny.

Koncept riadenia prevádzky formou verbálnej komunikácie medzi posádkou a stanovišťom riadenia leteckej prevádzky a zisťovanie polôh lietadiel pomocou radarovej techniky sa zachoval dodnes. Lietadlá lietajú po letových cestách. Vzdušný priestor je rozdelený do rôznych kategórii, či už podľa výšky, alebo hustoty prevádzky. Posádky letia podľa pokynov riadenia letovej prevádzky a navigujú podľa rôznych rádionavigačných, či iných zariadení.



Obrázok 2 Systém CNS [2]

1. Vizuálna – pilot, či navigátor sa orientuje podľa vizuálneho kontaktu so zemou, pomocou kompasu a mapy. Tento spôsob je použiteľný len za určitých podmienok (VFR).

2. Výpočtová – pomocou merania zrýchlenia, alebo rýchlosti pohybu lietadla vzhľadom k známej začiatkovej polohe sa získava polohová čiara. Používajú sa rôzne prístroje, zariadenia a pomôcky (barické, inerciálne, dopplerovské, rádiolokačné, astronomické, geotechnické...), ich údaje sa spracovávajú matematicky, graficky, alebo ich automaticky spracovávajú palubné počítače.

3. Rádionavigácia – navigácia využívajúca fyzikálny princíp šírenia rádiových vln, pomocou rádionavigačných prístrojov (VOR, NDB,DME, ADF, VDF,ILS, MLS...)

4. Inerciálna – poloha sa zisťuje na základe merania zrýchlenia pohybu, vzhľadom k svetovému priestoru za využitia druhého Newtonovho zákona.

5. Astronomická – podľa potreby sa využívajú rôzne odvetvia astronómie, prevažne však sférická astronómia. Kladom tohoto spôsobu navigácie je veľká presnosť nezávislá na vzdialenosti a dĺžke letu. Záporom je zdĺhavosť pri určovaní polohy lietadla (obvykle 8–9 minút). Používa sa prevažne v námornej doprave.

6. Navigácia pomocou umelých družíc zeme (GNSS) – využíva poznatky z astronomickej navigácie. Poloha lietadla sa určuje na základe vzájomnej polohy lietadla a umelých družíc (NUDZ), ktorých poloha voči zemskému povrchu je presne známa. V súčasnosti je najznámejším a najpoužívanším systémom americký GPS (Global Positioning System), používa sa prakticky vo všetkých moderných lietadlách.

## 2.2 Snaha o globálny systém CNS

V úvode kapitoly boli vymenované rôzne spôsoby navigácie a stručne popísaný spôsob riadenia letovej prevádzky. Ďalšia časť bude o snahe zaviesť jeden systém navigácie a riadenia letovej prevádzky. Bude vysvetlené, prečo je nutné, alebo aspoň veľmi výhodné zaviesť jeden globálny systém, podľa ktorého sa bude lietať a dá sa to do súvislosti s ADS-B.

ADS-B je systém integrujúci niekoľko subsystémov. Pre jeho pochopenie je potrebné poznať dnešné navigačné systémy, z ktorých čiastočne vychádza a spolupracuje s nimi, preto budú stručne popísané.

- a) Jedno z historicky najstarších rádionavigačných zariadení je VDF pozemný rádiový zameriavač. VDF je prostriedkom pozemných zložiek ATS a slúži k určovaniu smerov a zameriavaniu lietadiel, ktoré sú vybavené rádiovým vysielačom, pracujúcim v pásme VKV, poprípade UKV. Pri vysielaní palubnej rádiostanice sa na obrazovke VDF objaví svietiaci lúč smerujúci od stredu ku kraju indikátoru a jeho smer signalizuje hodnotu QDR. Antény systém VDF je zložený zo všesmerovej antény na príjem signálu a dvoch na seba kolmých antén typu „H“.
- b) ADF-NDB automatický rádiový zameriavač - všesmerový rádiový maják. NDB je pre ADF všesmerovým pozemným zdrojom vertikálne polarizovaného LF a MF signálu. Pokiaľ je ADF neladený na signál identifikovanej stanice NDB, je na palube indikovaný smer lietadla-NDB. ADF meria uhol zamerania k NDB. NDB-ADF slúži k navigácii pre nepresné priblíženie k letisku. ADF k zameraniu smeru k NDB využíva rámovú anténu.
- c) VOR je VKV smerový rádiomaják. Systém VOR sa skladá z pozemnej a palubnej časti. Na zemi je všesmerovo pôsobiaci rádiový maják so smerovým SVD antény vysielača, ktorý je zdrojom signálu pre všesmerový palubný prijímač VOR. Palubné zariadenie VOR meria fázový posun medzi modulačnou obálkou referenčného signálu a modulačnou obálkou signálu prijímaného v danom bode „smerového signálu“. Hodnota fázového posunu číselne zodpovedá hodnote magnetického smerníku lietadla vzhľadom k majáku. VOR sa používa pre navigáciu po trati letu, pre označenie miesta na trati

- (začiatok, koniec, stred), na vyznačenie vyčkávacieho priestoru pred pristátím a pri navigácii pri zostupe k letisku.
- d) ILS/MLS je systém pre riadenie presného priblíženia podľa prístrojov. Úlohou pre presné priblíženie na pristátie je navedenie lietadla vertikálne a horizontálne do takej blízkosti pristávacej dráhy, že pilot môže dokončiť pristátie ručne za podmienok viditeľnosti. ILS a MLS sú zložené z palubných prijímačov signálu a niekoľkých vysielačov umiestnených na letisku.
  - e) Primárne radary prijímajú a spracovávajú časť nimi vyslanej vysokofrekvenčnej energie, ktorá sa odráža od ožiarených vodivých objektov „lietadiel“. Zisťujú smer a vzdialenosť, odkiaľ prišiel signál a na základe toho určia polohu objektu. Primárny radar používa službu riadenia letovej prevádzky kvôli neprerývanému sledovaniu polohy a výšky sledovaného objektu.
  - f) SSR, teda sekundárny radar vysiela svoje signály k spolupracujúcim objektom (lietadlám). Ich prijímače (palubná jednotka „odpovedač“) na základe „otázky“ od pozemného vysielača SSR vysielať vlastné signály na inom kmitočte, ktoré pozemný sekundárny radar spracúva a následne zistí polohu a výšku lietadla, prípadne ďalšie informácie (SSR mód S). SSR využíva službu RLP na nepretržité sledovanie polohy, smeru, výšky letu atď.
  - g) AWR Airborne Weather Radar poskytuje posádke informácie o počasí a niektoré navigačné informácie. V podstate sa jedná o palubný radar nasmerovaný pred lietadlo vďaka ktorému posádka vidí počasie a terén pred sebou. Tento radar pracuje na frekvencii 9,4 GHz. Frekvencia je takto volená kvôli vlastnostiam tak krátkej vlny. Takéto vlny sa odrazia od častíc vody (v rôznych skupenstvách) nachádzajúcich sa v atmosfére, čo poskytne údaje o počasí pred lietadlom.
  - h) DME je zariadenie pre meranie diaľky. DME automaticky a spojitou meria šikmú diaľku medzi lietadlom a pozemnou časťou DME. Je súčasťou systému blízkej navigácie VOR/DME, DME/DME, býva súčasťou systému presného priblíženia ILS,MLS a umožňuje merať zmeny dĺžky, traťovú rýchlosť, dobu medzi zvolenými bodmi trate atď.
  - i) DNS, systém ktorý meria traťovú rýchlosť a uhol znosu. Veličiny meria na základe kmitočtového posunu medzi signálom priamo na vysielači a signálom odrazeným od povrchu zeme. Jedná sa o autonómny systém nezávislý na pozemných vysielačoch, ktorý využíva Dopplerov jav. „Doppler“ sa používa pre kontrolu navigačných údajov, FMS spracováva informácie z viacerých vstupov (GPS, VOR/DME, IRS,...), alebo ako záložný navigačný systém.
  - j) GNSS alebo družicové navigačné systémy (GPS, GLONASS, Galileo). Družicové navigačné systémy majú schopnosť zabezpečiť riešenie akejkoľvek navigačnej úlohy v reálnom čase. V súčasnej dobe nie je dosiahnutá integrita, aby sa GNSS mohli stať primárnymi zdrojmi navigačných informácií. Avšak po dosiahnutí tohoto cieľa sa pravdepodobne stanú jedinými navigačnými systémami. GNSS sú neodlučiteľnou súčasťou ADS-B.

- k) Inerciální navigační systém INS/IRS. Je to autonomní palubný navigační systém poskytující spojitou informaci o poloze letadla v libovolném priestore na Zemi počas celej doby letu. Ku svojej činnosti nepotrebuje žiadne informácie „z vonku“. Po spustení a nastavení počiatkových informácií pracuje úplne samostatne.

Ako je vidieť, v letectve sa používa veľké množstvo rôznych navigačných systémov. Posádky sa striedajú na rôznych lietadlách. V jednom lietadlovom parku môžu byť lietadlá s rôznou výbavou. Z týchto faktorov plynie značná nevýhoda. Je spôsobená tým, že sa posádka musí prispôbiť danému lietadlu, s ktorým práve letí. Z toho plynie väčšie pracovné vyťaženie posádky a následné zníženie bezpečnosti.

Ďalšia nevýhoda je daná závislosťou leteckých systémov na ich pozemných súčastiach. V jednej krajine môže byť rozšírené používanie VORu a v inej, menej rozvinutej sa lieta stále podľa NDB. Toto sa snaží Európska únia, ICAO a podobné organizácie riešiť formou nariadení a lehôt, do kedy musia byť krajiny vybavené daným zariadením. Finančné prostriedky štátov sú však obmedzené, takže problém pretrváva. Celkovo rôzne krajiny majú rôzne trendy využívať rôzne zariadenia. Napríklad v USA sa posádka celkom bežne stretne so systémom pre presné priblíženie MLS, v Európe je to zásadne ILS. Alebo na Slovensku sú inštalované 2 či 3 VORy v celej krajine, ale v USA sú „na každom rohu“. Afriku ani nespomenieme, tam prakticky nie sú žiadne pozemné rádionavigačné zariadenia.

Problém spôsobuje aj čím ďalej, tým obsadenejší vzdušný priestor. Technológie navrhnuté v päťdesiatych rokoch už nestačia, sotva zvládajú navigačnú presnosť RNP 5 vyžadovanú na väčšine dnešných medzinárodných letísk. A spomínaná presnosť sa bude zvyšovať. V pláne koncepcie FANS je RNP 1.

Taktiež sa zavádza RNAV, ktorý výrazne odľahčí vzdušný priestor a skráti dĺžku väčšiny letov. V podstate sa jedná o to, že dnes sa lieta po stanovených tratiach a pozdĺž nich sú rozmiestnené pozemné rádionavigačné zariadenia. Podľa koncepcie RNAV sa bude môcť lietať priamo z bodu A do bodu B. Lietadlá samozrejme musia byť na tieto trate certifikované.

Spomenuté fakty jednoznačne dokazujú, že letecká doprava stojí pred míľnikom. Systémy sa musia zjednotiť a musí sa zaviesť jednotný systém riadenia a navigácie leteckej dopravy. Zjednocovanie sa už začalo. Lietadlá majú zabudované systémy FMS a EFIS, ktoré spracúvajú údaje z výstupov radionavigačných zariadení, barometrických prístrojov, satelitných systémov a inerciálnych navigačných systémov. Vyhodnocujú údaje a zobrazujú ich na displayoch EFIS.

Ďalším krokom bude systém, ktorý bude integrovaný do spomínaných systémov (EFIS, FMS, EHSI...) a posunie ich na ďalšiu úroveň. Systém, ktorý bude schopný zabezpečiť RNP1. Systém ktorý ukáže stanovištiam ATC a posádkam polohu, trať a výšku lietadiel v priestore okolo nich priamo na palube, ktorý zobrazí aktuálne NOTAM a mnoho iných užitočných informácií. Ale hlavne bude spoľahlivo fungovať jednotne na celej Zemi.

Tento systém bude využívat a vďaka jeho zavádzaniu už aj využíva informácie zo satelitných systémov GNSS, pozemných vysielacích staníc, lietadiel, stanovísk riadenia letovej prevádzky, informácií z ostatných už jestvujúcich RNZ a radarov. Vytvorí nový komunikačný kanál, ktorým bude tieto informácie po spracovaní posielat' ich určeným užívateľom, takto utvorí rýchlejšiu a bezpečnejšiu leteckú dopravu.

Tento systém sa s veľkou pravdepodobnosťou bude volat' ADS-B...

### 2.3 Vznik ADS-B

V roku 2005 založil Federálny úrad pre letectvo FAA program pre sledovanie lietadiel a všesmerové vysielanie ich polohy. Dá sa predpokladať, že sa v budúcnosti zmení prístup k riadeniu letovej prevádzky, ktorá je dnes závislá na radarovej technike. V budúcnosti sa bude sledovanie leteckej prevádzky uskutočňovat' za pomoci GNSS. Práve ADS-B tento systém využíva. Systém ADS-B bol vyvinutý, aby pomohol modernizovat' riadenie letovej prevádzky. Je to základná technológia pre zlepšenie programu NextGen a SESAR. Tieto programy vznikli, aby riadenie letovej prevádzky dokázalo odbavit' čo najväčší počet lietadiel a zvýšili bezpečnosť a prehľadnosť leteckej prevádzky. Nahradzujú radarové systémy satelitnými. Ďalším dôvodom vývoja ADS-B bolo nákladné alebo nemožné pokrytie odľahlých, alebo členitých oblastí ako Hudsonov záliv, Austrália, či Aljaška.

Systém ADS-B umožňuje radiacim letovej prevádzky vidieť prevádzku s väčšou presnosťou. Pilotom umožňuje vidieť okolitú prevádzku rovnakú, ako ju vidia radiaci letovej prevádzky, vďaka tomu si piloti môžu držat' rozostupy sami, čím sa odľahčí aj komunikačný kanál. Prevádzka sa urýchľuje, rozostupy sa znižujú, čakacie časy sa skracujú a náklady sa znižujú.

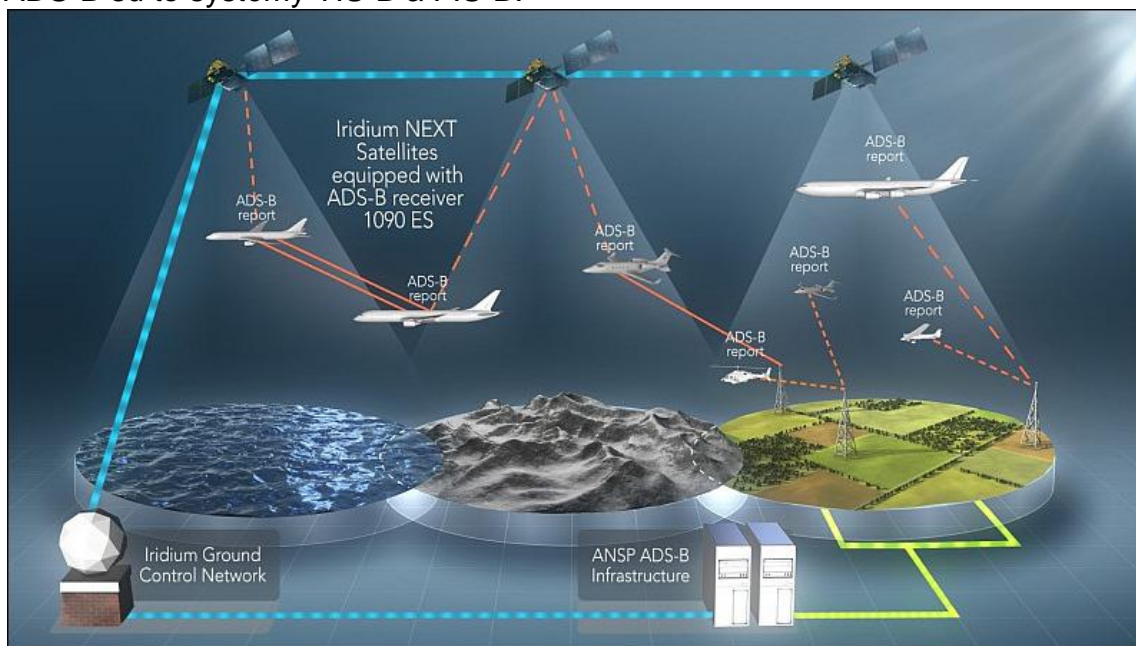
ADS-B pracuje na rozdiel od konvenčného radaru aj na zemskom povrchu a v malých výškach, preto sa tento systém dá využit' aj pri monitorovaní prevádzky na pozemných, vzletových a pristávacích dráhach. Jeho využitie je možné aj na miestach bez radarového pokrytia, (hory či miesta vzdialené od frekventovaných lietadlových ciest).

ADS-B v kombinácii so systémom TIS-B a FIS-B dokáže sprístupniť pilotovi informácie o počasí, NOTAM informácie z radaru RLP, mapy terénu a pod.

### 2.4 Popis systému ADS-B

Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B) je technika poskytujúca informácie RLP a lietadlám navzájom. V prvom rade využíva globálny navigačný satelitný systém k určeniu svojej vlastnej polohy. Následne ju spolu s ďalšími relevantnými údajmi posiela periodicky do priestoru, kde ju môžu prijímat' pozemné stanice, alebo iné dopravné prostriedky vybavené kompatibilným zariadením ADS-B. ADS-B je systém spájajúci niekoľko rôznych technológií. Ako dátový kanál využíva technológiu módu S (Extended squitter, 1090 ES), VHF data link (VDL Mode 4), alebo Universal Access Transceivers (UAT). V EÚ je najrozšírenejší dátový prenos cez mód S. Svoju polohu na palube lietadla ADS-B určuje pomocou GNSS, poprípade z iných zdrojov. Naopak RLP prostredníctvom dátového kanálu posiela lietadlám informácie o

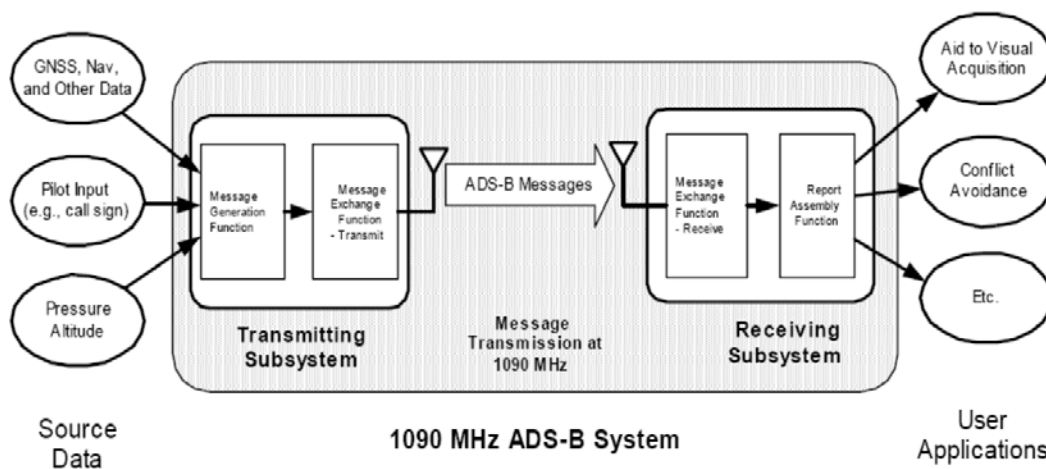
ich polohu zo svojich zdrojov (PSR, SSR...) pomocou podsystemov ADS-B sú to systémy TIS-B a FIS-B.



Obrázok 3 Systém ADS-B [10]

ADS-B poskytuje veľmi presnú informáciu a dostatočne často ju aktualizuje, tým vylepšuje využitie vzdušného priestoru, redukuje obmedzenia prevádzky z dôvodu zlej viditeľnosti, zlepšuje sledovanie lietadiel na letových hladinách a pod. Pokiaľ je ADS-B na palube v prevádzke, vysiela stavový vektor bez ohľadu na to, či ho niekto prijíma, neočakáva potvrdenie ani odpoveď.

ADS-B je automatický „Automatic“ systém v zmysle, že pokiaľ je v prevádzke nepotrebuje kontrolu pilotom ani iným systémom. Závislý „Dependent“ v tom význame, že potrebuje informácie z navigačného systému napr. GPS. Sedovací „Surveillance“ sa používa preto, že poskytuje informácie o letovej prevádzke ako radar. Broadcast naznačuje všesmerovosť šírenia signálu a fakt, že tento signál môže ktokoľvek prijať a dekodovať.



Obrázok 4 Schéma ADS-B systému v smere lietadlo-zem [8]

Na obrázku 4 je schematicky ukázané spracovávanie a vysielanie dát ADS-B systémov. Do vysielajúceho subsystému v lietadle vstupujú informácie z GNSS, barometrická výška z palubného počítača, prípadne správa od pilota. Tu sú informácie spracované a vyslané vo forme ADS-B správ. Tieto správy sú prijaté prijímacím subsystémom, dekódované a sú z nich poskladané „reporty“ ktoré vstupujú do ďalších aplikácií ATC, alebo palubných jednotiek.

## 2.5 ADS-B definícia

ADS-B je schopnosť lietadla či iného pozemného prostriedku vysielat' cez digitálny dátový kanál, svoj stavový vektor, výšku, identifikáciu a iné dôležité údaje do okolitého priestoru.

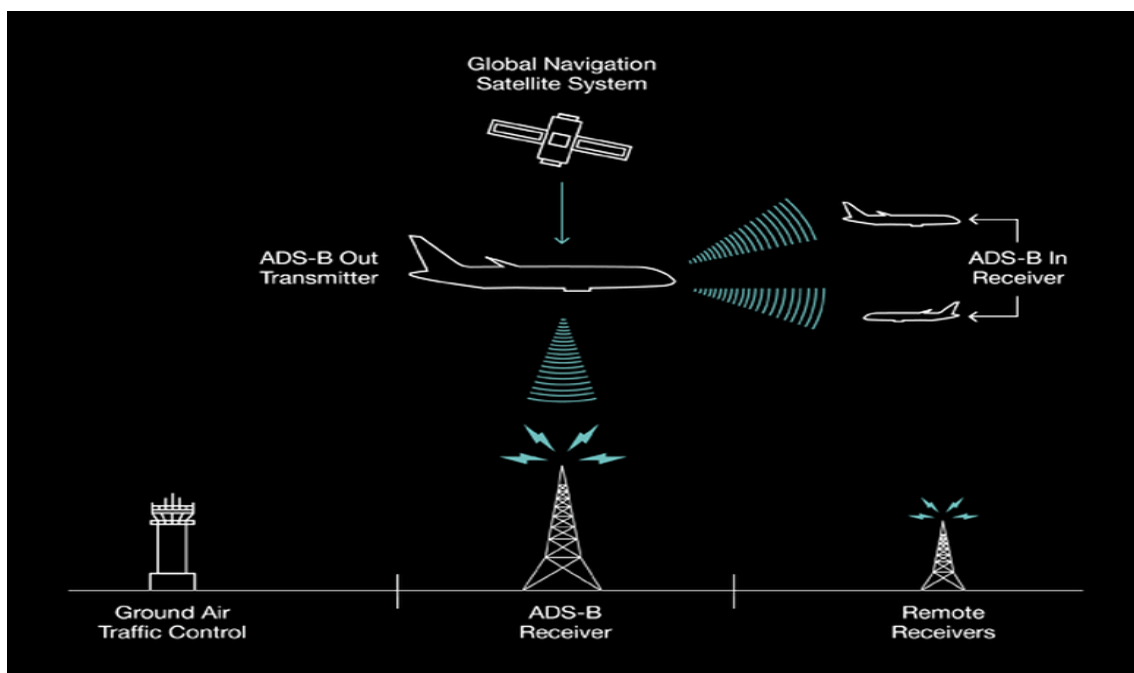
Skladá sa z troch súčastí:

- GPS
- Pozemné rádiostanice
- ADS-B avionika zastavaná na palube lietadla

ADS-B sa delí na dve podčasti:

- ADS-B OUT odchádzajúce rozhlasové vysielanie
- ADS-B IN prichádzajúce rozhlasové vysielanie

**ADS-B OUT** odchádzajúce rozhlasové vysielanie automatického závislého prehľadu. (Automatic Dependent Surveillance Broadcast–Out) je funkcia lietadla, či mobilného prostriedku pravidelne rozhlasovo vysielat' svoj stavový vektor (polohu a rýchlosť) a ďalšie informácie získané z palubných systémov vo formáte vhodnom pre prijímač ADS-B IN, situácia je znázornená na obrázku 5.

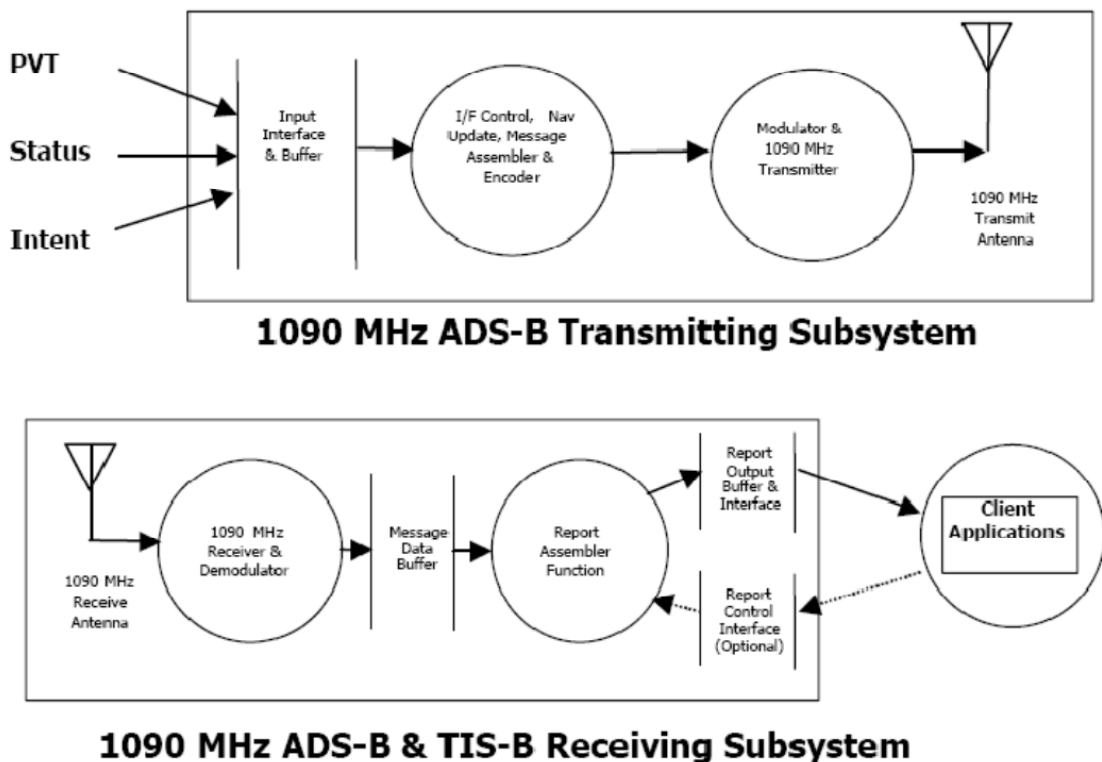


Obrázok 5 ADS-B OUT [1]



**ADS-B IN** prichádzajúce rozhlasové vysielanie automatického závislého prehľadu (Automatic Dependent Surveillance Broadcast-IN) je funkcia, ktorá prijíma prehľadové informácie z ADS-B OUT dátových zdrojov.

Na obrázku 6 je zobrazená detailná schéma vysielacieho ADS-B zariadenia (ADS-B OUT) a dole kombinovaného ADS-B a TIS-B (ADS-B IN) zariadenia. U vysielacieho subsystému máme na vstupe PVT „Position, Velocity, Time“, Status „Stav lietadla“, Intent „ciel“. Tieto informácie vstupujú skrz rozhranie do vyrovnávacej pamäti. Následne prechádzajú kontrolou vstupu, aby z nich mohli byť zostavené a zakódované správy, ktoré sú modulované na frekvenciu 1090 MHz a cez anténu poslané do priestoru. U prijímacieho subsystému sú informácie prijaté na anténe demodulované, poslané do buferu, poskladané do reportov a predané do klientskej aplikácie.



Obrázok 6 Subsystém ADS-B OUT a Subsystém ADS-B IN [8]

## 2.6 Rozdelenie priestoru ADS-B

ADS-B sa delí podľa priestoru, v ktorom sa využíva na:

- ADS-B APP-systém ADS-B na zemi
- ADS-B NRA- systém ADS-B v oblasti nekrytej konvenčnými radarmi
- ADS-B RAD-oblasť pokrytá konvenčnými radarmi

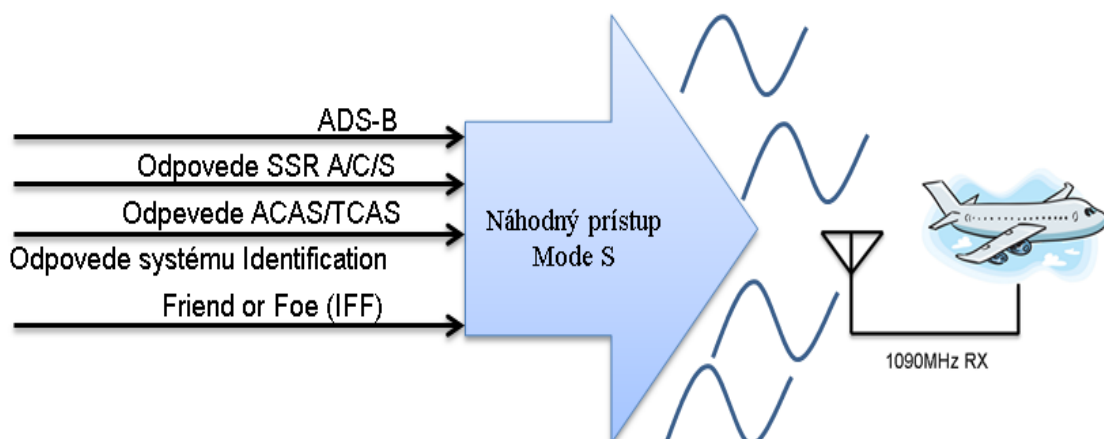
## 2.7 Dátové kanály ADS-B

V súčasnej dobe sa používajú tri dátové kanály ADS-B:

- 1090 MHz Mode S Extended Squitter
- Universal Access Transceiver (UAT)
- Very High Frequency Digital Link Mode 4 (VDL Mode 4)

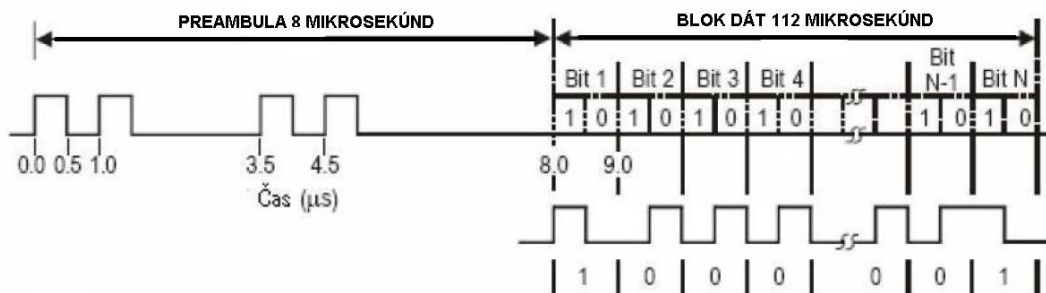
### 1090 MHz Mode S Extended Squitter

Systémy ktoré požívajú extended squitter sú patentované Lincolnovými laboratóriami Massachusetts Institute of Technology. Avšak tieto laboratóriá v roku 1996 publikovali zámer neuplatňovať autorské práva k patentu k ľubovoľnej osobe, ktorá by túto technológiu využila v komerčnej, či nekomerčnej sfére. Tvorcovia tejto technológie chceli aj týmto spôsobom prispieť k jej čo najširšiemu využitiu. ICAO definovalo celkom 25 formátov pre dotazy a 25 formátov pre odpovede módu S, pričom rada z nich sa nepoužíva, alebo nie je bližšie určená. V závislosti na budúcom určení môžu mať krátky 56 bitový, alebo dlhý, 112 bitový formát. Extended Squitter je dlhý formát odpovede s poradovým číslom 17. Od ostatných formátov sa líši tým, že vysiela spontánne. Jeho vysielenie nie je vybudené žiadnym dotazom. Odpoveď módu S sa vždy skladá z preambule a bloku informácií, pričom preambula je sled štyroch impulzov a blok informácií je dvojková polohová impulzná modulácia. Nosný kmitočet Extended Squitteru pracuje na frekvencii  $1090 \text{ MHz} \pm 1 \text{ MHz}$  a nominálna polarizácia vysielenia odpovedí vertikálna rovnako ako odpovede sekundárnych radarov v módoch A/C/S, vojenské módy a vysielenia palubných protizrážkových systémov TCAS. Prístup na dátový spoj je náhodný nie je nutná synchronizácia, či časový multiplex. Prenosová rýchlosť je 1 Mb/s. Spoj Extended Squitter je na rozdiel od pôvodného Squitteru rozšírený z 56 bitov na 112 bitov.



Obrázok 7 Schéma 1090 MHz Mode S Extended Squitter

Blok dát odpovede začína 8 mikrosekúnd po prednej hrane prvého vyslaného impulzu a každé vysielanie ES má 112 intervalov (bitov) dlhých 1 mikrosekundu. Impulzy trvajúce pól mikrosekundy sa vysielajú v prvej, alebo v druhej polovici každého intervalu. Z obrázku 8 je zrejmé, že jedno vysielanie ES aj s preambulou trvá stodvadsať mikrosekúnd. Pokiaľ je impulz vyslaný v prvej polovici intervalu, má význam binárnej jednotky, pokiaľ je vyslaný v druhej polovici intervalu, znamená binárnu nulu.



Obrázok 8 Vlnová charakteristika

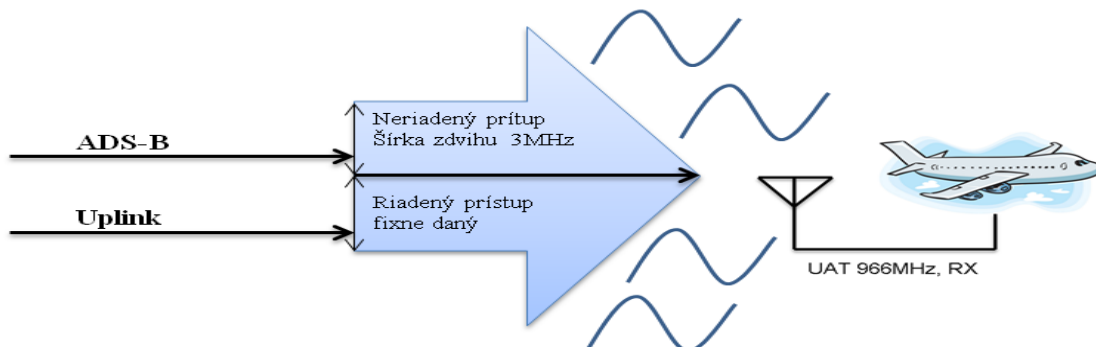
### Universal Access Transceiver (UAT)

Technológia UAT bola navrhnutá pre podporu systému ADS-B. Prístup na dátový kanál je vyriešený pomocou časového multiplexu pracujúceho s časovým rámcom dlhým 1 sekundu, ktorý je rozdelený na 2 časti.

- Prenos informácií z pozemných staníc na paluby lietadiel trvá 188 ms, skladá sa z 32 slotov.
- Segment ADS-B ponúka 3200 možností zahájenia správy (Message Start Opportunities, MSO).

Takéto riadenie prístupu k dátovému spoju sa nazýva hybridné. Prvá časť správy je časovo synchronizovaná, aby sa zamedzilo prekryvaniu vysielania medzi jednotlivými pozemnými stanicami. Druhá časť segmentu ADS-B má prístup náhodný na základe jedného z typov MSO.

UAT bol testovaný na frekvencii 966 MHz s vlnovým rozsahom 3 MHz, prenosová rýchlosť bola navrhnutá na 1 Mb/s.



Obrázok 9 Schéma Universal Access Transceiver (UAT)

## VHF Digital Link Mode 4

VKV číslicový spoj je pohyblivá podsieť leteckej telekomunikačnej služby, pracujúcej vo VKV kmitočtovom pásme, určenom pre leteckú pohyblivú službu. VDL môže taktiež zaistiť funkcie nesúvisiace s ATN, ako napríklad digitalizáciu hlasu.

Mód 4 je potom iba dátový spoj VDL používajúci moduláciu s kľúčovaným kmitočtovým posuvom, gaussovým filtrovaním a samoorganizujúci viacnásobný prístup s časovým delením.

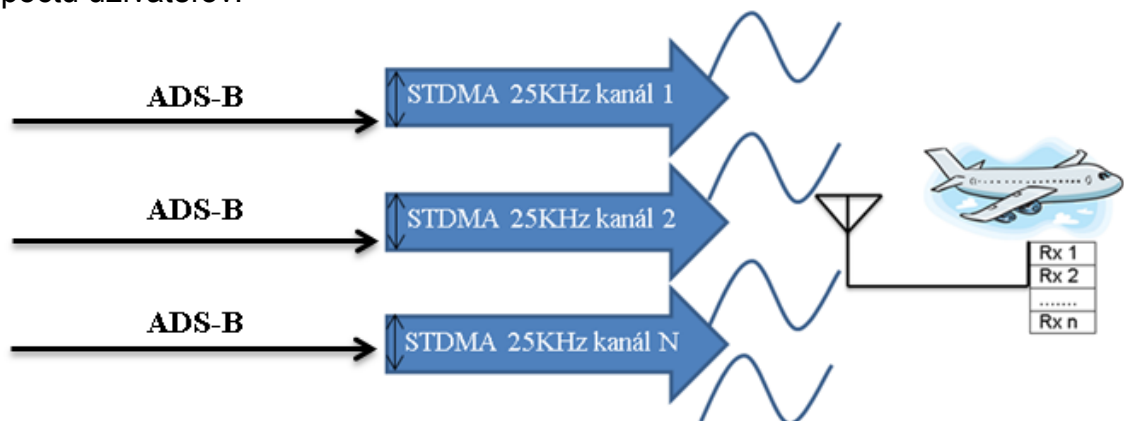
Toto riešenie umožňuje aplikácie pre sledovanie a široké komunikačné služby, vrátane módu broadcast, point to point komunikácie aj komunikáciu zem-vzduch, vzduch-zem.

VDL Mode 4 pracuje na dvoch kanáloch s rozstupom 25 KHz, ktoré sa nazývajú Global Signalling Channels a prípadne na ďalších 5 kanáloch, ktoré sa používajú v oblastiach s vyššou hustotou prevádzky.

Prístup na tento digitálny kanál je riešený metódou časového multiplexu, STDMA (Self Organizing Time Division Multiple Access). STDMA organizuje prístup k jednotlivým slotom, tak že každá stanica je zodpovedná za výber a rezerváciu časového slotu, v ktorom chce vyslať. Jednotlivé časové sloty sú synchronizované pomocou času získavaného z prijímača GNSS. Vďaka spoločnému času jednotlivých staníc tohoto systému môže prebiehať ich vzájomná komunikácia bez nutnosti prítomnosti centrálnej riadiacej stanice.

Prenosová rýchlosť VDL Mode 4 je 19,2 kb/s. Z dôvodu synchronizácie so systémom GPS, rozdeľuje STDMA algoritmus prístup do VKV pásma na 4500 časových slotov za minútu a využíva mobilné terminály. Tie sú schopné rezervovať daný časový slot priebežne po každom vysielaní a nepotrebujú systém centrálnej rezervácie.

Výhodou tohto dátového spoja je prenos krátkych správ od veľkého počtu užívateľov.



Obrázok 10 VHF Digital Link Mode 4

### 2.8 Ktorý dátový kanál?

Už vieme, že existujú tri dátové kanály využívané systémom ADS-B. Otázkou však zostáva, ktorý použiť v globálnom merítku. V nasledujúcich riadkoch sa na základe znalostí a dostupných informácií určí, ktorý bude najvýhodnejšie využívať.

-VHF Digital Link Mode 4 bol vyvinutý na konci osemdesiatych rokov pod vedením švédskych CAA. Ide o digitálny spoj na veľmi krátkych vlnách. Táto

technológia poskytuje okrem sledovacích aplikácií aj možnosti komunikačných služieb, vrátane módu rozhlasového vysielania. Ako už bolo spomenuté, táto technológia sa hodí na prenos krátkych správ od veľkého počtu užívateľov. Systém VDL mode 4 podporuje súbežnú prevádzku komunikačných a sledovacích aplikácií. Toto spôsobuje najväčšiu nevýhodu tohoto systému. Každá z týchto oblastí má odlišné špecifiká a výkonnostné požiadavky, ktoré sa nie vždy zlučujú. Navyše spojenie viac funkcií do jedného zariadenia zvyšuje pravdepodobnosť straty viacerých funkcií lietadla naraz. Teda v prípade poruchy palubného či pozemného zariadenia je zvýšené riziko výpadku viacerých funkcií, navigačných, komunikačných či sledovacích.

Ďalšia nejednoduchá otázka ohľadom VDL mode 4 je pridelenie frekvenčného spektra. ITU-R sa stará o pridelenie rádiových kmitočtov a doteraz nepridelila žiadny celosvetovo zjednotený kmitočtový kanál VDL mode 4, keďže ide o veľmi zaťažené pásmo.

Iný problém spočíva v overovaní funkcií systému úradmi. Je totiž veľmi ťažké overiť systém a zároveň zaručiť, že nebude ovplyvňovať iné systémy z rovnakého spektra.

Tento systém testovali aj firmy Boeing a Airbus a výsledky ukázali, že došlo k neprijateľnej interferencii medzi ostatnými rádioprijímačmi na palube. Obe firmy sa vyjadrili, že budú podporovať kanál 1090 MHz ES a v prípade potreby ďalšieho kanálu UAT.

Na druhej strane tento systém vykazuje výborné výsledky pri sledovaní veľkého počtu cieľov na letiskových plochách a je možné aj jeho využitie pri prevádzke lietadiel GA, ktoré nemajú iné dátové spoje. Dosah tohto spoja sa pohybuje okolo 70 NM

UAT je najmladšou technológiou, ktorá bola navrhnutá koncom 90. rokov v rámci projektu Independent Research and Development firmou Mitre Corporation. Technológia UAT bola navrhnutá špeciálne pre podporu ADS-B.

Experimentálna prevádzka bola testovaná na frekvencii 966 MHz, ale napríklad pri projekte Capstone na Aljaške sa systém demonštroval na frekvencii 981 MHz. U UAT robí pridelenie frekvencie taktiež veľký problém. UAT sa testovalo v troch rôznych pásmach:

-VKV pásmo 108-118 MHz, avšak toto pásmo je natoľko vyťažené, že ďalšie použitie je prakticky nemožné.

-L pásmo 960-1215 MHz, javí sa ako najvhodnejšia varianta, preto sa skúšobná prevádzka testovala v tomto pásme.

-C pásmo 5000-5250 MHz, u tohto pásma sa javil neúmerne veľký útlm prenosu.

Keďže UAT je jedinou technológiou navrhnutou špeciálne pre ADS-B, má určité výhody oproti ostatným. Zo všetkých troch technológií má najväčší dosah a to

125 NM. V porovnávačej analýze ICAO získal 1. miesto čo sa týka výkonnosti systému v budúcom vysoko zaťaženom vzdušnom priestore. I keď táto technológia nepracuje vo VKV pásme, je tu značný problém s pridelením frekvencie a navyiac lietadlá treba vybaviť novou avionikou.

-1090 MHz ES. je hojne využívaná v leteckej sfére. Pracujú s ňou sekundárne radary, protizrážkové systémy ACAS a TCAS, technológia IFF a rovnako aj multilateračné systémy WAM. Toto tvorí jeho najväčšiu výhodu. Totižto nie je potreba dovybavovať lietadlá ďalším dátovým kanálom a rovnako existuje aj pozemná infraštruktúra, keďže horeuvedené systémy sa hojne využívajú v procese riadenia letovej prevádzky a procese zvyšovania bezpečnosti letov. Vlastnosti tejto technológie sú odskúšané, keďže sa relatívne dlho používa. Odpadá aj značný problém pridelenia frekvencie, pretože ADS-B pracujúce s dátovým kanálom 1090 MHz ES sa o tento kanál delí s ostatnými spomenutými technológiami, ktorým je tento kanál samozrejme už pridelený.

Medzi nevýhody spoja patrí značné vyťaženie kanálu, keďže sa oň delí relatívne veľa technológií a najmenší dosah spomedzi spomínaných troch dátových kanálov. Jeho dosah je 40-50 NM.

V nasledujúcej časti kapitoly je tabuľka, kde sú ohodnotené systémy v určených kritériách od jedna do tri. Čím nižšie je číslo, tým lepšiu známku predstavuje.

Kritérium	VDL MODE 4	UAT	1090 ES
Pridelenie frekvencie	3	2	1
Dosah	2	1	3
Spoľahlivosť	3	2	1
Počiatkové investície	2	3	1
Preferovanosť výrobcov	3	2	1
Preferovanosť vládnych a nevládnych org.	3	2	1
Vhodnosť pre sys. ADS-B	3	1	2
Existujúce pokrytie daným systémom	2	3	1
Skúsenosti so systémom	2	3	1
<b>CELKOM</b>	23	19	12

Tabuľka 1 Hodnotenie systémov

Z tabuľky je zrejmé, že v dnešnej dobe sa pre jednotné užívanie systému ADS-B najviac hodí dátový kanál 1090 MHz ES.

## 2.9 ADS-R

ADS-R (Automatic Dependent Surveillance Rebroadcast) preposiela informácie získané zo systému ADS-B inému systému ADS-B, ktorý využíva odlišnú dátovú linku. Vďaka tomuto systému môžu spolupracovať všetky systémy v priestore, aj keď využívajú iný dátový kanál.

## 2.10 FIS-B, TIS-B

FIS-B Letová informačná služba (Flight Information Service-Broadcasting) je to služba poskytovaná za účelom podávania rád a informácií k bezpečnému a účinnému prevádzaniu letov.

TIS-B služba informácií o prevádzke (Traffic Information Service-Broadcasting) sa podobne ako ADS-B delí na dva podsystémy:

- TIS-B OUT- odchádzajúce rozhlasové vysielanie služby informácií a o prevádzke. Je to pozemná funkcia, ktorá pravidelne rozhlasovo vysiela prehľadové informácie získané z pozemných snímačov vo formáte správ, ktorý je vhodný pre prijímače so schopnosťou TIS-B IN.
- TIS-B IN- prichádzajúce rozhlasové vysielanie služby informácií o prevádzke. Je to prehľadová funkcia, ktorá prijíma a spracováva prehľadové dáta z dátových zdrojov TIS-B OUT.

## 2.11 Palubné súčasti systému ADS-B

-Zdroj dát

-ADS-B vysielateľ

-ADS-B prijímač

-ADS-B zobrazovač

Lietadlo zapojené do systému ADS-B musí minimálne vysielať informácie o svojej polohe, bez toho, aby bolo o svoju polohu požadované napríklad formou TCAS dotazu. K tomuto je potrebný zdroj dát a ADS-B vysielateľ. Pre plné využitie musí byť lietadlo vybavené všetkými komponentmi.

ADS-B zdroj dát

Minimálne je potrebné mať adekvátny zdroj dát o polohe lietadla, ktoré budú vyslané. Najčastejšie sa používa jestvujúci navigačný systém. Je vhodný systém GNSS, či iný zdroj s odpovedajúcou integritou, alebo samostatná jednotka GNSS, ktorá býva súčasťou ADS-B.

ADS-B vysielateľ

Vysielateľ správ je napojený na zdroj informácií. Pri móde S sa využíva jestvujúci odpovedač, ktorý stačí upraviť na mód S Extended Squitter z pôvodného vysielania S Short Squitter. V prípade, že lietadlo nie je vybavené odpovedačom ATC, musí sa inštalovať alternatívny odpovedač určený priamo pre mód S ES. V prípade využitia dátových kanálov VHF Digital Link Mode a Universal Access Transceiver (UAT) sa montuje vysielateľ príslušný týmto

kanálom. Nebudeme sa však podrobne zaoberať týmito dátovými kanálmi, pretože v EÚ sa počíta s kanálom S ES.

#### ADS-B prijímač

Všetky lietadlá vybavené systémom ACAS/TCAS sú vybavené prijímačom 1090MHz. Tieto prijímače môžu prijímať aj vysielanie Extended Squitter. Lietadlá bez systému ACAS/TCAS musia byť dovybavené príslušným prijímačom Extended Squitter.

#### ADS-B zobrazovač

Základnou úlohou zobrazovača je informovať pilota o prítomnosti a presnej polohe okolitej prevádzky.

Každý zobrazovač musí na obrazovke informovať pilota:

- 1- Symbolicky rozlíšiť prevádzku s relatívnou dôležitosťou.
- 2- Ukázať kurz.
- 3- Relatívnu výšku (iba u lietadiel hlásiacich nadmorskú výšku), nad alebo pod vlastným lietadlom (znamienka +/-), numerická hodnota.
- 4- Zvislý trend (iba u lietadiel hlásiacich nadmorskú výšku).
- 5- Zvolený dosah-voliteľný posádkou.

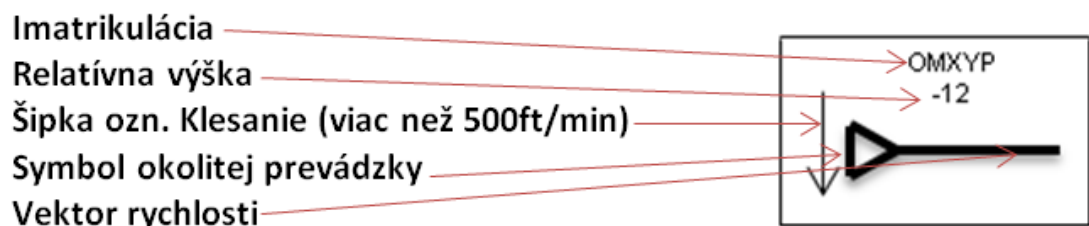
Obrazovka musí zobrazovať aspoň 3 lietadlá a zároveň všetky, ktoré sú vo vzdialenosti menšej ako 5 NM. Pokiaľ prevádzka presahuje možnosti displeja, musia byť lietadlá mazané v nasledujúcom poradí:

- 1- Prevádzka v najväčšej vzdialenosti
- 2- Nežiaduca prevádzka TA s najvyšším časom do najbližšieho priblíženia a času do spoločnej nadmorskej výšky.

Keď je v okolí lietadlo, ktorého informácie by mali byť zobrazené, avšak je vo vzdialenosti väčšej ako je maximálny rozsah zobrazenia, musí byť na okraji obrazovky v príslušnom kurze zobrazená aspoň štvrtina symbolu informácie o prevádzke.

Symbol na zobrazenie okolitej prevádzky je na obrázku 11. Je tvorený veľkou šípkou. Smer šípky ukazuje smer kurzu lietadla. Je doplnený úsečkou zobrazujúcou vektor rýchlosti. Symbol označujúci okolitú prevádzku nesmie byť menší ako 0.2 palca, musí byť doplnený dátovým poľom a šípkou označujúcou zmenu výšky.

Symbol pre zobrazenie okolitej prevádzky:



Obrázok 11 Symbol lietadla



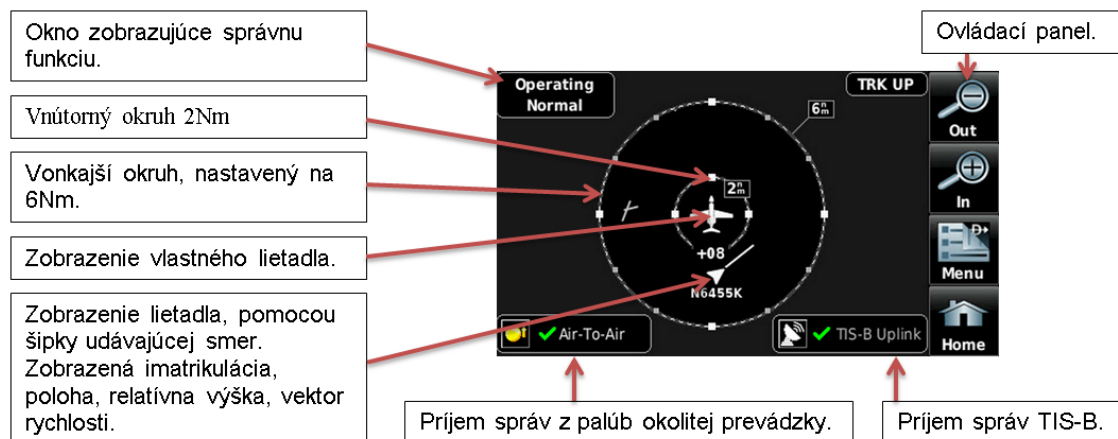
Pokiaľ sa nedá určiť relatívny kurz lietadla, musí byť pod symbolom vlastného lietadla zobrazená informácia o okolitej prevádzke v tabuľkovej forme. Obrazovka ADS-B musí zobraziť aspoň dva takéto druhy prevádzky. Ako príklad je uvedená tabuľka 2.

Kód	Význam
TA 2 -0,5	Prevádzka TA vo vzdialenosti 2 NM o 500ft nižšie odo mňa.
TA 6,3	Prevádzka TA vo vzdialenosti 6,3 NM bez informácia o výške.

Tabuľka 2 Informácia o okolitej prevádzke

V prostriedku obrazovky je symbol vlastného lietadla. Väčšinou je vyobrazený symbolom lietadla, alebo trojuholníkom, musí sa však odlišovať od symbolov okolitej prevádzky. Vlastné lietadlo je vždy orientované do pozície na „dvanástich hodinách“. Zobrazené krúžky musia mať značky na každej z 12 polôh hodín. Nesmú však pohlcovať obrazovku.

Obrazovka ADS-B môže byť vybavená ďalšími funkciami ako voľba rozsahu pokrytého územia „ZOOM“, alebo možnosť voľby individuálnych cieľov v prevádzke, kde je možnosť zobraziť si podrobné informácie o vybranom ciele. Na obrázku 12 je popísaný jeden z dnešných palubných zobrazovačov informácie ADS-B.



Obrázok 12 ADS-B zobrazovač

Ďalšou funkciou systému ADS-B je zobrazenie TIS-B objektov. Teda lietadiel, ktoré nie sú vybavené systémom ADS-B, ale sú určené napríklad radarom. Lietadlá, ktorých presnosť v určení polohy nie je na požadovanej úrovni, bývajú zobrazené formou podobnej projektilu. Takto sú vyobrazené lietadlá z TIS-B, alebo lietadlá, ktorých presnosť polohy zo systému GPS je znížená.

Pozemné ciele vybavené ADS-B sú vyobrazené ako štvorce žltohnedej farby.

## 2.12 ADS-B a WAM

Ako ďalší zdroj prehľadovej informácie o leteckej prevádzke slúži systém WAM. Presne povedané sa jedná o multilateračný systém, teda hyperbolickú metódu určenia polohy na základe merania časového rozdielu medzi príjmom signálu vyslaného od daného cieľa ku trom a viac pozemným staniciam. Multilaterácia využíva vysielanie sekundárneho radaru, ale pracuje s ním úplne inak. Preto kombinácia SSR a MLAT znižuje riziko nedostatkov oboch technológií. MLAT určuje polohu cieľa pomocou 3 resp. 4 pozemných staníc, musí byť zabezpečená priama viditeľnosť na stanice, ktoré musia prijať tú istú odpoveď palubného odpovedača SSR. Skutočnú polohu určia v priesečníku hyperboloidov, ktoré sa spočítajú pomocou rozdielu časov príjmu danej odpovede na jednotlivých pozemných staniciach.

Tieto pozemné stanice systému WAM sú schopné prijímať odpovede v móde A/C/S, vrátane správ ADS-B cez dátový kanál 1090 MHz ES. Práve preto je pre túto prácu systém WAM veľmi podstatný.

Systém ADS-B potrebuje na rozdiel od systému WAM vidieť iba jednu stanicu naraz, toto zabezpečí perfektné pokrytie územia systémom ADS-B pokiaľ je inštalovaný multilateračný systém na danom území. Práve preto sa s obľubou kombinujú MLAT systémy so systémami ADS-B. Infraštruktúra a stav zavedenia budú podrobne opísané v ďalších kapitolách.

## 2.13 Výhody systému ADS-B

- Sledovanie letov vo vzdialených, či nehostinných oblastiach, ktoré nie sú pokryté radarmi (oblasť NRA).
- Ľahšie predvídanie času priletu.
- Vyšší informačný obsah než u sekundárnych radarov.
- Menší rozstup kmitočtových kanálov.
- Spoľahlivé a presné informácie o prevádzke v reálnom čase, pilotom aj riadiacim.
- Podpora alebo náhrada jednej vrstvy radarového pokrytia v priestoroch RAD.
- Sledovanie okolitej prevádzky za letu.
- Nárast kapacity vzdušného priestoru a zvýšenie efektivity prevádzky vďaka zmenšeniu vertikálnych a horizontálnych rozstupov vo všetkých triedach vzdušného priestoru.
- Lepšie plánovanie priletov a odletov.
- Možnosť rýchleho a lacného zavedenia.
- Energeticky menej náročné ako PSR a SSR.

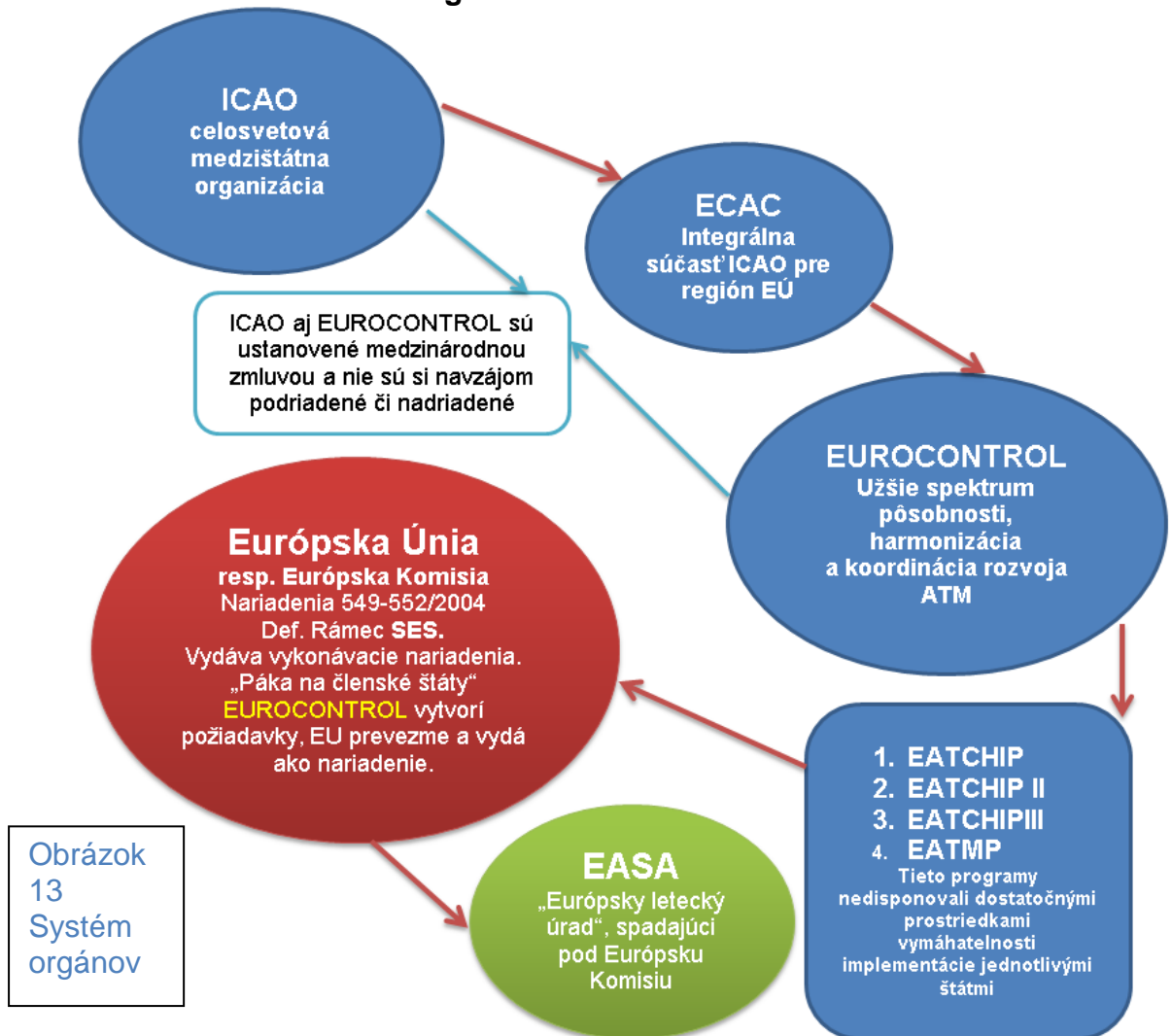
- Detekcia kolízií a ich riešenie až do vzdialenosti 100 NM.
- Poskytovanie informácií nielen o polohe, ale aj o smere, rýchlosti a výške letu.
- Okamžité zobrazenie o zmene v pohyboch lietadiel v okolí.
- Využitie na pojazdových dráhach, nepretržité a presnejšie údaje a menej nákladné ako letiskový prehľadový radar.
- Jeden z pilierov zavedenia koncepcie Free Flight vo vyšších nadmorských výškach.
- Úspora paliva vďaka efektívnejšej prevádzke.
- Najväčšia výhoda je poskytovanie rovnakých informácií o prevádzke pilotom aj riadiacim v reálnom čase.

#### **2.14 Nevýhody systému ADS-B**

- Mladý systém neoverený praxou.
- Náklady pri zavedení.
- Prestoje lietadiel pri inštalácii systému.
- Nemožnosť overiť správnu funkciu systému pri miestach pokrytými iba ADS-B.
- Neschopnosť systému overiť svoju správnosť fungovania, hlavne pri určovaní polohy.
- Pomerne jednoduchý útok na systém (falošné ciele).

### 3 Podmienky a požiadavky na implementáciu ADS-B v rámci EÚ

#### 3.1 Základná štruktúra orgánov



Pre opísanie a plné pochopenie požiadaviek a podmienok pre zavedenie systému ADS-B je potrebné poznať legislatívu a „cestu“, ktorá viedla k jeho potrebe a zavedeniu. V nasledujúcich riadkoch bude opísaná, postupne až ku kľúčovému nariadeniu, ktoré sa týka systému ADS-B.

Organizácia ICAO (International Civil Aviation Organization), čo je celosvetová medzištátna organizácia, ustanovená Chicágskou zmluvou v roku 1947. Z právneho hľadiska je táto zmluva medzinárodnou zmluvou, takže štáty, ktoré ju podpísali, sú povinné sa touto dohodou riadiť a navyše z hľadiska medzinárodného práva, je takáto zmluva nadradená národným zákonom. Z tejto dohody primárne vyplýva povinnosť implementovať spoločné pravidlá definované v ICAO Annexoch, ktoré sú aj u nás, teda v Českej republike, implementované prostredníctvom predpisov rady L.

Vzhľadom k tomu, že ICAO je celosvetová organizácia, pomerne rýchlo vznikla potreba užšej spolupráce a koordinácie rozvoja civilného letectva v jednotlivých

regiónoch. Na základe tejto potreby vznikla organizácia ECAC (European Civil Aviation Conference), ktorá je integrálnou súčasťou organizácie ICAO, jej hlavnou úlohou je koordinácia a podpora harmonizovaného rozvoja civilného letectva. Ako ICAO, tak ECAC sa zo svojej pozície zaoberajú civilným letectvom ako celkom. S rozvojom leteckého priemyslu a technológií vznikla potreba detailnejšej koordinácie rozvoja jednotlivých leteckých odvetví. Tu vzniká ďalšia organizácia, ktorá sa venuje iba harmonizácii a koordinácii rozvoja ATM (teda podnikov ako je ŘLP ČR, s.p.) a tou je EUROCONTROL. Tu to už začína byť zaujímavé, pretože hierarchicky sú organizácie ICAO aj EUROCONTROL obe ustanovené medzinárodnou zmluvou a vlastne nie sú si navzájom nijak podriadené či nadriadené. Každopádne z logiky veci vyplýva, že členské štáty EUROCONTROLU, sú aj členmi ICAO, takže by pravidlá ICAO mal dodržiavať aj EUROCONTROL, nie vždy to tak bohužiaľ funguje a potom vznikajú rôzne spory, ktoré však nie sú témou tejto práce.

Vnútri v EUROCONTROLE vznikol program EATCHIP (European ATC Harmonization and Implementation Programme). Tento program stanovil kľúčové oblasti a prvky, ktoré mali členské štáty do určitého dátumu splniť. Následne vznikali EATCHIP II, EATCHIP III a okolo roku 2000 sa tento program pretransformoval na EATMP (European ATM Programme). Problémom týchto orgánov bolo, že sa z nich plnilo len dačo a dakde. Naviac EUROCONTROL nedisponuje dostatočnými prostriedkami vymáhateľnosti implementácie jednotlivými štátmi. Tieto programy boli kvôli tomu úspešné len čiastočne.

Do tohto systému orgánov teda vstúpil ďalší hráč a to Európska únia, ktorá veľmi zjednodušene povedané, páky vymáhateľnosti má, aspoň na svoje členské štáty. EÚ teda prijíma v roku 2004 kľúčové Nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 549-552/2004, ktorými definuje rámec Single European Sky a dáva právomoci Európskej komisii vydávať vykonávacie nariadenia ako napríklad pre túto prácu kľúčové nariadenie 1207/2011, ktoré z právneho hľadiska sú v členských štátoch priamo platné, nadradené národnej legislatíve a súdne vymáhateľné. Predstava opýtaných kompetentných ľudí je, že čo sa na úrovni EUROCONTROLU dohodne, to EÚ prevezme a pre svoje členské štáty vydá ako záväzné nariadenie, tým že EUROCONTROL bude fungovať ako expertná organizácia pre Európsku komisiu.

Na záver vstupuje EASA (European Aviation Safety Agency), čo je vlastne akýsi európsky Úrad pre civilné letectvo, právomocne spadajúci pod Európsku komisiu. EASA sa do roku 2008 oblasťou ATM nezaoberala, avšak od tej doby má svoje kompetencie i tu, rovnako ako ich má národný ÚCL. Zo strany EÚ je snaha o to, aby vykonávacie nariadenia SES vydávané EK prešli na úroveň vykonávacích nariadení vydaných EASou, teda z vládnej úrovne na úroveň expertnú. Vzbudzuje to dojem, akoby prebiehal menší kompetenčný boj medzi EUROCONTROLOM a EASou. Samozrejme dochádza k mnohým jednaniam medzi ICAO-EU-EUROCONTROLOM, ktoré sa snažia o jednotný postup, avšak nie vždy sa to darí a viackrát zostáva. Obrázok 13. schematicky znázorňuje vzťahy medzi spomenutými organizáciami.

### 3.2 Single European Sky

Teraz trochu bližšie k téme práce. Na začiatku roku 1990 bola ministrami dopravy členských štátov ECAC zahájená multilateračná stratégia pre 90. roky, ktorá mala zaistiť potreby rastúcej leteckej prevádzky a následne vyššie požiadavky na RLP. Počiatočný program EATCHIP mal za úlohu harmonizovať a integrovať LPS na území ECAC. Nasledujúci program EATMP (European Air Traffic Management Programme) v rámci stratégie ATM 2000+, vyhlásený organizáciou EUROCONTROL, kladie za cieľ bezpečný, ekonomický, rýchly a usporiadaný tok leteckej prevádzky.

Od roku 2004 EÚ získala právomoci v oblasti riadenia letovej prevádzky (ATM) a medzivládny spôsob rozhodovania spadol pod rámec EÚ. Hlavným cieľom EÚ je reformovať ATM v Európe s cieľom vyrovnanosti s trvalým rastom leteckej dopravy a zároveň zabezpečiť bezpečnejšiu, efektívnejšiu a z environmentálneho hľadiska šetrnejšiu leteckú prevádzku. To znamená defragmentáciu európskeho neba, následne sa obmedzia zdržania, zvýšia bezpečnostné štandardy a účinnosť letov, pričom sa znížia ekologické následky po leteckej doprave, taktiež to bude mať pozitívny dopad na znižovanie poplatkov za služby. Tento prístup je založený na metóde spoločenstva, najmä na iniciačnej moci Európskej komisie (EC).

Za účelom sledovania spolupráce členských štátov, bol založený výbor pre jednotné alebo s poradnými a regulačnými právomocami. Legislatívny rámec sa skladá zo štyroch základných Nariadení Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 549/2004, č. 550/2004, č. 551/2004, č. 552/2004. Vzťahujú sa na poskytovanie leteckých navigačných služieb (ANS), organizáciu a využitie vzdušného priestoru a interoperabilitu v rámci európskej siete riadenia letovej prevádzky (EATMN). Vznikol program Single European Sky. Štyri nariadenia prijaté v roku 2004 (Single European Sky, SES I), boli revidované a rozšírené roku 2009 v súlade s Nariadením Európskeho parlamentu a Rady (ES) č.1070/2009, ktorým sa menia a dopĺňajú nariadenia (ES) č. 549/2004, (ES) č. 550/2004, (ES) č. 551/2004 a (ES) č. 552/2004 s cieľom zlepšiť výkonnosť a udržateľnosť európskeho systému leteckej dopravy (SES II). Rámec SES taktiež zahŕňa viac než 20 vykonávacích predpisov a špecifikácií spoločenstva („Technical Standards“) prijatých Európskou komisiou od roku 2005 s cieľom zabezpečiť interoperabilitu systémov.

Hlavný vývoj bol možný vďaka silnej spolupráci s organizáciou EUROCONTROL a rozsiahle zapojenie zainteresovaných strán z komunity ATM, zo široka: priemyselní partneri, poskytovatelia leteckých navigačných služieb, národné dozorné orgány, dialógy so zamestnancami, letiskové úrady, vojenské a certifikačné authority.

Rámec SES bol doplnený o integrovaný prístup k bezpečnosti od rozšírenia v roku 2009 o právomoci EASA v oblasti letísk, ATM a leteckých navigačných služieb a prostredníctvom zriadenia a spoločnom ciele (Joint Undertaking, JU) výskumu a vývoja bol založený program SESAR (Single European Sky ATM Research). SESAR sa zaoberá vyvíjaním systému ATM novej generácie v rámci programu SES.

Celkové ciele SES budú dosiahnuté prostredníctvom holistického prístupu, ktorý zahŕňa päť pilierov: regulačný rámec založený na výkone, pilier bezpečnosti, technologický príspevok, ľudský faktor a optimalizácia infraštruktúry letísk. SES sa nezastaví na hraniciach EÚ, rozširuje sa do susedných krajín, kde sa spolieha predovšetkým na politiku EÚ v rámci medzinárodných vzťahov. Opiera sa o ICAO a EUROCONTROL a snaží sa zaistiť celkovú súdržnosť krajín, v rámci jednotného európskeho neba.

Už je jasné, ako a prečo vznikol program SES. Taktiež je zrejmé, že sa jedná o program, ktorý má za úlohu zjednotiť európske alebo prostredníctvom kooperácie členských štátov a centrálného riadenia vývoja, výskumu a štandardizácie, za účelom skvalitnenia leteckej prevádzky.

Program, ktorého hlavnou úlohou je podieľať sa na zavádzaní systému WAM a ADS-B v Európe a teda aj v Českej republike sa nazýva CASCADE. Zároveň sa rysuje, prečo je v predchádzajúcej kapitole opísaný aj systém WAM. Sú totiž úzko späté ako po konštrukčnej stránke, tak i legislatívne. Uceluje sa aj obraz, prečo sú popísané vzťahy medzi vedúcimi organizáciami letectva, keď povieme, že program CASCADE vytvoril EUROCONTROL, ktorého nariadenia preberá Európska komisia a vydáva ich ako záväzné.

### **3.3 Vykonávacie Nariadenie Komisie (EÚ) č. 1207/2011 z 22. novembra 2011, ktorým sa ustanovujú požiadavky na výkonnosť a interoperabilitu sledovania pre jednotné európske nebo**

Európska komisia vydala toto nariadenie, ktorým ustanovuje požiadavky na výkonnosť a interoperabilitu sledovania pre jednotné európske nebo (SES). V tomto nariadení sú uvedené požiadavky na vybavenosť celého spektra leteckých systémov. Predmet úpravy a rozsah pôsobnosti je citovaný z tohto nariadenia Článok 1 a Článok 2:

#### *„Článok 1*

#### ***Predmet úpravy***

*Týmto nariadením sa ustanovujú požiadavky na systémy, ktoré prispievajú k poskytovaniu údajov prehľadového sledovania, ich prvkov a súvisiacich postupov s cieľom zabezpečiť zosúladenie výkonnosti, interoperability a účinnosti týchto systémov v rámci siete manažmentu letovej prevádzky v Európe (EATMN), ako aj na účely koordinácie civilného a vojenského sektora.“*

#### *Článok 2*

#### ***Rozsah pôsobnosti***

1. *„Toto nariadenie sa uplatňuje na sieť sledovania, ktorú tvoria:*
  - a) *palubné systémy sledovania, ich prvky a súvisiace postupy;*
  - b) *pozemné systémy sledovania, ich prvky a súvisiace postupy;*
  - c) *systémy spracovania údajov prehľadového sledovania, ich prvky a súvisiace postupy;*

d) komunikačné systémy zem-zem využívané na distribúciu údajov prehľadového sledovania, ich prvky a súvisiace postupy.

2. Toto nariadenie sa uplatňuje na všetky lety prevádzkované v rámci všeobecnej letovej prevádzky v súlade s pravidlami letu podľa prístrojov vo vzdušnom priestore stanovenom v článku 1 ods. 3 nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (E S) č. 551/2004 ( 1 ) s výnimkou článku 7 ods. 3 a článku 7 ods. 4, ktoré sa uplatňujú na všetky lety v rámci všeobecnej letovej prevádzky.

3. Toto nariadenie sa uplatňuje na poskytovateľov letových prevádzkových služieb, ktorí poskytujú služby riadenia letovej prevádzky na základe údajov prehľadového sledovania, ako aj na poskytovateľov spojovacích, navigačných alebo sledovacích služieb, ktorí prevádzkujú systémy stanovené v odseku 1.“

Z hore uvedených citácií plynie dôvodný predpoklad, že nariadenie 1207/2011 bude úzko späté so systémom ADS-B a je tomu tak. Toto nariadenie udáva záväzný smer, kam sa bude systém riadenia letovej prevádzky uberať, respektíve diktuje požiadavky na vybavenosť systémami prehľadu ako na palubách lietadiel (podmienky pre odpovedače sekundárneho radaru...), tak na vybavenosť pozemnej infraštruktúry ATM. Pre kohokoľvek, kto sa zaoberá problematikou zavádzania systému ADS-B, kdekoľvek v EÚ, je spomínané nariadenie smerodajné. Je taktiež súčasťou tejto práce vo forme prílohy č.1. V nasledujúcich riadkoch sú uvedené pre túto prácu najpodstatnejšie údaje z nariadenia 1207/2011.

Články 1 a 2 sú citované vyššie, nasledujú:

Článok 3 Vymedzenie pojmov, je to článok, ktorý sa nachádza vo väčšine nariadení a jeho názov je dostatočne výstižný.

Článok 4 Požiadavky na výkonnosť, tento článok popisuje nutnú výkonnosť, vybavenosť a povinnosti poskytovateľov leteckých navigačných služieb.

Článok 5 Požiadavky na interoperabilitu, je najdôležitejší pre túto prácu a preto je citovaný:

„Článok 5 Požiadavky na interoperabilitu:

1. Poskytovatelia leteckých navigačných služieb zabezpečujú, aby všetky údaje prehľadového sledovania prenesené z ich systémov určených v článku 2 ods. 1 písm. b) a c) iným poskytovateľom leteckých navigačných služieb spĺňali požiadavky stanovené v prílohe III.

2. Poskytovatelia leteckých navigačných služieb pri prenášaní údajov prehľadového sledovania zo svojich systémov určených v článku 2 ods. 1 písm.



b) a c) iným poskytovateľom leteckých služieb s nimi uzatvárajú formálne dohody o výmene údajov v súlade s požiadavkami stanovenými v prílohe IV.

3. Poskytovatelia leteckých navigačných služieb zabezpečia, aby sieť sledovania najneskôr do 2. januára 2020 disponovala prostriedkami nevyhnutnými na zavedenie identifikácie jednotlivých lietadiel pomocou identifikácie lietadla zostupným spojením sprístupneným prostredníctvom lietadla vybaveného v súlade s prílohou II.

4. Prevádzkovatelia zabezpečia, aby

a) lietadlá prevádzkujúce lety uvedené v článku 2 ods. 2 s individuálnym osvedčením o letovej spôsobilosti prvýkrát vydaným 8. januára 2015 alebo neskôr boli vybavené transpondérmi sekundárneho prehľadového radaru so schopnosťami stanovenými v časti A prílohy II;

b) lietadlá s maximálnou osvedčenou vzletovou hmotnosťou presahujúcou 5 700 kg alebo s maximálnou skutočnou cestovnou rýchlosťou letu vyššou ako 250 uzlov prevádzkujúce lety uvedené v článku 2 ods. 2 s individuálnym osvedčením o letovej spôsobilosti prvýkrát vydaným 8. januára 2015 alebo neskôr boli vybavené transpondérmi sekundárneho prehľadového radaru, ktoré okrem schopností stanovených v prílohe II časti A disponujú schopnosťami stanovenými v časti B uvedenej prílohy;

c) lietadlá s pevnými krídlami a s maximálnou osvedčenou vzletovou hmotnosťou presahujúcou 5 700 kg alebo s maximálnou skutočnou cestovnou rýchlosťou letu vyššou ako 250 uzlov prevádzkujúce lety uvedené v článku 2 ods. 2 s individuálnym osvedčením o letovej spôsobilosti prvýkrát vydaným 8. januára 2015 alebo neskôr boli vybavené transpondérmi sekundárneho prehľadového radaru, ktoré okrem schopností stanovených v prílohe II časti A disponujú schopnosťami stanovenými v časti C uvedenej prílohy.

5. Prevádzkovatelia zabezpečia, aby najneskôr do 7. decembra 2017:

a) lietadlá prevádzkujúce lety uvedené v článku 2 ods. 2 s individuálnym osvedčením o letovej spôsobilosti prvýkrát vydaným pred 8. januárom 2015 boli vybavené transpondérmi sekundárneho prehľadového radaru so schopnosťami stanovenými v časti A prílohy II;

b) lietadlá s maximálnou osvedčenou vzletovou hmotnosťou presahujúcou 5 700 kg alebo s maximálnou skutočnou cestovnou rýchlosťou letu vyššou ako 250 uzlov prevádzkujúce lety uvedené v článku 2 ods. 2 s individuálnym osvedčením o letovej spôsobilosti prvýkrát vydaným pred 8. januárom 2015 boli vybavené transpondérmi sekundárneho prehľadového radaru, ktoré okrem schopností stanovených v prílohe II časti A disponujú schopnosťami stanovenými v časti B uvedenej prílohy;

c) lietadlá s maximálnou osvedčenou vzletovou hmotnosťou presahujúcou 5 700 kg alebo s maximálnou skutočnou cestovnou rýchlosťou letu vyššou ako 250 uzlov, prevádzkujúce lety uvedené v článku 2 ods. 2 s individuálnym osvedčením o letovej spôsobilosti prvýkrát vydaným pred 8. januárom 2015, boli vybavené transpondérmi sekundárneho prehľadového radaru, ktoré okrem schopností stanovených v prílohe II časti A disponovali schopnosťami stanovenými v časti C uvedenej prílohy.

6. *Prevádzkovatelia zabezpečia, aby lietadlá vybavené v súlade s odsekmi 4 a 5, ktorých maximálna osvedčená vzletová hmotnosť presahuje 5 700 kg alebo ktorých maximálna skutočná cestovná rýchlosť letu je vyššia ako 250 uzlov, boli prevádzkované s výberovým anténovým príjmom podľa odseku 3.1.2.10.4 prílohy 10 k Chicagskému dohovoru zväzok IV, štvrté vydanie vrátane všetkých zmien a doplnení až po č. 85.*

7. *Členské štáty môžu uložiť prepravné požiadavky v súlade s odsekom 4 písm. b) a odsekom 5 písm. b) všetkým lietadlám prevádzkujúcim lety uvedeným v článku 2 ods. 2 v oblastiach, kde služby sledovania pomocou údajov prehľadového sledovania stanovených v časti B prílohy II poskytujú poskytovatelia leteckých navigačných služieb.*

8. *Poskytovatelia leteckých navigačných služieb sa ubezpečia, že pred uvedením do prevádzky systémov uvedených v článku 2 ods. 1 písm. b), c) a d) implementovali najúčinnšie riešenia týkajúce sa inštalácie pri zohľadnení miestnych prevádzkových prostredí, obmedzení a potrieb, ako aj kapacít používateľov vzdušného priestoru."*

V tomto článku je určené, do kedy je potrebné lietadlá vybaviť odpovedačmi podporujúcimi mode S a mode S Extended Squitter a taktiež popisuje nutnosť pozemnej infraštruktúry RLP spolupracovať s týmito odpovedačmi. Keďže mode S ES je dátový kanál ADS-B schválený pre plošné užitie v EÚ, samozrejme tento článok popisuje, do kedy je potrebné zaviesť funkciu ADS-B OUT.

Veľmi dôležitá je príloha II. Nariadenia 1207/2011, súvisiaca priamo s týmto článkom, ktorá diktuje schopnosti transpondéra prehľadového radaru. Je rozdelená na tri časti, časť A udáva schopnosti odpovedača mode S, časť B udáva schopnosti odpovedača mode S ES a časť C udáva dodatočné schopnosti transpondéra SSR. V prílohe 1 je k nahliadnutiu.

Článok 6 Ochrana spektra, tento článok udeľuje povinnosť členských štátov zabezpečiť, aby odpovedač SSR na palube lietadla, letiaceho nad územím členského štátu, nebol vystavený neprímeraným výzvam vysielaným z pozemných vyzývacích zariadení. A zároveň používaním pozemných vysieláčov prevádzkovaných v členských štátoch nedochádzalo ku škodlivému rušeniu do iných systémov sledovania.

Článok 7 Súvisiace postupy, popisuje nutnosť pravidelnej kontroly pozemnej siete sledovania, palubných transpondérov a legitímne pridelovanie 24 bitových adries.

Článok 8 Štátne lietadlá, tento článok pojednáva rovnakú tematiku, ako citovaný článok 5, avšak pre štátne lietadlá.

Článok 9 Bezpečnostné požiadavky, rieši zaistenie bezpečnostných rizík spojených s prestavbami a zavádzaním systémov spomínaných v tomto nariadení.

Článok 10 Zhoda alebo vhodnosť používania komponentov, u tohto článku sa určuje povinnosť výrobcov uvádzaných systémov zaručiť vhodné postupy osvedčovania, zhodnosť a vhodné osvedčenie v súlade s platnými normami a nariadeniami.

Článok 11 Overovanie systémov, popisuje postupy overovania systémov poskytovateľov leteckých navigačných služieb.

Článok 12 Dodatočné požiadavky, určuje povinnosť pre poskytovateľov leteckých navigačných služieb, prevádzkovateľov a členské štáty, riadne informovať dotknutý personál o plánovaných zmenách a zabezpečiť zdroje informácií o týchto zmenách (príručky, obežníky, školenia atď.).

Článok 13 Výnimky v prípade kooperatívneho sledovania, rieši prípadné výnimky pre sieť kooperatívneho sledovania.

Článok 14 Výnimky v prípade lietadiel, rieši výnimky pre lietadlá.

Článok 15 Nadobudnutie účinnosti a uplatňovanie, udáva pre koho a od kedy je nariadenie platné.

Dôležitejšie časti nariadenia boli citované a zároveň celé nariadenie popísané. Nariadenie 1207/2011 je však zásadné a dôležité pre systém ADS-B a ľudí, ktorí sa týmto systémom zaoberajú v celom svojom rozsahu, preto je súčasťou tejto práce ako príloha č. 1.

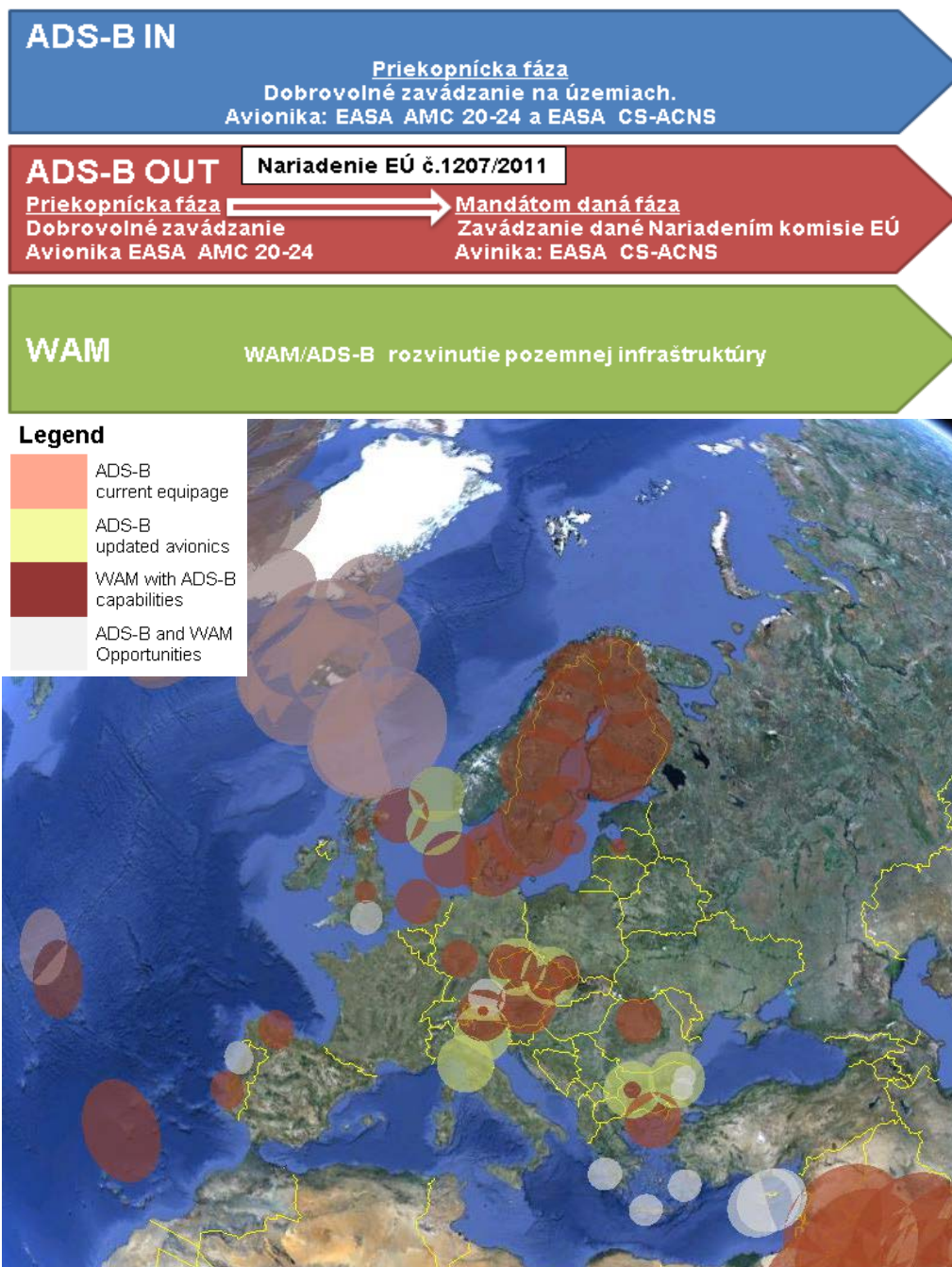
V tejto kapitole sme sa postupne dostali od najobecnejšej leteckej legislatívy, až ku kľúčovému nariadeniu týkajúceho sa systému ADS-B. V ďalšej kapitole bude opísaný aktuálny stav, ako a nakoľko je zavedený systém ADS-B v krajinách EÚ a teda aj v Českej republike.

## 4 Aktuálny stav zavedenia ADS-B v Európskej Únii a v Českej republike

### 4.1 Úvod do problematiky

Nasledujúca kapitola rieši aktuálny stav, čo sa týka zavedenia a zavádzania systému ADS-B. EUROCONTROL pravidelne organizuje zasadania programu CASCADE, rôzne meetingy a workshopy. Vďaka ochote a pozitívnemu prístupu pracovníkov ŘLP ČR s.p. Praha nám bolo umožnené čerpať z dokumentov práve z týchto zasadaní.

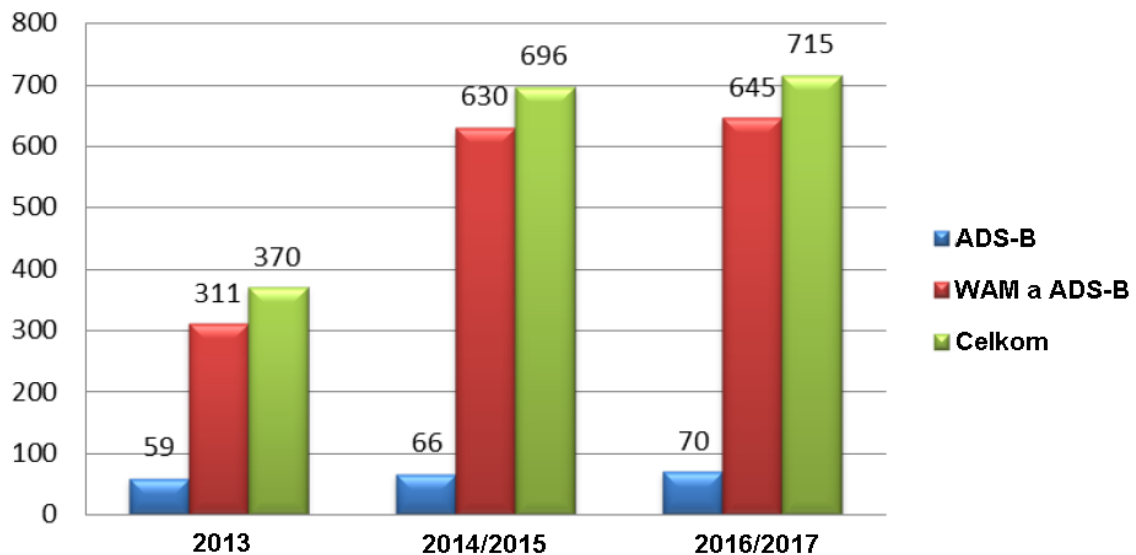
### 4.2 ADS-B a WAM v Európe



Obrázok 14 ADS-B/WAM v Európe [4]

Ako je z obrázka 14 zrejme ADS-B a WAM prechádza fázou „masívneho“ zavádzania. Z tohto plynie, že Európska Únia má skutočne moc nariadiť zavedenie týchto systémov a je zrejme, že tieto systémy sú veľmi užitočné a majú veľký potenciál.

Nasledujúci graf ukazuje počet staníc ADS-B a WAM v EÚ.



Zahrnuté sú iba stanice v prevádzke, alebo záväzne schválené.

Graf 1 Počet staníc ADS-B a WAM v EÚ [5]

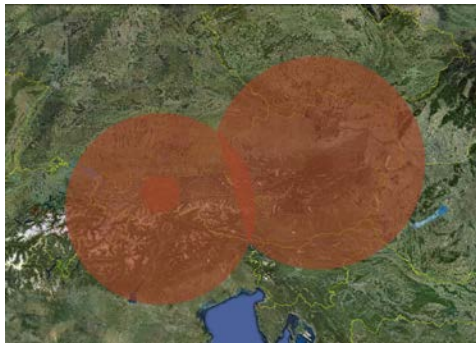
### 4.3 ADS-B/WAM aktuálny stav zavádzania

Podkapitola 4.3 oboznamuje čitateľa s aktuálnym stavom zavádzania pozemných staníc ADS-B/WAM. Zdrojom informácií je ADS-B & WAM Deployment plan, vydaný organizáciou EUROCONTROL. Nasledujúce strany podrobne popisujú stav zavedenia v jednotlivých štátoch EÚ, plán zahŕňa nasadené, plánované aj potenciálne WAM a ADS-B systémy. Spomínané budú iba tie štáty Európy, v ktorých sa na zavádzaní systémov ADS-B a WAM už začalo pracovať.

#### Rakúsko

Krajina	Austria	Zavádzanie						Pozn./Stav
	ANSP	Austrocontrol	Prehľadový Systém					
Územie	Vzd. Priest.	Typ	Siete	Poskytovateľ	Inšt.	IOC	Avionika	
Široké územie	ENR/TMA General traffic ATC (separation services)	WAM	TBD	Saab- Sensis	2012	TBD	Current	Nasadzuje sa
		(ADS-B)				TBD	1207/2011	
Údolie Innsbrucku	CTR, ~18NM Innsbruck Airport General traffic ATC (separation services)	WAM	TBD	Saab-Sensis	2003	2004	Current	Nasadené

Tabuľka 3 Zavádzanie ADS-B v Rakúsku [4]



Obrázok 15 ADS-B/WAM Rakúsko [4] Obrázok 16 ADS-B/WAM Bulharsko [4]

**Bulharsko**

Krajina		Bulgaria		Zavádzanie					
ANSP		Bulatsa							
Územie	Vzd. Priest.	Prehľadový Systém						Pozn./Stav	
		Typ	Siete	Poskytovateľ	Inšt.	IOC	Avionika		
Sofia TMA	TMA/CTR General traffic ATC (separation services)	WAM	[4+7]	Era	2014	2014	Current	MLAT & WAM s ADS-B Závázne schválené	
		(ADS-B)				2018	1207/2011		
Sofia FIR	ENR (above FL95) General traffic ATC (separation services)	ADS-B	TBD	TBD	2013	2018	1207/2011	Závázne schválené	
Krajina		Bulgaria		Príležitosti					
ANSP		Bulatsa							
Územie	Vzd. Priest.	Surveillance System						Pozn./Stav	
		Typ	Siete	Poskytovateľ	Inšt.	IOC	Avionika		
TMA Varna & Burgas	TMA/CTR General traffic ATC (separation services)	WAM	TBD	TBD	TBD	TBD	Current	TBD	
		(ADS-B)				TBD	1207/2011		

Tabuľka 4 Zavádzanie ADS-B v Bulharsku [4]

**Česká republika**

Tabuľka 5 Zavádzanie ADS-B v ČR [4]

Krajina		Czech Republic		Zavádzanie					
ANSP		ANS CR							
Územie	Vzd. Priest.	Prehľadový systém						Pozn./Stav	
		Typ	Siete	Poskytovateľ	Inšt.	IOC	Avionika		
Prague Ruzyně Airport (LKPR)	TMA/CTR General traffic ATC (separation services)	WAM	10	Era	Done	2011	Current	Zavedené	
		(ADS-B)				2018	1207/2011		
Ostrava Mosnov Airport (LKMT)	TMA/CTR General traffic ATC (separation services)	WAM	8	Era	Done	2011	Current	Zavedené Aktual. počet staníc 11	
		(ADS-B)				2018	1207/2011		
Brno Turany Airport (LKTB)	TMA/CTR General traffic ATC (separation services)	WAM	7	Era	Done	2011	Current	Zavedené	
		(ADS-B)				2018	1207/2011		
Karlovy Vary (LKKV)	TMA/CTR General traffic ATC (separation services)	WAM	TBD	TBD	2014	2014	Current	Závázne schválené	
		(ADS-B)				2018	1207/2011		
Country wide	ENR/TMA General traffic ATC (separation services)	ADS-B	TBD	TBD	TBD	2015	1207/2011	Záv. schvl., Zpočiatku použ. Pre SAR a povedomie	



Obrázok 17 ADS-B/WAM ČR [4]



Obrázok 18 ADS-B/WAM Cyprus [4]

**Cyprus**

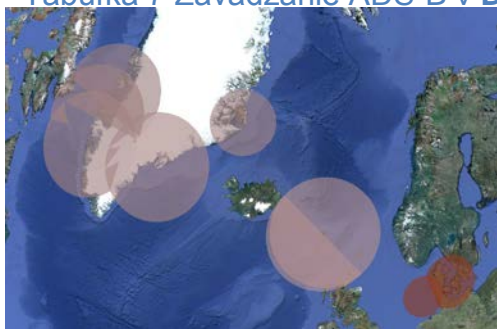
Krajina	Cyprus	Príležitosti						
ANSP	DCAC	Prehľadový systém						
Územie	Vzd. Priest.	Prehľadový systém						Pozn./Stav
		Typ	Siete	Poskytovateľ	Inšt.	IOC	Avionika	
Paphos Airport (LCPH)	ENR/TMA/CTR General traffic ADS-B Validation	ADS-B	1	Thales	2013	TBD	Current	Schvalovanie
Larnaka Airport (LCLK)	ENR/TMA/CTR General traffic ADS-B Validation	ADS-B	1	Thales	2013	TBD	Current	Schvalovanie
Kionia Mountain	ENR/TMA/CTR General traffic ADS-B Validation	ADS-B	1	Raytheon	2013	TBD	Current	Schvalovanie

Tabuľka 6 Zavádzanie ADS-B na Cypre [4]

**Dánsko**

Krajina	Denmark	Zavádzanie						
ANSP	NAVIAIR	Prehľadový systém						
Územie	Vzd. Priest.	Prehľadový systém						Pozn./Stav
		Typ	Siete	Poskytovateľ	Inšt.	IOC	Avionika	
Denmark Mainland	ENR/TMA (GND/FL30-FL460) General traffic ATC (separation services)	WAM	TBD	TBD	2014	2014	Current	Závazne schválené
		(ADS-B)				TBD	1207/2011	
Denmark North Sea	ENR (FL195-FL460) General traffic ATC (separation services)	WAM	TBD	TBD	2014	2014	Current	Závazne schválené
		(ADS-B)				TBD	1207/2011	
Denmark Greenland	ENR General traffic ATC (separation services)	ADS-B	5	Saab-Sensis	2013	2013	AMC20-24	Závazne schválené, 2 stanice na sieť
Denmark Faroe Island	ENR General traffic ATC (separation services)	ADS-B	2	Saab-Sensis	2013	2013	AMC20-24	Závazne schválené

Tabuľka 7 Zavádzanie ADS-B v Dánsku [4]



Obrázok 19 ADS-B/WAM Dánsko [4]



Obrázok 20 ADS-B/WAM Fínsko [4]

## Fínsko

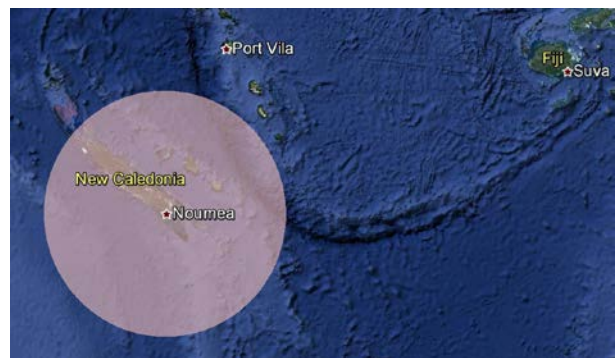
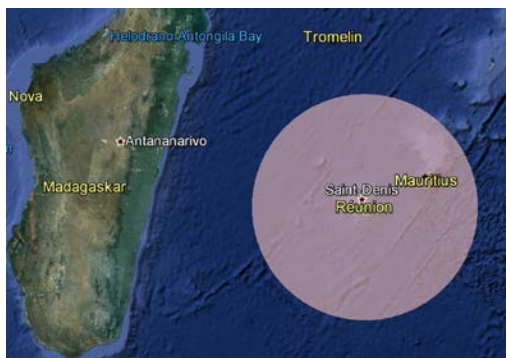
Krajina ANSP	Finland Finavia	Zavádzanie						
		Územie	Vzd. Priest.	Prehľadový systém				
Typ	Siete			Poskytovateľ	Inšt.	IOC	Avionika	
South West part of Finland	ENR/TMA General traffic ATC (separation services)	WAM	39	Comsoft	2013	2013	Current	Zavádzanie
		(ADS-B)				TBD	1207/2011	
Country wide option in 3 steps	ENR/TMA General traffic ATC (separation services)	WAM	TBD	Comsoft	2014	TBD	Current	Závázne schválené
		(ADS-B)				TBD	1207/2011	

Tabuľka 8 Zavádzanie ADS-B vo Fínsku [4]

## Francúzsko

Tabuľka 9 Zavádzanie ADS-B vo Francúzsku [4]

Krajina ANSP	France DSNA	Zavádzanie						
		Územie	Vzd. Priest.	Prehľadový systém				
Typ	Siete			Poskytovateľ	Inšt.	IOC	Avionika	
Reunion (Ils de la Reunion)	CTR/TMA General traffic ATC (separation services)	ADS-B	TBD	TBD	TBD	TBD	Current	TBD
New Caledonia (Nouvelle Caledonie)	CTR/TMA General traffic ATC (separation services)	ADS-B	TBD	TBD	TBD	TBD	Current	TBD



Obrázok 21,22 ADS-B/WAM Francúzsko [4]

## Nemecko

Krajina ANSP	Germany DFS	Zavádzanie						
		Územie	Vzd. Priest.	Prehľadový systém				
Typ	Siete			Poskytovateľ	Inšt.	IOC	Avionika	
Frankfurt Frankfurt Airport (EDDF)	TMA/CTR (GND-FL200) General traffic ATC (separation services)	WAM	35	Thales	2011	2012	Current	Zavedené 37 staníc
		(ADS-B)				2018	1207/2011	

Krajina ANSP	Germany DFS	Príležitosti						
		Územie	Vzd. Priest.	Prehľadový systém				
Typ	Siete			Poskytovateľ	Inšt.	IOC	Avionika	
Munich Munich Airport (EDDM)	TMA/CTR General traffic ATC (separation services)	WAM	TBD	TBD	TBD	TBD	Current	Záleží na plánoch rozširovania letiska
		(ADS-B)				TBD	1207/2011	

Tabuľka 10 Zavádzanie ADS-B v Nemecku [4]





Obrázok 23 ADS-B/WAM Nemecko [4] Obrázok 24 ADS-B/WAM Grécko [4]

### Grécko

Krajina ANSP	Greece HCAA	Zavádzanie						
		Prehľadový systém						Pozn./Stav
Územie	Vzd. Priest.	Typ	Siete	Poskytovateľ	Inšt.	IOC	Avionika	
NE Athinai FIR	ENR (FL 330-460) General traffic ATC (separation services)	WAM	[5]	TBD	2013	2014	Current	Závazne schválené
		(ADS-B)				2018	1207/2011	

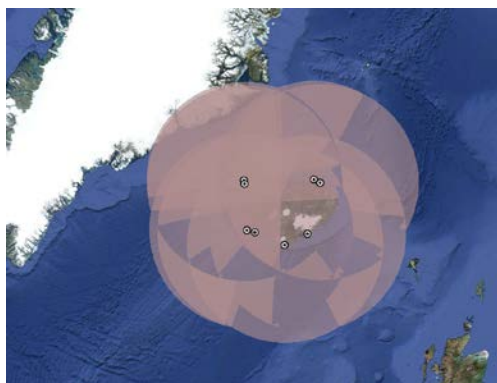
Krajina ANSP	Greece HCAA	Príležitosti						
		Prehľadový systém						Pozn./Stav
Územie	Vzd. Priest.	Typ	Siete	Poskytovateľ	Inšt.	IOC	Avionika	
Kos Hippocrates Airport (LGKO)	CTR General traffic ATC (separation services)	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	Na podporu PBN. Sezónne kapacitné obmedzenia. Možné riešiť s ADS-B či WAM prehľadom.
Crete Chania Airport (LGSA)	CTR General traffic ATC (separation services)	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	Sezónne kapacitné obmedzenia. Možné riešiť s ADS-B či WAM prehľadom.
Andravida, Zakinthos, Kefallonia	CTR General traffic ATC (separation services)	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	Sezónne kapacitné obmedzenia. Možné riešiť s ADS-B či WAM prehľadom.

Tabuľka 11 Zavádzanie ADS-B v Grécku [4]

### Island

Krajina ANSP	Iceland Isavia	Zavádzanie						
		Prehľadový systém						Pozn./Stav
Územie	Vzd. Priest.	Typ	Siete	Poskytovateľ	Inšt.	IOC	Avionika	
Iceland Mainland	ENR General traffic ATC (separation services)	ADS-B	8	Comsoft	2012	2013	AMC20- 24	Zavedené
		(WAM)				TBD	-	

Tabuľka 12 Zavádzanie ADS-B na Islande [4]



Obrázok 25 ADS-B/WAM Island [4]



Obrázok 26 ADS-B/WAM Lotyšsko [4]

### Taliansko

Krajina ANSP	Italy ENAV	Zavádzanie						
		Prehľadový systém						Pozn./Stav
Územie	Vzd. Priest.	Typ	Siete	Poskytovateľ	Inšt.	IOC	Avionika	
TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
		TBD				TBD		
TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD

Tabuľka 13 Zavádzanie ADS-B v Taliansku [4]

### Lotyšsko

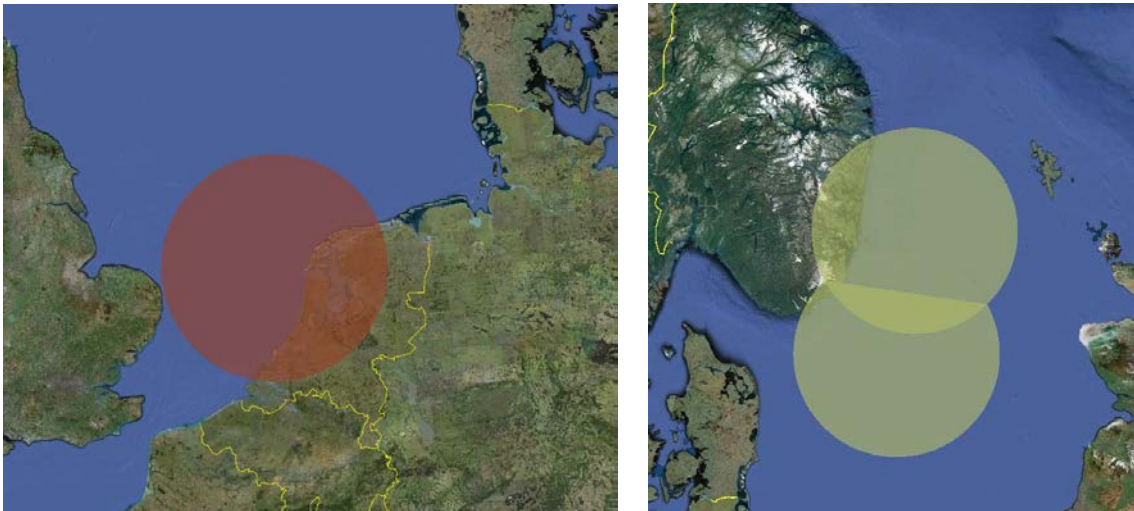
Krajina ANSP	Latvia LGS	Zavádzanie						
		Prehľadový systém						Pozn./Stav
Územie	Vzd. Priest.	Typ	Siete	Poskytovateľ	Inšt.	IOC	Avionika	
Riga TMA	TMA/CTR General traffic ATC (separation services)	WAM	6	Era	Done	2011	Current	Zavedené
		(ADS-B)				TBD	TBD	

Tabuľka 14 Zavádzanie ADS-B v Lotyšsku [4]

## Holandsko

Krajina	The Netherlands	Zavádzanie						
ANSP	LVNL	Prehľadový systém						Pozn./Stav
Územie	Vzd. Priest.	Typ	Siete	Poskytovateľ	Inšt.	IOC	Avionika	
North Sea	ENR (ADS-B: GND-FL30)	WAM	19	Era	2011	2012	Current	Zavedené
	Helicopter oil-rig operations ATC (separation services)	(ADS-B)				TBD	Current	

Tabuľka 15 Zavádzanie ADS-B v Holandsku [4]



Obrázok 27 ADS-B/WAM Holandsko [4] Obrázok 28 ADS-B/WAM Nórsko [4]

## Nórsko

Krajina	Norway	Zavádzanie						
ANSP	Avinor	Prehľadový systém						Pozn./Stav
Územie	Vzd. Priest.	Typ	Siete	Poskytovateľ	Inšt.	IOC	Avionika	
North Sea Ekofisk	ENR (FL15-FL85), Class D Helicopter oil-rig operations ATC (separation services)	ADS-B	3	Saab-Sensis	2012	2013	AMC20-24 & 1090 v2	Zavádzanie
North Sea Balder	ENR (FL15-FL85) , Class D Helicopter oil-rig operations ATC (separation services)	ADS-B	7	Saab-Sensis	2012	2014	AMC20-24 & 1090 v2	Zavádzanie

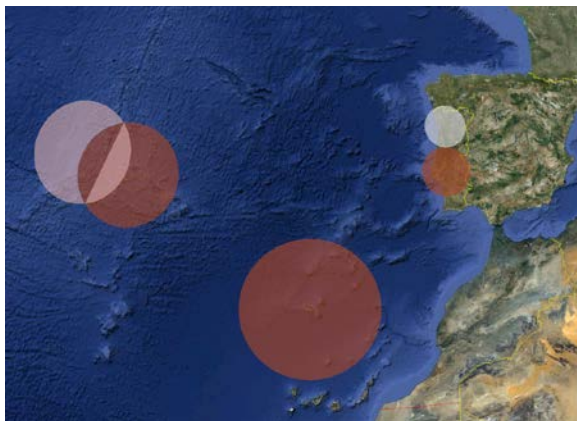
Tabuľka 16 Zavádzanie ADS-B v Nórsku [4]

## Portugalsko

Krajina ANSP	Portugal NAV Portugal	Zavádzanie						
Územie	Vzd. Priest.	Prehľadový systém						Pozn./Stav
		Typ	Siete	Poskytovateľ	Inšt.	IOC	Avionika	
Central Azores	TMA General traffic ATC (separation services)	WAM	11	Era	2011	2012	Current	Zavedený WAM používa TDOA a Multi-ranging.
		(ADS-B)				TBD	TBD	
West Azores	TMA General traffic ATC (separation services)	ADS-B	TBD	TBD	2013	TBD	TBD	Závazne schválené
Madeira	ENR/TMA General traffic ATC (separation services)	WAM	TBD	TBD	2013	2013	Current	Závazne schválené
		(ADS-B)				TBD	TBD	
Lisbon	TMA General traffic ATC (separation services)	WAM	TBD	Saab-Sensis	2013	2013	Current	Závazne schválené, rozširovanie exist. systému
		(ADS-B)				TBD	TBD	

Krajina ANSP	Portugal NAV Portugal	Príležitosti						
Územie	Vzd. Priest.	Prehľadový systém						Pozn./Stav
		Typ	Siete	Poskytovateľ	Inšt.	IOC	Avionika	
Porto	TMA General traffic ATC (separation services)	WAM	TBD	TBD	TBD	TBD	Current	TBD
		(ADS-B)				TBD	TBD	

Tabuľka 17 Zavádzanie ADS-B v Portugalsku [4]



Obrázok 29 ADS-B/WAM Portugalsko [4] Obrázok 30 ADS-B/WAM Rumunsko [4]

## Rumunsko

Krajina ANSP	Romania ROMATSA	Zavádzanie						
Územie	Vzd. Priest.	Prehľadový systém						Pozn./Stav
		Typ	Siete	Poskytovateľ	Inšt.	IOC	Avionika	
Cluj TMA Bucharest ACC	TMA (ENR-redundancy) General traffic ATC (separation services)	WAM	21	Era	2011	2011	Current	Schvalovanie
		(ADS-B)				2018	1207/2011	

Tabuľka 18 Zavádzanie ADS-B v Rumunsku [4]

## Španielsko

Krajina ANSP	Spain AENA	Zavádzanie						
Územie	Vzd. Priest.	Prehľadový systém						Pozn./Stav
		Typ	Siete	Poskytovateľ	Inšt.	IOC	Avionika	
Asturias Airport (LEAS)	TMA General traffic ATC (separation services)	WAM	8	Era	Depl.	2010	Current	Zavedené

Tabuľka 19 Zavádzanie ADS-B v Španielsku [4]



Obrázok 31 ADS-B/WAM Španielsko [4] Obrázok 32 ADS-B/WAMŠvédsko [4]

## Švédsko

Krajina ANSP	Sweden LFV	Zavádzanie						
Územie	Vzd. Priest.	Prehľadový systém						Pozn./Stav
		Typ	Siete	Poskyt...	Inšt.	IOC	Avionika	
Stockholm TMA	ENR/TMA/CTR (200ft-FL660) General traffic ATC (separation services)	WAM	7	Saab-Sensis	2012	2013	Current	Zavádzanie Hlavný cieľ je nahradiť MSSR (pred EOL)
		(ADS-B)				TBD	TBD	
Sweden 64 Deg North	ENR/TMA (RDP-FL195-FL660) General traffic ATC (separation services)	WAM	29	Saab-Sensis	2012	2013	Current	Zavádzanie 29 senzorov v 3 clusteroch
		(ADS-B)				TBD	TBD	
Suecia CTA, Country wide in two steps	ENR/TMA (RDP-FL195-FL660) General traffic ATC (separation services)	WAM	TBD	Saab-Sensis	TBD	TBD	Current	Krok 1: Mid Sweden & Gothenburg Krok 2: South Sweden incl. Gotland
		(ADS-B)				TBD	TBD	
Krajina ANSP	Sweden LFV	Príležitosti						
Územie	Vzd. Priest.	Prehľadový systém						Pozn./Stav
		Typ	Siete	Poskytovateľ	Inšt.	IOC	Avionika	
Several airports	CTR/TMA General traffic ATC (separation services)	ADS-B	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	Na niekoľkých letiskách sa budú nahradzovať starnúce radary

Tabuľka 20 Zavádzanie ADS-B vo Švédsku [4]

## Turecko

Krajina ANSP	Turkey DHMI	Príležitosti						Pozn./Stav
		Prehľadový systém						
Územie	Vzd. Priest.	Typ	Siete	Poskytovateľ	Inšt.	IOC	Avionika	
		Trabzon	CTR/TMA	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD

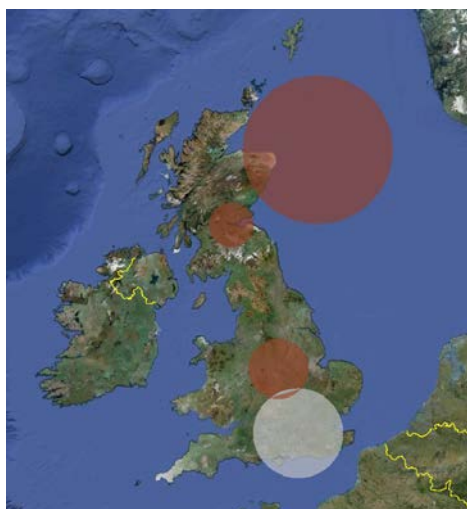
Tabuľka 21 Zavádzanie ADS-B v Turecku [4]

## Anglicko

Krajina ANSP	UK NATS	Zavádzanie							Pozn./Stav
		Prehľadový systém							
Územie	Vzd. Priest.	Typ	Siete	Poskytovateľ	Inšt.	IOC	Avionika		
		UK North Sea	ENR Helicopter oil-rig operations ATC (separation services)	WAM	16	Saab-Sensis	2010	2010	Current
Edinburgh Airport (EGPH)	TMA/CTR General traffic ATC (separation services)	WAM	8	Saab-Sensis	2011	2012	Current	Zavedené Nahrádza kombinované PSR/SSR. Radar a WAM kombinovaný používa tzv. "plot combiner"	
		(ADS-B)				TBD	TBD		
East Midlands Airport (EGNX)	CTR General traffic ATC (separation services)	WAM	6	Era	Done	TBD	Current	Zavedené	
		(ADS-B)				TBD	TBD		

Krajina ANSP	UK NATS	Príležitosti						Pozn./Stav
		Prehľadový systém						
Územie	Vzd. Priest.	Typ	Siete	Poskytovateľ	Inšt.	IOC	Avionika	
		London TMA	TMA/CTR General traffic ADS-B & WAM Validation	WAM	TBD	TBD	2011	2011
ADS-B	2011			Current				

Tabuľka 22 Zavádzanie ADS-B v Anglicku [4]



### 4.4 Prehľad nasadených ADS-B a WAM senzorov

Táto časť poskytuje prehľad o počte senzorov ADS-B a WAM rozmiestnených v európskych štátoch. Je založený na informáciách získaných z plánu nasadenia vydaným EUROCONTROLom. Kým plán zahŕňa nasadené, plánované aj potenciálne WAM a ADS-B systémy, tabuľka odráža iba nasadené systémy (v tom zmysle, že stanice boli nainštalované, alebo inštalácia práve prebieha).

Obrázok 33 ADS-B/WAM Anglicko [4]

**Prehľad európskych ADS-B a WAM senzorov**

Členský štát ECTL	WAM/ADS-B stanice	ADS-B stanice	Celkom
Albánsko	x	x	x
Arménsko	tbc	x	tbc
Rakúsko	tbc	x	tbc
Belgicko	x	x	xx
Bosna a Hercegovina	x	x	x
Bulharsko	x	x	x
Chorvátsko	x	x	x
Cyprus	x	x	x
Česká republika	28	x	28
Dánsko	x	12	12
Estónsko	x	x	x
Fínsko	39	x	39
Francúzsko	x	x	x
Macedónsko	x	x	x
Nemecko	37	x	37
Grécko	x	x	x
Maďarsko	x	x	x
Island		8	8
Írsko	x	x	x
Taliansko	x	x	x
Lotyšsko	6	x	6
Litva	x	x	x
Luxembursko	x	x	x
Malta	x	x	x
Moldavsko	x	x	x
Holandsko	19	x	19
Nórsko	x	10	10
Poľsko	x	x	x
Portugalsko	11	x	11
Rumunsko	x	x	x
Slovenská republika	x	x	x
Slovinsko	x	x	x
Španielsko	8	x	8
Švédsko	36	xx	36
Švajčiarsko	x	x	x
Turecko	x	x	x
Ukraina	x	x	x
Anglicko	30	x	30

Tabuľka 23 Prehľad európskych ADS-B a WAM senzorov [4]

#### 4.5 Podrobnější o zavádzení ADS-B v České republice

Můžeme konstatovat, že so zavádzením systému ADS-B je na tom Česká republika velmi dobře. Rovnako ako väčšina štátov Európy využíva kombináciu ADS-B/WAM. Je totiž veľmi výhodná, systém WAM poskytuje krytie, kde sa radar nedostane, poprípade zaručí ďalšiu vrstvu krytia, systém ADS-B predstavuje taktiež určitú vrstvu, i keď zatiaľ iba informačného charakteru. Táto kombinácia rieši dve potreby naraz, rozširovanie pokrytia služieb RLP a Európskou komisiou danú potrebu zaviesť systém ADS-B.

Infraštruktúra WAM v Českej republike je rozdelená na tri clustery:

1- P3D-LKPR (Pražský cluster) nachádza sa v ňom 10 prijímačov a je navrhnutý na pokrytie TMA Praha, jeho maximálny dosah 120 NM okolo Letiska Václava Havla Praha, Ruzyně.

2-P3D-LKTB (Brnenský cluster) nachádza sa v ňom 7 prijímačov a je navrhnutý na pokrytie TMA Brno, jeho maximálny dosah je 80 NM okolo Letiska Brno Tuřany.

3-P3D-LKMT (Ostravský cluster) nachádza sa v ňom 11 prijímačov a je navrhnutý na pokrytie TMA Ostrava, jeho maximálny dosah je 80 NM okolo letiska v Ostrave.

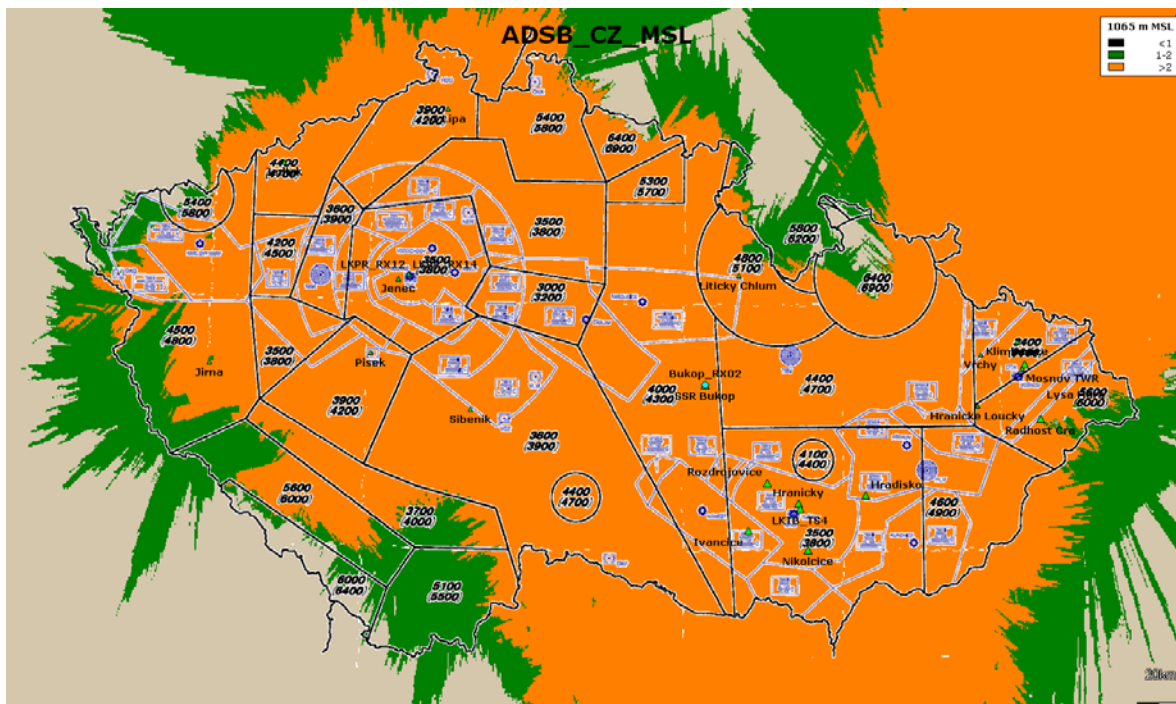
Všetky tri systémy WAM sú schopné prijímať vysielanie ADS-B OUT, čo je pre systém ADS-B kľúčové. Aby systém WAM podporoval službu ADS-B potreboval doplniť o určité komponenty. Sú nasledovné:

- ADS-B server
- Spojenie trinástich prijímačov zo systému WAM\*
- Desať funkčných filtrov
- Šesť geografických (3D) filtrov
- WAM/ADS-B porovnávač polohy

\*Dohromady je prijímačov WAM v Českej republike 28, avšak ADS-B OUT nepotrebuje toľko prijímačov ako WAM, keďže naraz potrebuje „vidieť“ iba jednu prijímaciu stanicu. Preto stačí, keď vysielanie ADS-B OUT sleduje iba trinásť staníc, toto stačí pre celú republiku aj s bezpečnostnou rezervou príjmu aspoň dvoch staníc naraz.

Ďalej nasleduje mapa pokrytia Českej republiky systémom ADS-B v letovej hladine FL 030. Oranžová farba ukazuje pokryté územie viac ako dvomi prijímačmi. Zelená farba ukazuje pokryté územie jedným až dvomi prijímačmi. Čierna farba ukazuje územie nepokryté prijímačmi.





Obrázok 34 Mapa pokrytia Českej republiky systémom ADS-B [9]

## 5 Problémy spojené so zavádzaním systému ADS-B

### 5.1 Obecný popis kapitoly

Zavádzanie systému ADS-B sa dotklo rozsiahleho spektra účastníkov letovej prevádzky, zložiek zabezpečujúcich letové prevádzkové služby, leteckých dopravcov a pod. Proces zavádzania je zložitý, monitorovaný a počas vlastného procesu majú jeho účastníci možnosť vyjadriť sa. Ako každá nová vec, či služba aj nariadenie 1207/2011 a s ním spojený systém ADS-B má „svoje muchy“, práve preto sa organizujú rôzne zasadania a meetingy, kde majú dotknuté strany možnosť vyjadriť svoje názory, či postrehy, ktoré sú vypočítané a v prípade opodstatnenia nasledujú náležité opatrenia. Bolo nám umožnené preštudovať dokumenty zo zasadaní EUROCONTROLU a CASCADE a budeme vychádzať z poznatkov získaných „priamo od zdroja“.

Táto kapitola sa bude venovať zisteným problémom pri zavádzaní systému ADS-B a vôbec problematike konceptu Single European Sky. Predstava jednotného európskeho neba je veľmi pekná a znie jednoducho, no čoskoro bude objasnené, že v zložitej a komplexnej mašinérii letectva to zas tak jednoduché nie je.

### 5.2 Kľúčové dátumy zavedenia

Pre jasnosť ďalej pojednávanej problematiky pripomenieme dva kľúčové dátumy, týkajúce sa systému ADS-B spomínané v kapitole štyri. Prvým je 8. január 2015. Lietadlá ťažšie ako 5700Kg MTOM, alebo majúce pravú vzdušnú rýchlosť vyššiu ako 250 uzlov, vyrobené od tohto dňa musia byť schopné funkcie ADS-B OUT. Druhým dátumom je 7. december 2017, od kedy musia byť všetky lietadlá ťažšie ako 5700Kg MTOM, alebo lietadlá s CAS vyššou ako 250 kts, vybavené funkciou ADS-B OUT.

Požiadavky sú jasne dané, ich splnenie však nesie isté komplikácie...

### 5.3 Vlastné problémy spojené so zavádzaním

#### a/ Termíny

Certifikačné špecifikácie (CS ACNS) pre lietadlové vybavenie boli schválené 17. decembra 2013, dva roky po nariadení, pričom dva roky sú málo medzi vydaním certifikačnej špecifikácie a implementáciou. Preto je prakticky nemožné vybavovať nové lietadlá schválenými systémami splňujúcimi CS ACNS od 8. januára 2015. Na výrobu lietadla, ktoré sa uvedie do prevádzky začiatkom roku 2015 je potrebný tiež určitý čas. Servisné bulletiny leteckých výrobcov a certifikované vybavenie, ktoré by splňovalo nariadenie zatiaľ nie je k dispozícii, jeho dostupnosť sa odhaduje najskôr okolo rokov 2015/2016. Z praktického hľadiska je zbytočné vybavovať lietadlá takto skoro schopnosťou ADS-B.

## **b/ Nemožnosť využit' informácie získané z ADS-B OUT**

Z pohľadu opačnej strany mince tu nie je žiadne nariadenie udávajúce službám riadenia letovej prevádzky povinnosť, či formu, ako informácie získané z vysielania lietadiel využiť. Tieto informácie sú iba informačného charakteru a riadiaci ich nemôže vierohodne použiť. Samozrejme sa v Európe plánuje ich „certifikované“ využitie, to je však budúcnosť. Pre jasnosť, absencia povinnosti využiť navigačné informácie neznamená, že sa nestavia pozemná infraštruktúra RLP, alebo že RLP nezavádza systém. Kapitola 5 je toho dôkazom, zatiaľ je tu istá absencia využitia týchto informácií, ktorá sponchybňuje otázku nutnosti vybavenia lietadiel systémom ADS-B do takto skorého termínu. Prečo je to tak? Na trhu je množstvo systémov ADS-B, ktoré nie sú certifikované, či už z predchádzajúcej fázy testovania, keď certifikačné požiadavky neexistovali, alebo sú to lacné systémy určené pre všeobecné letectvo a ultraighty. Z jednej strany je to výhoda, pretože systém je v určitej forme prevádzky, testuje sa a poskytuje svoje výhody pilotom týchto lietadiel, avšak vo vzdušnom priestore lietajú lietadlá s certifikovaným systémom ADS-B, ale taktiež lietadlá ktoré tento systém certifikovaný nemajú. Tento fakt predstavuje značný problém, ktorý znepokojuje pracovníkov ATS a EUROCONTROLU už dlhšiu dobu. Totižto systém ADS-B nemá možnosť informovať pri svojom vysielaní okolie o tom, či je certifikovaný alebo nie. Je kľúčové vyriešiť tento problém, pretože, až bude systém ADS-B využívaný ako zdroj polohovej informácie pre riadenie letovej prevádzky budú musieť byť informácie z necertifikovaných zdrojov vyfiltrované zo systému riadenia letovej prevádzky.

## **c/ Nedostatok motivácie dopravcov**

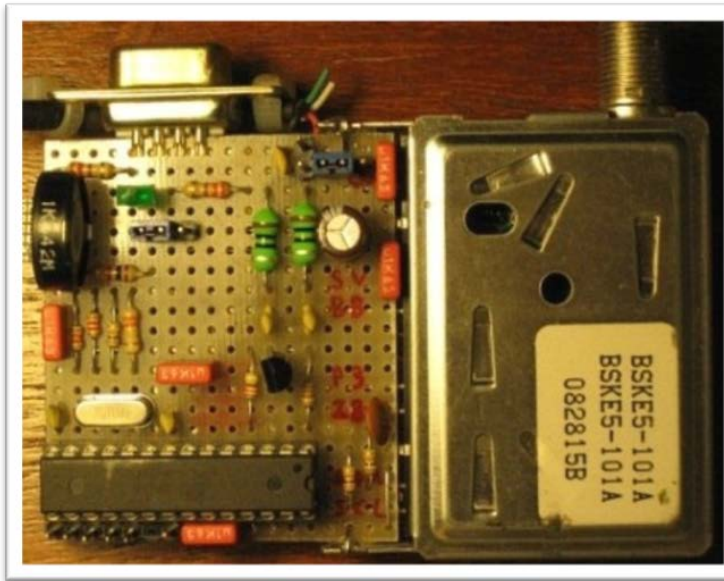
Inštalácia systému ADS-B na palubu lietadla je nákladná záležitosť, hlavne pre staršie typy lietadiel. Jednak kúpa a inštalácia systému a následné prestroje stoja nemalé finančné zdroje. Prevádzkovatelia však nevidia reálnu návratnosť investície. ADS-B samozrejme má funkcie veľmi výhodné pre posádky aj prevádzkovateľov, certifikovaná je ale zatiaľ iba funkcia ADS-B OUT, ktorá zatiaľ nemá značné využitie. Vierohodné využívanie ostatných funkcií systému vo „veľkej“ doprave nie je realizované, pretože ostatné funkcie systému zatiaľ nie sú certifikované. Pre menšie lietadlá sú tieto necertifikované funkcie prínosom, avšak nemajú povinnosť mať inštalovaný systém ADS-B ani odpovedač Mode SES. Doplnenie týchto komponentov na palubu zostáva na iniciatíve prevádzkovateľa a preto predpokladám malé využitie v letectve GA a ultraľahkých lietadiel.

## **d/ Stála potreba PSR/SSR/WAM**

ADS-B môže byť bezpečne použité ako jediný prostriedok prehľadu iba v prípade 100% vybavenia systémom ADS-B užívateľmi vzdušného priestoru, avšak súčasné nariadenie neudáva povinnosť všetkým lietadlám letiacim IFR mať certifikovaný systém ADS-B. Je teda jasné, že potreba primárnych a sekundárnych radarov popri prípade systémov WAM naďalej pretrváva. Zoberieme si príklad z Austrálie, kde sa vo vnútrozemí pre riadenie používa výlučne systém ADS-B. V tejto krajine lietadlá letiace v priestore iba s krytím ADS-B musia byť týmto systémom vybavené.

## e/ Pohltie falošnými cieľmi

Ďalšia nevýhoda systému spočíva v jeho „otvorenosti“. Informácie z vysielačov sa dostanú ku komukoľvek s prijímačom. Takýto prijímač je možné si zakúpiť a sledovať prevádzku okolo seba. Poprípade je možné si ho amatérsky vyrobiť z DVBT digitálneho televízneho tuneru. Problém ale nespočíva v tom, že si nadšenec doma postaví prijímač. Riziko tkvie v tom, že kanály ADS-B nie sú nejako obzvlášť zložito šifrované. Relatívne „obyčajný človek“ môže vysielať falošné signály a tak zahliť ATC napríklad tisíckou falošných cieľov. V horšom prípade vytvoriť zrážku. Tento problém sa bude musieť pri tomto systéme riešiť.



Obrázok 35 Amatérsky postavený prijímač ADS-B

## f/ Nemožnosť overenia správnosti polohy

Primárny radar určuje polohu cieľa na základe dvoch informácií. V prvom rade určí radiálu, na ktorej sa lietadlo nachádza, toto sa deje nasledovným spôsobom: Počas svojho otáčania vysiela impulzy a čaká na odrazy, pokiaľ odraz príde, radar

zaznamená uhol svojho natočenia vzhľadom k magnetickému severu. Takto sa zistí radiála, na ktorej je cieľ. Presná poloha na radiále sa vypočíta na základe času, za ktorý impulz urazil cestu k cieľu a späť.

Sekundárny radar pracuje na rovnakom princípe ako radar primárny, s tým rozdielom že sekundárny radar vyšle „otázku“ a pokiaľ ju zachytí nejaký kooperujúci cieľ, ten vyšle odpoveď. SSR teda pracuje systémom otázka-odpoveď. Jeho výhoda spočíva v podstatne nižšej energetickej náročnosti a možnosti prenosu informácií prostredníctvom dátových kanálov. Nevýhoda oproti PSR je, že ciele musia kooperovať.

Pasívne multilaterálne systémy určujú polohu na základe zachytenia signálov SSR pomocou aspoň troch vysielačov a určia polohu cieľa na priesečníku troch hyperbol. Pre zaistenie bezpečnosti prevádzky je nutné, aby signály SSR u MLAT systémov zachytili vždy aspoň štyri stanice, pretože v prípade výpadku jednej stanice sa zachováva plná funkčnosť systému.

Systém ADS-B určuje polohu cieľa prostredníctvom palubného prijímača GNSS. Funguje to pomerne jednoducho. Palubná jednotka GNSS určí polohu lietadla a systém ADS-B ju následne vyšle do okolitého priestoru, kde je zachytená pozemnou stanicou ADS-B a vyslaná do centra riadenia letovej prevádzky a následne spracovávaná rôznymi systémami až sa nakoniec dostane na obrazovku riadiaceho.

Vrátme sa ale ku problému, čo sa týka systému ADS-B. U primárneho aj sekundárneho radaru je krajne nepravdepodobné, aby radar určil polohu absolútne zle. V prípade majoritnej poruchy radar neurčí polohu vôbec, avšak pokiaľ ju nejako určí, nemôže byť absolútne chybná. MLAT systémy pracujú vždy s viacerými prijímačmi rozmiestnenými pomerne ďaleko od seba v teréne, takže je tiež nepravdepodobná porucha viacerých prijímačov naraz a určenie absolútne zlej polohy. U systému ADS-B sa poloha určuje prostredníctvom palubného systému GNSS, ta je následne vyslaná systémom ADS-B do priestoru. V prípade, že lietadlo letí v oblasti, kde je iba krytie ADS-B, neexistuje spôsob, ako určenú polohu overiť. Ani zvyšovanie počtu pozemných staníc, ani znásobenie palubných prijímačov GPS nedokáže odstrániť tento problém pokiaľ nastane chyba v službe GNSS mimo palubu lietadla.

## 6 Návrh riešenia problémov pri zavádzaní systému ADS-B

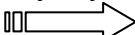
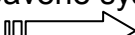
### 6.1 Popis kapitoly

V predchádzajúcej kapitole boli popísané problémy, ktoré sa vyskytli pri zavádzaní systému ADS-B. Obsahom tejto kapitoly bude návrh riešenia týchto ťažkostí, ktoré sú jednotlivito uvedené v bodoch a/ až h/ kapitoly 5.3.

### 6.2 Návrh riešenia problémov spojených so zavádzaním systému ADS-B

#### a/ Termíny

Termín inštalácie palubných komponentov ADS-B podľa aktuálne platného nariadenia 1207/2011 je nereálny a prakticky nedosiahnuteľný. Práve preto bol hlavnou témou posledného EUROCONTROL workshopu, ktorý sa zaoberal tematikou tohoto nariadenia 1207/2011. Dohodlo sa nasledovné posunutie termínov :

- Novo vyrobené lietadlá musia byť vybavené systémom ADS-B od:  
-pôvodne 8.1.2015  zmenené na 8.6.2016
- Všetky lietadlá musia byť vybavené systémom ADS-B od:  
-pôvodne 7.12.2017  zmenené na 7.6.2019

pozn. Platí pre lietadlá s MTOV väčšou ako 5700Kg, alebo PVR vyššou ako 250kts

Nové termíny sú trochu benevolentnejšie, avšak stále je času málo.

Na pozemnej infraštruktúre ADS-B sa taktiež intenzívne pracuje, no veľká časť územia Európy pokrytie ešte stále nemá. Je ťažké určiť termín, dokedy sa potrebné krytie zabezpečí už len z dôvodu rôznorodosti krajín EÚ. Ako príklad uvedieme dve susedné krajiny, Českú republiku a Slovensko. Česká republika má pokryté prakticky celé územie systémom ADS-B aj WAM, no Slovensko má iba jednu stanicu v skúšobnej prevádzke. Podľa našich odhadov bude úplné pokrytie až okolo roku 2020 a aj tento termín považujeme za optimistický, keď vezmeme do úvahy, ako dlho trvalo krajinám s funkčným systémom ADS-B jeho zavádzanie. Každopádne v roku 2020 bude značná časť lietadiel v prevádzke vybavená systémom ADS-B, takže je na mieste aby pozemná infraštruktúra bola sprevádzkovaná na čo najrozsiahlejšom území.

#### b/ Nemožnosť využiť informácie získané z ADS-B OUT

Zatiaľ nie je možné považovať informácie získané zo systému ADS-B za vierohodné. Na informácie o polohe lietadla musí byť absolútne spoľahnutie. EUROCONTROL v spolupráci s ostatnými dotknutými stranami plánuje riešiť problém s rozlíšením lietadiel s certifikovaným a necertifikovaným vybavením ADS-B pomocou ICAO letových plánov, v ktorých bude udaná informácia o schopnostiach a certifikácii systému ADS-B. Je známe, že najpoužívanejší

systém GNSS je GPS, tento systém funguje pomerne dlho a dá sa ho považovať za vierohodný zdroj navigačných informácií. Pre zaistenie potrebnej miery bezpečnosti v letectve sám o sebe však nestačí. Domnievame sa, že je nutné využiť aspoň dva satelitné navigačné systémy. V dnešnej dobe pracujú štyri globálne navigačné satelitné systémy, sú to GPS, Galileo, GLONASS a Čínsky Beidou neskôr Compass. Za plne funkčný systém sa dá považovať systém GPS a GLONASS. V prípade GLONASSu je tu problém s dostupnosťou palubných prístrojov, avšak považujeme to za otázku času. Je kľúčové plnohodnotne využívať aspoň dva takéto systémy. Potom bude možné inštalovať na paluby lietadiel viac ako jeden systém GNSS. Tento krok zabezpečí značné zvýšenie bezpečnosti. Informácie z jednotlivých systémov budú môcť byť navzájom porovnané a kontrolované. Sme presvedčení že pokiaľ bude mať systém ADS-B dva certifikované zdroje informácií o svojej polohe, bude môcť poskytovať plnohodnotné informácie pre riadenie letovej prevádzky.

### **c/ Nedostatok motivácie dopravcov**

Dopravcovia by si mali uvedomiť, že pokrok sa zastaviť nedá, naopak zákonodarcovia si musia byť vedomí faktu, že čo vymyslia, druhých stojí nemalé finančné prostriedky. Jedná sa o krehkú rovnováhu, ktorú je náročné udržať. V prípade systému ADS-B bola táto rovnováha trochu narušená dojmom dopravcov, že inštaláciou systému ADS-B toho veľa nezískajú, zároveň cítia „nespravodlivosť“, pretože zložky RLP nemajú nariadené zavádzanie ADS-B. Spočiatku to bude asi vyzeráť, že dopravcovia majú pravdu, no časom sa systém vyladí, doplní sa o funkcie, ktoré sú dnes iba víziou vedcov, certifikuje sa v rámci celého svojho potenciálu a potom sa skutočne objasní, či sa jednalo o „predraženú hračku“, alebo o zariadenie neba 21. storočia. Podľa nás tento systém bude obrovským prínosom pre letectvo v celom svojom spektre, pretože prináša nevídané možnosti v celej rade úloh. Samozrejme ľudia majú potenciál brániť sa novým veciam a vývoj leteckého vybavenia je tiež proces náročný a dlhý, no nakoniec prináša úspechy, za ktoré to stojí vydržať.

### **d/ Stála potreba PSR/SSR/WAM**

Je faktom, že systém ADS-B je veľmi mladý. Čím ďalej centrálnější spôsob riadenia krajín prináša mnohokrát doposiaľ nevídané zmeny. Je skutočne neobvyklé, aby sa v letectve začal skoro hromadne zavádzať systém, ktorý ešte nedávno nebol plne certifikovaný, avšak potenciálny prínos systému ADS-B je veľmi veľký a podľa toho sa postupuje aj s jeho zavádzaním. Zatiaľ nie je povinné zavádzanie systému ADS-B pre všetky lietadlá a pretrváva potreba SSR/PSR/MLAT systémov, faktom však je, že ADS-B je vo fáze testovania a certifikácie svojich komponentov. Bez skúseností z prevádzky nie je možné systém plne otestovať. Potrvá ešte relatívne dlho, kým sa systém poriadne odskúša a plne certifikuje. Dovtedy bude skutočne pretrvávajúť potreba ostatných systémov prehľadu. Ba aj po plnej certifikácii ADS-B budeme ostatné systémy prehľadu potrebovať pre viacvrstvové pokrytie priestorov s hustou prevádzkou a malými rozstupmi, no vzdušné priestory kde nie je efektívne, či ekonomické inštalovať iné systémy prehľadu ako ADS-B, budú týmto systémom pokryté

a bude sa na jeho informácie môcť plne spoľahnúť. Takto to je už dnes riešené v nejednej krajine.

#### **e/ Pohltie falošnými cieľmi**

Jedna zo slabín ADS-B je riziko, že nejaký rádioamatér, či skúsený elektrotechnik so zlými úmyslami pohltí systém falošnými cieľmi. Riešenie tohoto problému je dlhodobého charakteru a vyzerá to tak, že s týmto faktom sa bude potrebné dočasne zmieriť. V plánoch 2030+ je zahrnutá možnosť opustiť mode S, prejsť na fázovú moduláciu a celkovo zmeniť štruktúru signálu kvôli zvýšeniu bezpečnosti, zvýšeniu kapacity a väčšiemu informačnému obsahu, avšak dnešná diskusia o týchto plánoch je iba polemikou.

#### **f/ Nemožnosť overenia správnosti polohy**

Možnosť overenia polohy zostáva nutnosťou hlavne v priestoroch s hustou prevádzkou, kde je potreba viacnásobného krytia. Pre priestory, kde bude stačiť jedna vrstva krytia systémom ADS-B, bude podľa nás postačujúce, keď budú na palube aspoň dva satelitné navigačné systémy, napríklad GLONASS a GPS. Informácie z týchto systémov sa dajú krížovo kontrolovať, čo podstatne znižuje riziko absolútnej chyby. Viacnásobné krytie povrchu je samozrejme bezpečnejšie a vhodnejšie, no bez prijateľnej miery rizika to asi nepôjde.



## 7 Pohľad do budúcnosti

### 7.1 Pohľad na aktuálny stav

ADS-B je na počiatku svojho pôsobenia v letectve. Zatiaľ z globálneho hľadiska nie je úplne jednotný. Svojim užívateľom spôsobuje viac komplikácií ako úžitku, avšak zavedenie každého nového systému takéhoto rozsahu je zložitou záležitosťou. Benefity tohoto systému už využívajú na nejednom území sveta a sú za ne veľmi radi. Na týchto územiach, kde bolo možné iba procedurálne riadenie, dnes riadiaci vidia prevádzku na svojich monitoroch. Lietadlá vybavené úplnými systémami ADS-B, teda aj funkciou ADS-B IN sa vidia navzájom, prostredníctvom zobrazovačov ADS-B, čo im pomáha pri vytváraní rozstupov pokiaľ nie sú v riadenom vzdušnom priestore. Funkcia TIS-B sa testuje pre plnohodnotné využitie, aby jej pomocou bolo možné posielat' dôležité informácie na paluby lietadiel a takto sa odľahčili komunikačné kanály. Služba ADS-B sa plánuje rozširovať do nevídaných možností, bude treba síce spoluprácu a veľa vyriešených problémov, avšak to prinesie jednotnejšie a bezpečnejšie globálne nebo.

### 7.2 Pohľad do budúcnosti

ADS-B bol vyvinutý pre územia, kde je príliš nákladné, alebo nemožné zaviesť iné systémy prehľadu. Na mnohých takýchto územiach sa aj zaviedol a jeho aktuálne zavádzanie dosahuje globálne rozmery. V budúcnosti by mal nahradiť väčšinu konvenčných sledovacích systémov a prostredníctvom plánovaného kozmického segmentu by mal pokryť spočiatku rozsiahle územia oceánov a neskôr celý povrch planéty, ako je to napríklad u systému GPS. Na prenos informácií sa z veľkej väčšiny používa dátový kanál 1090 MHz Mode S ES. V USA sa v letectve GA stretáme aj s UAT, no v celosvetovom merítku sa používa mód S ES. Vo vzdialenejšej budúcnosti 2030+ sa plánuje prejsť na iný dátový kanál s úplnou fázovou moduláciou, kvôli väčšej kapacite, rýchlejšiemu prenosu dát a zvýšenej bezpečnosti dátového kanálu. V USA je plán od roku 2020 zaviesť povinné vybavenie prakticky všetkých lietadiel systémom ADS-B, Európa je v tomto smere trochu benevolentnejšia, avšak normy sa postupne zjednocujú, takže európske územie čaká rovnako plné zavedenie na všetkých lietadlách. Približne po roku 2025 by mohlo byť používanie systémov ADS-B rovnako bežné, ako sa dnes bežne používajú radary či GNSS.

## 8 Závěr

Systém ADS-B je mladou technologií s velkým potenciálem. Svoju užitočnost už preukázal na mnohých územích sveta a rozširuje sa rýchlo ďalej. V mojej práci som ukázal, z čoho sa skladá, ako funguje a objasnil som aj legislatívnu základňu spojenú s ADS-B. Utvoril som prehľad jeho zavádzania v Európe, poukázal na problémy s ním spojené a následne navrhol ich riešenie. ADS-B sa zavádza globálne po celom svete. Je s ním spojených mnoho ťažkostí a jeho užívateľom sa môže na prvý pohľad zdať, že prínos nie je adekvátny výdajom. Opak je však pravdou. Po úplnej implementácii ADS-B do vzdušného priestoru bude možné sledovať prevádzku prakticky kdekoľvek, pri nižších nákladoch ako je tomu dnes. Podstatne sa odľahčia komunikačné kanály, vďaka digitálnemu prenosu informácií medzi palubami a službami RLP. Vyobrazenie okolitej prevádzky na palube zároveň prinesie významné zvýšenie bezpečnosti. Na záver musím konštatovať, že sa skutočne jedná o veľmi sofistikovaný a prepracovaný systém, ktorý ponúka elegantné riešenia na mnohé nedostatky v letectve. Jeho zavádzanie je síce náročné a plné prekážok, no jedná sa o systém, ktorý môže byť tak zásadný, ako globálne navigačné satelitné systémy.

**ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV**

- [1] ADS-B OUT [online]. [cit.2014-04-19]. Dostupné z: <[www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles](http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles)>.
- [2] Aircom system model:Interferences [online]. 14.march 2013 [cit.2014-04-20]. Dostupné z:< <http://www.airbus-fyi.com/teams/1399>>.
- [3] [www.caa.int](http://www.caa.int).
- [4] EUROCONTROL ADS-B/WAM Deployment plan 15.04.2013.
- [5] EUROCONTROL Network view, Workshop on SPI IR, Rob Stewart, Head of Surveillance and Code Coordination Unit, NMD, 07.march.2014.
- [6] <[www.eurocontrol.int](http://www.eurocontrol.int)>.
- [7] Vykonávacie Nariadenie komisie (EÚ) č. 1207/2011 z 22.11. 2011, ktorým sa ustanovujú požiadavky na výkonnosť a interoperabilitu sledovania pre jednotné európske nebo.
- [8] Pék, V. Využití informace z ADS-B v pasivních multilateračních systémech. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta aplikovaných věd, 2008. Vedoucí diplomové práce Prof. RNDr. Petr Příklad, CSc.
- [9] Řízení letového provozu České republiky, ADS-B out and WAM Deployment CDTF/4, 13.11.2013.
- [10] Systém ADS-B,[online] . [cit.2014-04-20]. Dostupné z: <<http://www.seradata.com/SSI/2014/03>>.
- [11] Vosecký, S. Radionavigace. Učební texty pro teoretickou přípravu dopravních pilotů dle předpisu JAR-FCL-1,CERM, Brno 2011. ISBN 978-80-7204-764-2

**ZOZNAM OBRÁZKOV, TABULIEK A GRAFOV**

- Obrázok 1** Lietadlo Wrightových  
**Obrázok 2** Systém CNS  
**Obrázok 3** Systém ADS-B  
**Obrázok 4** Schéma ADS-B systému v smere lietadlo-zem  
**Obrázok 5** ADS-B OUT  
**Obrázok 6** Subsystem ADS-B OUT a Subsystem ADS-B IN  
**Obrázok 7** Schéma 1090 MHz Mode S Extended squitter, autor  
**Obrázok 8** Vlnová charakteristika, autor  
**Obrázok 9** Schéma Universal Access Transceiver (UAT), autor  
**Obrázok 10** VHF Digital Link Mode 4, autor  
**Obrázok 11** Symbol lietadla, autor  
**Obrázok 12** ADS-B zobrazovač, autor  
**Obrázok 13** Systém orgánov, autor  
**Obrázok 14** ADS-B/WAM v Európe  
**Obrázok 15** ADS-B/WAM Rakúsko  
**Obrázok 16** ADS-B/WAM Bulharsko  
**Obrázok 17** ADS-B/WAM ČR  
**Obrázok 18** ADS-B/WAM Cyprus  
**Obrázok 19** ADS-B/WAM Dánsko  
**Obrázok 20** ADS-B/WAM Fínsko  
**Obrázok 21** ADS-B/WAM Francúzsko  
**Obrázok 22** ADS-B/WAM Francúzsko  
**Obrázok 23** ADS-B/WAM Nemecko  
**Obrázok 24** ADS-B/WAM Grécko  
**Obrázok 25** ADS-B/WAM Island  
**Obrázok 26** ADS-B/WAM Lotyšsko  
**Obrázok 27** ADS-B/WAM Holandsko  
**Obrázok 28** ADS-B/WAM Nórsko  
**Obrázok 29** ADS-B/WAM Portugalsko  
**Obrázok 30** ADS-B/WAM Rumunsko  
**Obrázok 31** ADS-B/WAM Španielsko  
**Obrázok 32** ADS-B/WAM Švédsko  
**Obrázok 33** ADS-B/WAM Anglicko  
**Obrázok 34** Mapa pokrytia Českej republiky systémom ADS-B  
**Obrázok 35** Amatérsky postavený prijímač ADS-B

- Tabuľka 1** Hodnotenie systémov, autor  
**Tabuľka 2** Informácia o okolitej prevádzke, autor  
**Tabuľka 3** Zavádzanie ADS-B v Rakúsku  
**Tabuľka 4** Zavádzanie ADS-B v Bulharsku  
**Tabuľka 5** Zavádzanie ADS-B v ČR  
**Tabuľka 6** Zavádzanie ADS-B na Cypre  
**Tabuľka 7** Zavádzanie ADS-B v Dánsku  
**Tabuľka 8** Zavádzanie ADS-B vo Fínsku  
**Tabuľka 9** Zavádzanie ADS-B vo Francúzsku

<b>Tabuľka 10</b>	Zavádzanie ADS-B v Nemecku
<b>Tabuľka 11</b>	Zavádzanie ADS-B v Grécku
<b>Tabuľka 12</b>	Zavádzanie ADS-B na Islande
<b>Tabuľka 13</b>	Zavádzanie ADS-B v Taliansku
<b>Tabuľka 14</b>	Zavádzanie ADS-B v Lotyšsku
<b>Tabuľka 15</b>	Zavádzanie ADS-B v Holandsku
<b>Tabuľka 16</b>	Zavádzanie ADS-B v Nórsku
<b>Tabuľka 17</b>	Zavádzanie ADS-B v Portugalsku
<b>Tabuľka 18</b>	Zavádzanie ADS-B v Rumunsku
<b>Tabuľka 19</b>	Zavádzanie ADS-B v Španielsku
<b>Tabuľka 20</b>	Zavádzanie ADS-B vo Švédsku
<b>Tabuľka 21</b>	Zavádzanie ADS-B v Turecku
<b>Tabuľka 22</b>	Zavádzanie ADS-B v Anglicku
<b>Tabuľka 23</b>	Prehľad európskych ADS-B a WAM senzorov

**Graf 1** Počet staníc ADS-B a WAM v EÚ

**ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK**

<b>Skratka</b>	<b>Anglický význam</b>	<b>Slovenský význam</b>
ACAS	Airbone Collision Avoidance System	Palubný protizrážkový systém
ADF	Automatic Direction Finder	Atomatický rádiový zameriavač
ADS	Automatic Dependent Surveillance	Automatické závislé sledovanie
ADS-B	Automatic Dependent Surveillance-Broadcast	Automatické závislé sledovanie-vysielanie
ADS-B APP	ADS-B Approach	ADS-B priblíženie
ADS-B NRA	ADS-B in non-Radar Area	ADS-B v priestore bez radarového pokrytia
ADS-B RAD	ADS-B Surveillance in Radar Airspace	ADS-B prehľad v radarovom priestore
ADS-R	Automatic Dependent Surveillance-Rebroadcast	Automatické závislé sledovanie-preposlanie
ANS	Air Navigation Service	Letecké navigačné služby
APP	Approach	Priblíženie
ATC	Air Traffic Control	Riadenie letovej prevádzky
ATIS	Automatic Terminal Information Service	Automatická informačná služba v koncovej riadenej oblasti
ATM	Air Traffic Management	Manažment letovej prevádzky
ATN	Aeronautical Telecommunication(s) Network	Letecká telekomunikačná sieť
ATS	Air Traffic Services	Letové prevádzkové služby
AWR	Airbone Weather Radar	Palubný meteorologický radar
CAA	Civil Aviation Authority	Letecký úrad
CAS	Calibrated Air Speed	Kalibrovaná vzdušná rýchlosť
CASCADE	Cooperative ATS through Surveillance and Communications Applications Deployed in ECAC	Program Erocontrolu na zavádzanie systémov ADS-B a WAM
CNS	Communication, Navigation&Surveillance	Komunikácia, navigácia a prehľad
ČR		Česká republika
DME	Distance Measuring Equipment	Merač vzdialenosti
DNS	Doppler Navigation System	Dopplerov navigačný systém
DVBT	Digital Video Broadcast Tuner	Digitálny televízny tuner
EAS	Equivalent Air Speed	Ekvivalentná vzdušná rýchlosť

EASA	European Aviation Safety Agency	Európska agentura pre bezpečnosť v letectve
EATCHIP	European Air Traffic Control Harmonisation and Integration Programme	Európsky program pre harmonizáciu a integráciu riadenia letovej prevádzky
EATMN	European Air Traffic Management Network	Európska sieť služieb riadenia letovej prevádzky
EATMP	European Air Traffic Management Program	Európsky program ATM
EC	European Commission	Európska komisia
ECAC	European Civil Aviation Conference	Európska komisia pre civilné letectvo
EFIS	Electronic Flight Instrument system	Elektronický letový inštrumentálny systém
EHSI	Electronic Horizontal Situation Indicator	Elektronický indikátor horizontálnej polohy
ES	Extended Squitter	Rozšírený dotazovací signál
EÚ	European union	Európska únia
FAA	Federal Aviation Administration	
FANS	Future Air Navigation systems	Letecké navigačné systémy budúcnosti
FIS-B	Flight Information Service-Broadcast	Letová informačná služba-všesmerove vysielaná
FL	Flight Level	Letová hladina
GA	General Aviation	Všeobecné letectvo
GLONASS	Russian Global Navigation Satellite System	Ruské GNSS
GNSS	Global Navigation Satellite System	Globálny družicový navigačný systém
GPS	Global Positioning System	Americké GNSS
ICAO	International Civil Aviation Organisation	Medzinárodná organizácia pre civilné letectvo
IFF	Identification Friend or Foe	Identifikácia IFF
IFR	Instrument Flight Rules	Podmienky pre let za viditeľnosti
ILS	Instrument Landing System	Systém prístrojového priblíženia
INS	Inertial Navigation System	Inerciálny navigačný systém
IRS	Inertial Reference System	Inerciálny referenčný systém
ITU-R	International Telecommunications Union-Radio	Medzinárodná telekom. únia
JU	Joint Undertaking	Spoločný podnik

LF	Low Frequency	Krátke vlny
LORAN/DECCA	Long Range Air Navigation	Navigačné zariadenie na veľké vzdialenosti
LPS	Slovakia ATC Authority	Letové Prevádzkové Služby SR
MF	Medium Frequency	Stredné vlny
MLAT	Multilateration	Multilaterácia
MLS	Microwave Landing System	Mikrovlnný systém prístrojového priblíženia
MSO	Message Start Opportunity	
MTOM	Maximum Take-Off Mass	Maximálna vzletová hmotnosť
NDB	Non-directional Radio Beacon	Nesmerový rádiomaják
NM	Nautical mile	Námorná míľa
NOTAM	Notice to Airmen	Poznámka pre letcov
NRA	Non-Radar Airspace	Vzdušný priestor bez radarového pokrytia
PSR	Primary Surveillance Radar	Primárny prehľadový radar
PVT	Position, Velocity and Time	Pozícia, rýchlosť, čas
RAD	Radar	radar
RLP	Air Navigation Services	Riadenie letovej prevádzky
RNAV	Area Navigation	Priestorová navigácia
RNZ		Rádionavigačné zariadenie
ŘLP ČR, s.p.		Riadenie letovej prevádzky Českej republiky, štátny podnik
SES	Single European Sky	Jednotné európske nebo
SESAR	Single European Sky ATM Research (Programme)	Program výskumu nových technológií ATM pre SES
SSR	Secondary Surveillance Radar	Sekundárny prehľadový radar
STDMA	Self-Organising Time Division Multiplex Access	
SVD		Smerový vyžarovací diagram
TA	Traffic Advisory	Prevádzkové doporučenia
TCAS	Traffic alert and collision avoidance System	Prevádzkový výstražný protizrážkový systém
TIS-B	Traffic Information Service-Broadcast	Dopravná informačná služba-všesmerovo vysielaná
TMA	Terminal Control Area	Koncová riadená oblasť
UAT	Universal Access Transceivers	



USA	United States of America	Spojené štáty americké
ÚCL		Úrad civilného letectva
VDF	VHF Direction Finder	Pozemný rádiový zameriavač
VDL	VHF Digital/Data Link	
VFR	Visual Flight Rules	Podmienky pre let za viditeľnosti
VHF	Very high frequency	Veľmi krátke vlny
VKV		Veľmi krátke vlny
VOR	Very High Frequency Omnidirectional Radio Range	VKV smerový rádiomaják
WAM	Wide Area Multilateration	Multilateračný zameriavací systém

## ZOZNAM PRÍLOH

1. Vykonávacie Nariadenie Komisie (EÚ) č.1207/2011 z 22. novembra 2011, ktorým sa ustanovujú požiadavky na výkonnosť a interoperabilitu sledovania pre jednotné európske nebo

## Príloha č.1