

HLAVA 12 – RADIOSTANICE S UNIVERZÁLNÍM PŘÍSTUPEM (UAT)

12.1 DEFINICE A CELKOVÁ CHARAKTERISTIKA SYSTÉMU**12.1.1 Definice****Bod měření výkonu (PMP) (Power measurement point)**

Anténa je k zařízení UAT připojena kabelem. PMP je na konci tohoto kabelu, který se připojuje k anténě. Není-li uvedeno jinak, uvažuje se, že veškerá výkonová měření jsou prováděna v PMP. Předpokládaná ztráta v kabelu spojujícím zařízení UAT s anténou je 3dB.

Obsluhovaný objem (Service volume)

Část pokrytí zařízení, kde zařízení poskytuje určitou službu v souladu s příslušnými SARP, a ve které je zařízení povolena kmitočtová ochrana.

Optimální odběrný bod (Optimum sampling point)

Optimální odběrný bod přijímaného UAT toku bitů je ve jmenovitém středu každé periody bitů, kdy je posun kmitočtu buď plus, nebo minus 312,5 kHz.

Pseudonáhodný datový blok zprávy (Pseudorandom message data block)

Několik požadavků na UAT stanovuje, že výkonost bude zkoušena pomocí pseudonáhodných datových bloků zprávy. Pseudonáhodné datové bloky zprávy musí mít statistické vlastnosti, které budou téměř neodlišitelné od vlastností skutečného náhodného výběru bitů. Například: každý bit musí mít (téměř) stejnou pravděpodobnost, že jeho hodnota bude JEDNA nebo NULA – nezávisle na okolních bitech. Pro každý typ zprávy musí existovat velký počet pseudonáhodných datových bloků zprávy (základní ADS-B, dlouhá ADS-B či vzestupná ze země), aby byl zajištěn dostatek nezávislých dat pro statistické měření výkonosti. Viz článek 2.3 v Part I dokumentu *Manual on the Universal Access Transceiver (UAT)* (ICAO Doc 9861), kde jsou uvedeny příklady způsobů zajištění vhodných pseudonáhodných datových bloků zprávy.

Radiostanice s univerzálním přístupem (UAT) (Universal access transceiver)

Radiový datový spoj pracující na kmitočtu 978 MHz s modulační rychlostí 1,041667 Mb/s.

Standardní přijímač (Standard receiver)

UAT přijímač pro obecné účely splňující minimální požadavky na potlačení rušení od měřiče vzdálenosti (DME) na přilehlém kmitočtu (podrobnosti viz článek 12.3.2.2).

UAT ADS-B zpráva (UAT ADS-B message)

Zpráva vysílaná každý letadlem jednou za sekundu za účelem předání stavového vektoru a dalších informací. UAT ADS-B zpráva může mít jeden ze dvou tvarů v závislosti na množství informací, které mají být zaslány: *Základní UAT ADS-B zpráva* nebo *Dlouhá*

UAT ADS-B zpráva (definice obou tvarů viz článek 12.4.4.1). Pozemní stanice UAT mohou podporovat vysílání služby provozních informací (TIS-B) prostřednictvím vysílání jednotlivých ADS-B zpráv v ADS-B segmentu UAT rámce.

Úspěšné přijetí zprávy (SMR) (Successful message reception)

Funkce přijímače UAT pro označení přijaté zprávy za platnou pro průchod do aplikace, která používá přijaté UAT zprávy. Podrobný popis postupu, který UAT přijímač používá k potvrzování úspěšného přijetí zprávy naleznete v kapitole 4 v Part I dokumentu *Manual on the Universal Access Transceiver (UAT)* (ICAO Doc 9861).

Vzestupná zpráva UAT ze země (UAT ground uplink message)

Zpráva vysílaná pozemními stanicemi v pozemním segmentu UAT rámce za účelem předání letových informací, jako jsou textová a grafická meteorologická data, doporučení a jiné letecké informace, letadlům, která se nachází v obsluhovaném objemu pozemní stanice (podrobnosti viz článek 12.4.4.2).

Vysoce výkonný přijímač (High performance receiver)

UAT přijímač se zdokonalenou selektivitou (odladivostí) pro další zlepšení potlačení DME rušení vedlejšími kmitočty.

12.1.2 Celkový systém UAT – Charakteristiky palubních a pozemních stanic

Poznámka: Podrobnosti o technických požadavcích týkajících se zavedení UAT SARP jsou obsahem Part I dokumentu Manual on the Universal Access Transceiver (UAT) (ICAO Doc 9861). Part II dokumentu Manual on Universal Access Transceiver (UAT) (ICAO Doc 9861) obsahuje doplňkové podklady.

12.1.2.1 Vysílací kmitočet

Vysílací kmitočet musí být 978 MHz.

12.1.2.2 Stabilita kmitočtu

Radiová frekvence UAT zařízení se nesmí měnit o více než $\pm 0,002$ procenta (20 ppm) od přidělené frekvence.

12.1.2.3 Vysílací výkon**12.1.2.3.1 Úrovně vysílacího výkonu**

UAT zařízení musí pracovat na jedné z výkonových úrovní uvedených níže v tabulce 12-1.

Tabulka 12-1: Úrovně výkonu vysílače

Typ vysílače	Minimální výkon při PMP	Maximální výkon při PMP	Zamýšlené minimální rozsahy letadlo-letadlo
Palubní (nízký)	7 wattů (+38,5 dBm)	18 wattů (42,5 dBm)	20 NM
Palubní (střední)	16 wattů (+42 dBm)	40 wattů (+46 dBm)	40 NM
Palubní (vysoký)	100 wattů (+50 dBm)	250 wattů (+54 dBm)	120 NM
Pozemní stanice	Specifikovaný poskytovatelem služeb tak, aby splnil místní požadavky v rámci omezení stanovených v článku 12.1.2.3.2		

Poznámky:

1. Tři výše uvedené úrovně pro avioniku jsou k dispozici za účelem podpory aplikací s různými nároky na dosah. Viz diskuze třídy UAT výstroje letadel v článku 2.4.2 v Part II dokumentu Manual on the Universal Access Transceiver (UAT) (ICAO Doc 9861).
2. Zamýšlené minimální rozsahy letadlo-letadlo platí pro prostředí s vysokou hustotou letového provozu. V prostředích s nižší hustotou letového provozu budou dosahovány větší dosahy letadlo-letadlo.

12.1.2.3.2 Maximální výkon

Maximální EIRP pro UAT letadlo či pozemní stanici nesmí překročit +58 dBm.

Poznámka: Například maximální výše uvedený EIRP může být způsoben maximálním dovoleným výkonem vysílače letadla, který je uveden v tabulce 12-1 spolu s maximálním ziskem antény o hodnotě 4 dBi.

12.1.2.3.3 Vysílací maska

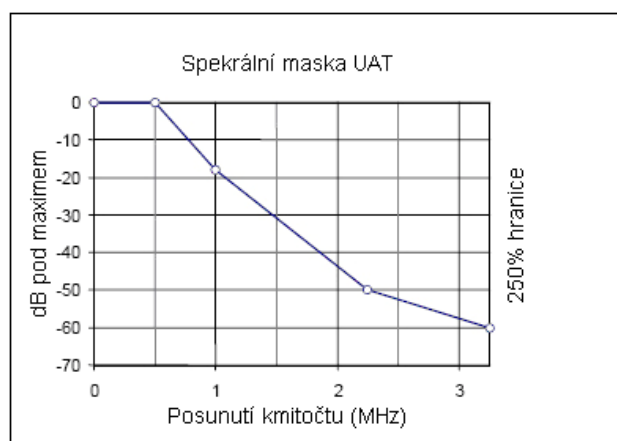
Spektrum vysílání UAT ADS-B zprávy modulované pseudonáhodnými datovými bloky zpráv (MDB) musí být v rámci mezí stanovených v tabulce 12-2, bude-li měřeno ve 100 kHz širokém pásmu.

Poznámka: Obrázek 12-1 je grafickým zobrazením tabulky 12-2.

Tabulka 12-2: Vysílací spektrum UAT

Posuv kmitočtu od středu	Potřebné tlumení z úrovně maximální výkonu (dB měřené na PMP)
Všechny kmitočty v rozsahu 0 – 0,5 MHz	0
Všechny kmitočty v rozsahu 0,5 – 1,0 MHz	Na základě lineární* interpolace mezi těmito body
1,0 MHz	18
Všechny kmitočty v rozsahu 1,0 – 2,25 MHz	Na základě lineární* interpolace mezi těmito body
2,25 MHz	50
Všechny kmitočty v rozsahu 2,25 – 3,25 MHz	Na základě lineární* interpolace mezi těmito body
3,25 MHz	60

*na základě tlumení v dB a lineární kmitočtové stupnice



Obrázek 12-1: Vysílací spektrum UAT

Poznámky:

1. 99 procent výkonu spektra UAT je obsaženo na 1,3 MHz ($\pm 0,65$ MHz). To se zhruba rovná šířce pásma 20 dB.
2. Požadavek na parazitní emise začíná na ± 250 procentech hodnoty 1,3 MHz, proto se požadavek na vysílací masku rozšiřuje na $\pm 3,25$ MHz.

12.1.2.4 Parazitní emise

Parazitní emise musí být udržovány na nejnižší hodnotě, kterou stav techniky a charakter služby umožňují.

Poznámka: Doplněk 3 k Radiotelekomunikačnímu řádu ITU vyžaduje, aby vysílací stanice splňovaly maximální povolené úrovně výkon pro parazitní emise nebo pro nežádoucí vyzařování v parazitní oblasti.

12.1.2.5 Polarizace

Návrhová polarizace vyzařování musí být svislá.

12.1.2.6 Profil čas/amplituda vysílání zprávy UAT

Profil čas/amplituda vysílání zprávy UAT musí splňovat následující požadavky, ve kterých je referenční čas definován jako začátek prvního bitu synchronizační posloupnosti (viz 12.4.4.1.1, 12.4.4.2.1), který se objeví na výstupním portu zařízení.

Poznámky:

1. Veškeré požadavky týkající se výkonu pro níže uvedené pododstavce „a“ až „f“ platí pro PMP. U zařízení, která podporují různé vysílače, musí být výstupní výkon RF na nezvoleném portu antény minimálně 20 dB pod úrovní zvoleného portu.
2. Veškeré požadavky týkající se výkonu pro níže uvedené pododstavce „a“ až „f“ jsou stanoveny za předpokladu šířky měřicího pásma 300 kHz. Veškeré požadavky týkající se výkonu pro níže uvedené pododstavce „b“, „c“, „d“ a „e“ jsou stanoveny za předpokladu šířky měřicího pásma 2 MHz.
3. Začátek bitu je $\frac{1}{2}$ periody bitu před optimálním odběrovým bodem.
4. Tyto požadavky jsou graficky vyobrazeny na obrázku 12-2.

- a) Dříve než 8 period bitu před referenčním časem nesmí výstupní výkon RF v PMP překročit -80 dBm.

Poznámka: Toto omezení nežádoucího vyzářeného výkonu je nezbytné, aby se zajistilo, že vysílací podsystém UAT nezabrání blízko umístěným přijímacím zařízením UAT na stejném letadle splnit jejich požadavky. Předpokládá se, že izolace mezi vysílačem a přijímačem v PMP bude větší než 20 dB.

- b) Mezi 8 a 6 periodami bitu před referenčním časem musí výstupní výkon RF v PMP zůstat minimálně 20 dB pod minimálním výkonem požadovaným pro zařízení třídy UAT.

Poznámka: Podklady k definici zařízení UAT jsou uvedeny v Part II dokumentu Manual on the Universal Access Transceiver (UAT) (ICAO Doc 9861).

- c) Během stavu „Aktivní“, definovaného jako začátek referenčního času a pokračujícího po dobu trvání zprávy, musí být výstupní výkon RF v PMP větší nebo roven minimálnímu požadovanému výkonu zařízení třídy UAT.

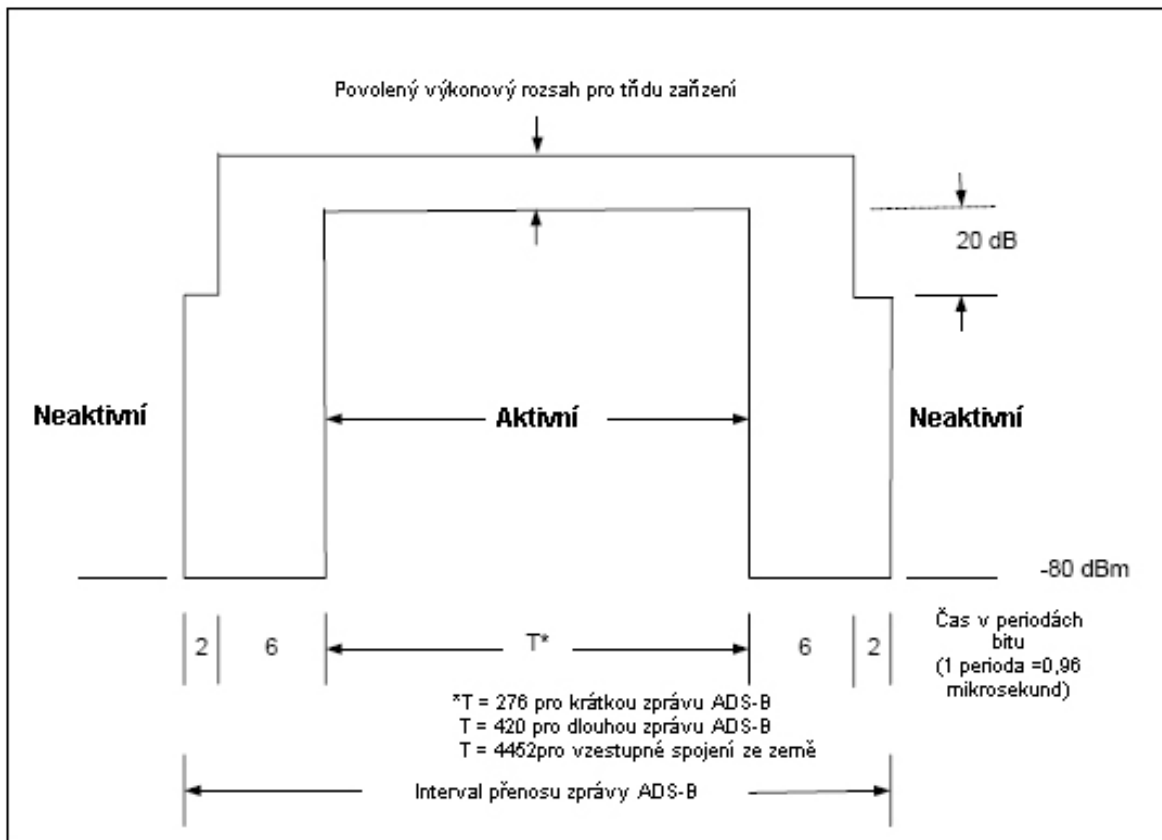
- d) Výstupní výkon RF v PMP nesmí nikdy v průběhu stavu „Aktivní“ překročit maximální výkon stanovený pro zařízení třídy UAT.

- e) V průběhu 6 period bitu po skončení stavu „Aktivní“ musí být výstupní výkon RF v PMP minimálně 20 dB pod minimálním výkonem požadovaným pro zařízení třídy UAT.

- f) V průběhu 8 period bitu po skončení stavu „Aktivní“ musí výstupní výkon RF v PMP poklesnout na úroveň nepřekračující -80 dBm.

Poznámka: Toto omezení nežádoucího vyzářeného výkonu je nezbytné, aby se zajistilo, že vysílací podsystém UAT nezabrání blízko umístěným přijímacím zařízením UAT na stejném letadle splnit jejich požadavky. Předpokládá se, že izolace mezi vysílačem a přijímačem v PMP bude větší než 20 dB.

ZÁMĚRNĚ NEPOUŽITO



Obrázek 12-2: Profil čas/amplituda při vysílání zprávy UAT

12.1.3 Požadavky na povinné vybavení

Požadavky na povinné vybavení UAT zařízením se zpracují na základě regionálních dohod o letecké navigaci, které specifikují vzdušný operační prostor a zavádějí časovou škálu vybavením zařízením včetně příslušného časového předstihu

Poznámka: U systémů letadel a pozemních systémů provozovaných pouze v oblastech, které nepoužívají UAT, nebudou požadovány žádné změny.

12.2 CHARAKTERISTIKY SYSTÉMU PRO POZEMNÍ ZAŘÍZENÍ

12.2.1 Vysílací funkce pozemní stanice

12.2.1.1 Výkon vysílače pozemní stanice

12.2.1.1.1 Doporučení. Účinný vyzářený výkon by měl být takový, aby zajistil dosažení síly pole o hodnotě minimálně 280 mikrovoltů na metr (mínus 97 dBW/m²) v zařízení obsluhovaném objemu na základě šíření ve volném prostoru.

Poznámka: Stanovuje se na základě zajištění úrovně signálu -91dBm (odpovídá 200 mikrovoltům na metr) v PMP (s uvážením všesměrové antény). Doporučených 280 μV/m odpovídá zajištění úrovně signálu -88 dBm v PMP přijímacího zařízení. 3 dBm rozdíl mezi -88 dBm a -91 dBm představuje rezervu pro případné prodloužení dráhy oproti šíření ve volném prostoru.

12.2.2 Přijímací funkce pozemní stanice

Poznámka: Příklad přijímače pozemní stanice je předmětem článku 2.5 v Part II dokumentu Manual on the Universal Access Transceiver (UAT) (ICAO Doc 9861), kde jsou zároveň pro UAT uvedeny odhady výkonnosti letadlo-země s použitím přijímače uvedeného v Appendix B této příručky.

12.3 CHARAKTERISTIKY SYSTÉMU PRO PALUBNÍ ZAŘÍZENÍ

12.3.1 Vysílací funkce palubního zařízení

12.3.1.1 Výkon palubního vysílače

Účinný vyzářený výkon musí být takový, aby zajistil dosažení síly pole o hodnotě minimálně 225 mikrovoltů na metr (mínus 99 dBW/m²) na základě šíření ve volném prostoru v rozsazích a nadmořských výškách, které odpovídají provozním podmínkám v oblastech, nad kterými je letadlo provozováno. Výkon vysílače nesmí v PMP překročit 54 dBm.

Poznámka 1: Výše uvedená síla pole je stanovena na základě zajištění úrovně signálu -93 dBm (odpovídá 160 mikrovoltům na metr) v PMP (s uvážením všesměrové antény). 3 dBm rozdíl mezi 225 μV/m a 160 μV/m představuje rezervu pro případné prodloužení dráhy oproti šíření ve volném prostoru při přijímání dlouhé UAT ADS-B zprávy. Pro příjem základní UAT ADS-B zprávy je stanovena 4 dB rezerva.

Poznámka 2: Různý provoz letadel může mít jiné nároky na dosah letadlo-letadlo v závislosti na

zamýšlené ADS-B funkci zařízení UAT. Proto mohou různá zařízení pracovat s různými úrovněmi výkonu (viz článek 12.1.2.3.1).

12.3.2 Přijímací funkce

12.3.2.1 Citlivost přijímače

12.3.2.1.1 Požadovaný signál pro dlouhou UAT ADS-B zprávu

Požadovaná úroveň signálu -93 dBm působící v PMP musí zajistit 90% nebo lepší koeficient úspěšného přijetí zprávy (SMR) za následujících podmínek:

- Když má požadovaný signál jmenovitou modulaci (tj. FM odchylka je 625 kHz) a při maximálních posunutích kmitočtu signálu a vystavení relativnímu Dopplerovu posuvu při ± 1200 uzlech.
- Je-li dosahováno maximální modulační zkreslení dovolené dle článku 12.4.3 při jmenovitém vysílacím kmitočtu ± 1 ppm (part per million) a vystavení relativnímu Dopplerovu posuvu při ± 1200 uzlech.

Poznámka: Kritéria přijímače pro úspěšné přijetí zprávy pro UAT ADS-B zprávy jsou uvedena v Section 4, Part I dokumentu Manual on the Universal Access Transceiver (UAT) (ICAO Doc 9861).

12.3.2.1.2 Požadovaný signál pro základní UAT ADS-B zprávu

Požadovaná úroveň signálu -94 dBm působící v PMP musí zajistit 90% nebo lepší koeficient úspěšného přijetí zprávy (SMR) za následujících podmínek:

- Když má požadovaný signál jmenovitou modulaci (tj. FM odchylka je 625 kHz) a při maximálních posunutích kmitočtu signálu a vystavení relativnímu Dopplerovu posuvu při ± 1200 uzlech.
- Je-li dosahováno maximální modulační zkreslení dovolené dle článku 12.4.3 při jmenovitém vysílacím kmitočtu ± 1 ppm a vystavení relativnímu Dopplerovu posuvu při ± 1200 uzlech.

Poznámka: Kritéria přijímače pro úspěšné přijetí zprávy pro UAT ADS-B zprávy jsou uvedena v Section 4, Part I dokumentu Manual on the Universal Access Transceiver (UAT) (ICAO Doc 9861).

12.3.2.1.3 Požadovaný signál pro vzestupnou UAT zprávu ze země

Požadovaná úroveň signálu -91 dBm působící v PMP musí zajistit 90% nebo lepší koeficient úspěšného přijetí zprávy (SMR) za následujících podmínek:

- Když má požadovaný signál jmenovitou modulaci (tj. FM odchylka je 625 kHz) a při maximálních posunutích kmitočtu signálu a vystavení relativnímu Dopplerovu posuvu při ± 850 uzlech.
- Je-li dosahováno maximální modulační zkreslení dovolené dle článku 12.4.3 při jmenovitém vysílacím kmitočtu ± 1 ppm a vystavení relativnímu Dopplerovu posuvu při ± 850 uzlech.

Poznámky:

- Kritéria přijímače pro úspěšné přijetí zprávy pro UAT ADS-B zprávy jsou uvedena v Section 4, Part I dokumentu Manual on the Universal Access Transceiver (UAT) (ICAO Doc 9861).*
- Tento požadavek zajišťuje, že přesnost rychlosti vysílání, která podporuje demodulaci v zařízení UAT, je odpovídající pro správné přijetí vzestupných UAT zpráv ze země.*

12.3.2.2 Selektivita (odladivost) přijímače

Poznámky:

- Použitý nežádoucí signál je demodulovaným nosným kmitočtem působícím v posunutí kmitočtu.*
- Tento požadavek určuje schopnost přijímače potlačit mimokanálovou energii.*
- Předpokládá se, že poměry mezi specifikovanými posuny budou spadat poblíž interpolované hodnoty.*
- Požadovaný použitý signál je dlouhá UAT ADS-B zpráva při -90 dBm v PMP, která bude přijata s 90% koeficientem úspěšnosti přijetí zprávy.*
- U palubních UAT přijímačů se předpokládá tolerovatelná výkonová úroveň trvalého rušení vln signálem na stejném kmitočtu o hodnotě v PMP -101 dBm nebo nižší.*
- Diskuzi případů, kdy je třeba vysoce výkonný přijímač, naleznete v Section 2.4.2 v Part II dokumentu Manual on the Universal Access Transceiver (UAT) (ICAO Doc 9861).*

- a) Standardní přijímače musí splňovat charakteristiky selektivity (odladiivosti) uvedené v tabulce 12-3:

Tabulka 12-3: Poměry potlačení pro standardní přijímač

Posun kmitočtu od středu	Minimální poměr potlačení (Nežádoucí/žádoucí úroveň v dB)
-1,0 MHz	10
+1,0 MHz	15
(±) 2,0 MHz	50
(±) 10,0 MHz	60

Poznámka: Předpokládá se, že poměry mezi jednotlivými uvedenými posuny budou spadat poblíž interpolovaných hodnot.

- b) Vysoce výkonné přijímače musí splňovat charakteristiky selektivity (odladiivosti) uvedené v tabulce 12-4:

Tabulka 12-4: Poměry potlačení pro vysoce výkonný přijímač

Posun kmitočtu od středu	Minimální poměr potlačení (Nežádoucí/žádoucí úroveň v dB)
-1.0 MHz	30
+1.0 MHz	40
(±) 2.0 MHz	50
(±) 10.0 MHz	60

Poznámka: Podklady k zavedení vysoce výkonných přijímačů naleznete v Section 2.4.2 v Part II dokumentu Manual on the Universal Access Transceiver (UAT) (ICAO Doc 9861).

12.3.2.3 Požadovaný dynamický rozsah signálu pro přijímač

Přijímač musí dosáhnout 99% nebo lepšího koeficientu úspěšného přijetí dlouhých ADS-B zpráv, když v PMP bude požadované úroveň signálu mezi -90 dBm a -10 dBm bez jakéhokoliv rušivého signálu.

Poznámka: Hodnota -10 dBm představuje odstup 120 stop od palubního vysílače vysílajícího maximálním dovoleným výkonem.

12.3.2.4 Tolerance přijímače k impulsnímu rušení

Poznámka: Všechny požadavky na výkonovou úroveň v této části jsou vztahovány k PMP.

- a) Pro standardní a vysoce výkonné přijímače platí následující požadavky:

- 1) Přijímač musí být schopen dosáhnout 99% SMR u dlouhých UAT ADS-B zpráv, když požadovaná úroveň signálu bude mezi -90 dBm a -10 dBm a když bude docházet k DME rušení za následujících podmínek: páry impulsů DME při jmenovité rychlosti 3600 párů impulsů za sekundu při buď 12, nebo 30 mikrosekundových mezerách mezi pulsy na úrovni -36 dBm na každý 1 MHz kmitočtu kanálu mezi 980 MHz a 1213 MHz včetně.
 - 2) Po 21 mikrosekundovém pulsu na úrovni NULA (0) dBm a na kmitočtu 1090 MHz se přijímač musí do 12 mikrosekund vrátit na specifikovanou úroveň citlivosti ± 3 dB.
- b) Pro standardní přijímač platí navíc následující požadavky:

- 1) Přijímač musí být schopen dosáhnout 90% SMR u dlouhých UAT ADS-B zpráv, když požadovaná úroveň signálu bude mezi -87 dBm a -10 dBm, a když bude docházet k DME rušení za následujících podmínek: páry impulsů DME při jmenovité rychlosti 3600 párů impulzů za sekundu při 12mikrosekundových mezerách mezi pulsy na úrovni -56 dBm a kmitočtu 979 MHz.
- 2) Přijímač musí být schopen dosáhnout 90% SMR u dlouhých UAT ADS-B zpráv, když požadovaná úroveň signálu bude mezi -87 dBm a -10 dBm, a když bude docházet k DME rušení za následujících podmínek: páry impulsů DME při jmenovité rychlosti 3600 párů impulzů za sekundu při 12mikrosekundových mezerách mezi pulsy na úrovni -70 dBm a kmitočtu 978 MHz.
- c) Pro vysoce výkonný přijímač platí navíc následující požadavky:
- 1) Přijímač musí být schopen dosáhnout 90% SMR u dlouhých UAT ADS-B zpráv, když požadovaná úroveň signálu bude mezi -87 dBm a -10 dBm, a když bude docházet k DME rušení za následujících podmínek: páry impulsů DME při jmenovité rychlosti 3600 párů impulzů za sekundu při 12mikrosekundových mezerách mezi pulsy na úrovni -43 dBm a kmitočtu 979 MHz.
- 2) Přijímač musí být schopen dosáhnout 90% SMR u dlouhých UAT ADS-B zpráv, když požadovaná úroveň signálu bude mezi -87 dBm a -10 dBm, a když bude docházet k DME rušení za následujících podmínek: páry impulsů DME při jmenovité rychlosti 3600 párů impulzů za sekundu při 12mikrosekundových mezerách mezi pulsy na úrovni -79 dBm a kmitočtu 978 MHz.

12.4 VLASTNOSTI FYZICKÉ VRSTVY

12.4.1 Modulační rychlost

Modulační rychlost musí být 1,041667 Mb/s s tolerancí ± 20 ppm pro palubní vysílače a ± 2 ppm pro pozemní vysílače.

Poznámka: Tolerance modulační rychlosti je v souladu s požadavkem na modulační zkreslení (viz 12.4.3).

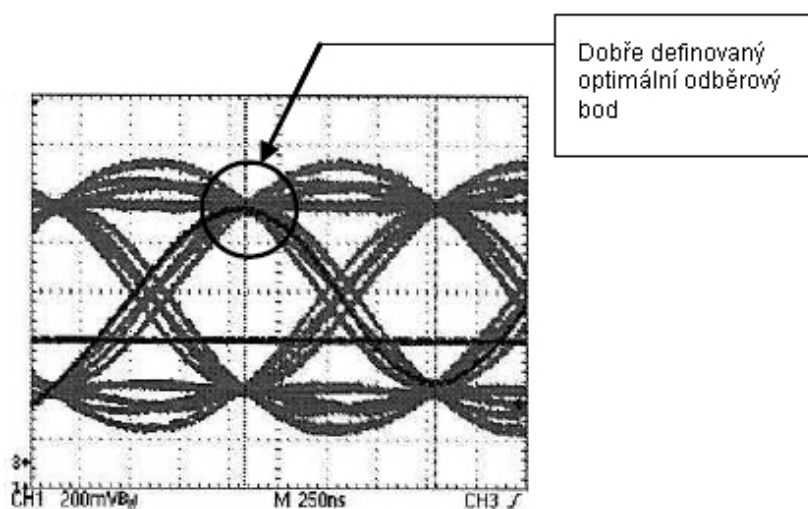
12.4.2 Typ modulace

- a) Data musí být modulována na nosný kmitočet binárním kontinuální fázovým kmitočtovým klíčováním. Modulační index h nesmí být menší než 0,6
- b) Binární JEDNIČKA (1) musí být indikována posunem ve frekvenci nahoru ze jmenovitého nosného kmitočtu a binární NULA (0) posunem dolů ze jmenovitého nosného kmitočtu.

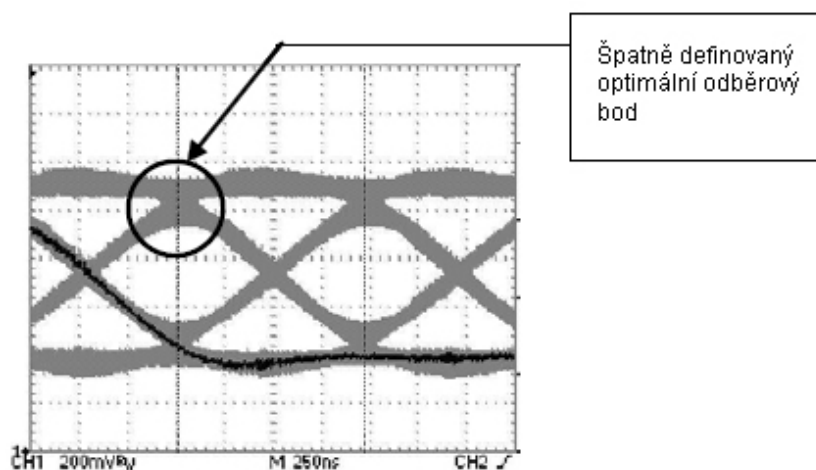
Poznámky:

- Pro splnění požadavku na spektrální znečištění dle ust. 12.1.2.3.3 bude třeba filtrace vysílaného signálu (v základním pásmu a/nebo po kmitočtové modulaci). Tato filtrace může způsobit odchylku, která překročí tyto hodnoty v jiných než optimálních odběrných bodech.
- Kvůli filtraci vysílaného signálu se přijímaný posuv kmitočtu plynule mění mezi jmenovitými hodnotami $\pm 312,5$ kHz (a dále), a optimální odběrový bod proto nemusí být snadno identifikovatelný. Tento bod je možné definovat pomocí tzv. „očkového grafu“ přijímaného signálu. Ideální očkový graf je superpozicí vzorků (nezkreslené) vlny po detekci s posunutím o násobky periody bitu (0,96 mikrosekund). Optimální odběrový bod je ten bod v průběhu periody bitu, ve kterém je rozevření oka grafu (tj. minimální vzdálenost mezi kladným a záporným posuvem kmitočtu při velkých poměrech signálu k šumu) maximální. Příklad „očkového grafu“ je uveden na obrázku 12-3. Časování bodů, kde se čáry sbíhají, definuje „optimální odběrový bod“. Na obrázku 12-4 je vyobrazen očkový vzor, který byl částečně uzavřen modulačním zkreslením.

ZÁMĚRNĚ NEPOUŽITO



Obrázek 12-3: Ideální očkový graf



Obrázek 12-4: Zkreslený očkový graf

12.4.3 Modulační zkreslení

- U palubních vysílačů nesmí být minimální svislé rozevření očkového grafu vysílaného signálu (měřené v optimálních odběrových bodech) menší než 560 kHz při měření po celé dlouhé UAT ADS-B zprávě obsahující pseudonáhodné datové bloky zprávy.
- U pozemních vysílačů nesmí být minimální svislé rozevření očkového grafu vysílaného signálu (měřené v optimálních odběrových bodech) menší než 560 kHz při měření po celé dlouhé vzestupné UAT zprávě ze země obsahující pseudonáhodné datové bloky zprávy.
- U palubních vysílačů nesmí být minimální vodorovné rozevření očkového grafu vysílaného signálu (měřené při 978 MHz) menší než 0,624 mikrosekundy (0,65 periody symbolu) při měření po celé dlouhé UAT ADS-B zprávě obsahující pseudonáhodné datové bloky zprávy.

- U pozemních vysílačů nesmí být minimální vodorovné rozevření očkového grafu vysílaného signálu (měřené při 978 MHz) menší než 0,624 mikrosekundy (0,65 periody symbolu) při měření po celé dlouhé vzestupné UAT zprávě ze země obsahující pseudonáhodné datové bloky zprávy.

Poznámky:

- Článek 12.4.4 definuje typy UAT ADS-B zpráv.
- Ideální očkový graf je superpozicí vzorků (nezkreslené) vlny po detekci s posunutím o násobky periody bitu (0,96 mikrosekund).

12.4.4 Charakteristiky (rozhlavově) vysílané zprávy

Systému UAT musí podporovat dva různé typy zpráv: zprávu UAT ADS-B a vzestupnou zprávu UAT ze země.

12.4.4.1 Zpráva UAT ADS-B

Aktivní část (viz ust. 12.1.2.6) UAT ADS-B zprávy musí obsahovat následující elementy v následujícím pořadí:

- Synchronizace bitů
- Datový blok zprávy
- FEC parita

12.4.4.1.1 Synchronizace bitů

Prvním elementem aktivní části UAT ADS-B zprávy musí být 36bitová synchronizační posloupnost. U UAT ADS-B zprávy musí posloupnost být:

111010101100110111011010010011100010,

kdy bit nejvíce vlevo bude vyslán jako první.

12.4.4.1.2 Datový blok zprávy

Druhým elementem aktivní části UAT ADS-B zprávy musí být datový blok zprávy. Podporovány musí být dvě délky datových bloků UAT ADS-B zpráv. Základní UAT ADS-B zpráva musí mít 144bitový datový blok zprávy a dlouhá UAT ADS-B zpráva musí mít 272bitový datový blok zprávy.

Poznámka: Formát, kódování a vysílací pořadí elementu datového bloku zprávy jsou uvedeny v Section 2.1 v Part I dokumentu Manual on the Universal Access Transceiver (UAT) (ICAO Doc 9861).

12.4.4.1.3 FEC parita

Třetím a konečným elementem aktivní části UAT ADS-B zprávy musí být FEC parita.

12.4.4.1.3.1 Typ kódu

Generování FEC parity musí být založeno na systematickém Reed-Solomonově (RS) 256stavovém kódu s 8bitovými symboly kódových slov. Generování FEC parity musí probíhat dle následujícího kódu:

- a) **Základní UAT ADS-B zpráva:** Parita musí být RS (30, 18) kód.

Poznámka: To vede k 12 bytům (kódovým symbolům) parity, které jsou schopné opravit až 6 chybných symbolů na blok.

- b) **Dlouhá UAT ADS-B zpráva:** Parita musí být RS (48, 34) kód.

Poznámka: To vede ke 14 bytům (kódovým symbolům) parity, které jsou schopné opravit až 6 chybných symbolů na blok.

Pro každou délku zprávy musí být prostý polynom kódu následující:

$$p(x) = x^8 + x^7 + x^2 + x + 1$$

Polynom generátoru musí být následující:

$$\prod_{i=120}^P (x - \alpha^i),$$

kde:

$P = 131$ pro kód RS (30, 18),

$P = 133$ pro kód RS (48, 34) a

α je základní element (primitiv) Galoisova pole velikosti 256 (tj. GF(256)).

12.4.4.1.3.2 Pořadí vysílání FEC parity

Byty FEC parity musí být seřazeny od řádově nejvyšších po nejnižší ve smyslu polynomiálních koeficientů, které zastupují. Řazení bitů v každém bytu musí být od řádově nejvyšších po nejnižší. Byty FEC parity musí následovat po datovém bloku zprávy.

12.4.4.2 Vzestupná zpráva UAT ze země

Aktivní část vzestupné zprávy UAT ze země musí obsahovat následující elementy v následujícím pořadí:

- synchronizace bitů
- proložený datový bloky zprávy s FEC paritou

12.4.4.2.1 Synchronizace bitů

Prvním elementem aktivní části vzestupné UAT zprávy ze země musí být 36bitová synchronizační posloupnost. U vzestupné UAT zprávy ze země musí posloupnost být:

000101010011001000100101101100011101,

kdy bit nejvíce vlevo bude vyslán jako první.

12.4.4.2.2 Proložený datový blok zprávy s FEC paritou**12.4.4.2.2.1 Datový blok zprávy (před proložením a po dekódování proložením)**

Vzestupná UAT zpráva ze země musí mít 3 456bitový datový blok zprávy. Tyto bity jsou rozděleny do 6 skupin po 576 bitech. FEC je nanášeno na každou skupinu způsobem popsáným v ust. 12.4.4.2.2.2.

Poznámka: Podrobnosti o formátu, kódování a vysílacím pořadí datového bloku vzestupné UAT zprávy ze země jsou uvedeny v Section 2.2 v Part I dokumentu Manual on the Universal Access Transceiver (UAT) (ICAO Doc 9861).

12.4.4.2.2.2 FEC parita (před proložením a po dekódování proložením)**12.4.4.2.2.2.1 Typ kódu**

Generování FEC parity musí být založeno na systematickém RS 256stavovém kódu s 8bitovými symboly kódových slov. Generování FEC parity musí pro každý z šesti bloků být RS (92,72) kód.

Poznámky:

1. V ust. 12.4.4.2.2.3 jsou uvedeny podrobnosti o postupu prokládání.
2. To vede k 20 bytům (symbolům) parity, které jsou schopny opravit až 10 chybných symbolů na blok. Dodatečné použití prokládání u vzestupné UAT zprávy ze země umožňuje další zvýšení odolnosti proti chybám přenosového bloku.

Prostý polynom kódu je následující:

$$p(x) = x^8 + x^7 + x^2 + x + 1$$

Polynom generátoru musí být následující:

$$\prod_{i=1}^P (x - \alpha^i),$$

kde:

$P = 139$ a

α je základní element (primitiv) Galoisova pole velikosti 256 (tj. GF(256)).

12.4.4.2.2.2 Pořadí vysílání FEC parity

Byty FEC parity musí být seřazeny od řádově nejvyšších po nejnižší ve smyslu polynomických koeficientů, které zastupují. Řazení bitů v každém bytu musí být od řádově nejvyšších po nejnižší. Byty FEC parity musí následovat po datovém bloku zprávy.

12.4.4.2.2.3 Postup prokládání

Vzestupné zprávy UAT ze země musí být prokládány a pozemní stanici vysílány následujícím způsobem:

- a) **Postup prokládání:** Proložený datový blok zprávy a FEC parita se skládají z 6 proložených Reed-Solomonových bloků. Prokladač je představován maticí 6x92, kde každý údaj je 8bitový RS symbol. Každá řádka tvoří jeden RS (92, 72) blok, jak je ukázáno v tabulce 12-5. V této tabulce jsou čísla bloků před proložením uvedena jako „A“ až „F“. Informace je uspořádána pro přenos řádku po řádce s počátkem v levém horním rohu matice.

Tabulka 12-5: Matice prokladače pro vzestupné zprávy

Blok RS	Číslo bytu MDB						FEC Parita (Blok /Č. bytu)			
	1	2	3	...	71	72	A/1	...	A/19	A/20
A	1	2	3	...	71	72	A/1	...	A/19	A/20
B	73	74	75	...	143	144	B/1	...	B/19	B/20
C	145	146	147	...	215	216	C/1	...	C/19	C/20
D	217	218	219	...	287	288	D/1	...	D/19	D/20
E	289	290	291	...	359	360	E/1	...	E/19	E/20
F	361	362	363	...	431	432	F/1	...	F/19	F/20

Poznámka: V tabulce 12-5 byty datového bloku zprávy č. 1 až č. 72 představují 72 bytů (8 bitů každý) informace datového bloku zprávy nesené prvním RS (92,72) blokem. FEC parita A/1 až A/20 představuje 20 bytů FEC parity spojené s tímto blokem (A).

- b) **Pořadí vysílání.** Byty jsou poté vysílány v následujícím pořadí:

1,73,145,217,289,361,2,74,146,218,290,362,3,...
...,C/20,D/20,E/20,F/20.

Poznámka: Po přijetí těchto bytů je nutné dekódovat jejich proložení, aby bylo možné RS bloky opět sestavit před provedením dekódování opravujícího chyby.

12.5 Podkladový materiál

Poznámky:

1. Dokument *Manual on the Universal Access Transceiver (UAT) (ICAO Doc 9861), Part I*, obsahuje podrobné technické specifikace UAT včetně datových bloků a formátů zprávy ADS-B, postupů pro provoz UAT vysílacích podsystémů a požadavků na rozhraní avioniky s ostatními palubními systémy.
2. Dokument *Manual on the Universal Access Transceiver (UAT) (ICAO Doc 9861), Part II*, obsahuje informace o provozu systémů UAT, popis škály ukázkových tříd avioniky a jejich použití, podklady k aspektům montáže palubních a pozemních UAT stanic a podrobné informace o simulaci chování UAT systémů.