



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

LETECKÝ ÚSTAV

INSTITUTE OF AEROSPACE ENGINEERING

POSTUPY ATC (ICAO) PŘI PRŮLETECH LETADEL DO NEBO Z EVROPSKÉHO VZDUŠNÉHO PROSTORU ZA PODMÍNEK RVSM

ATC (ICAO) PROCEDURES VALID FOR AIRCRAFT TRANSITS OR
DEPARTURES THE EUROPEAN AIRSPACE UNDER THE RVSM
CONDITIONS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Lukáš Pulgret

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. Slavomír Vosecký, CSc.

BRNO 2017

Zadání bakalářské práce

Ústav: Letecký ústav
Student: **Lukáš Pulgret**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Profesionální pilot
Vedoucí práce: **doc. Ing. Slavomír Vosecký, CSc.**
Akademický rok: 2016/17

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 bakalářské práce:

Postupy ATC (ICAO) při průletech letadel do nebo z evropského vzdušného prostoru za podmínek RVSM

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Popis navigační metody RNAV. Definice pojmu RVSM. Způsoby navigace letů RNAV v podmínkách RVSM v Evropě.

Procedury při průletu evropského vzdušného prostoru za podmínek RNAV/RVSM.

Procedury při vletech do evropského vzdušného prostoru za podmínek RNAV/RVSM.

Procedury při opouštění evropského vzdušného prostoru za podmínek RNAV/RVSM.

Cíle bakalářské práce:

Cílem BP je vytvořit přehled procedur pro průlety, přílety do a odlety z evropského vzdušného prostoru jako učební pomůcku pro samostudium pilotů a studentů specializace Letecký provoz.

Seznam doporučené literatury:

EUROCONTROL: Strategie CNS/ATM pro 2000+.

Doporučení ECAC k tématu (www.ecacnav.com).

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17

V Brně, dne

L. S.

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

doc. Ing. Jaroslav Katolický,
Ph.D.
děkan fakulty

Abstrakt:

Tato práce řeší vývoj navigačních metod a detailněji se zaměřuje na prostorovou navigaci RNAV a její využití v oblasti RVSM evropského vzdušného prostoru. Zavedení RVSM umožňuje efektivněji využívat vzdušný prostor, tedy zvyšuje kapacitu prostoru a bezpečnost jednotlivých letů.

Práce popisuje podstatu jednotlivých navigačních metod a informuje čtenáře o technických požadavcích, které jsou potřebné k dodržení požadovaných bezpečnostních minim. Dále se práce zabývá procedurami, které musí piloti dodržovat při letech z / do RVSM evropského vzdušného prostoru.

Cílem této bakalářské práce je stručně popsat základy problematiky prostorové navigace RNAV a evropského vzdušného prostoru RVSM a přiblížit čtenáři souvislosti, které jsou nutné ke správnému pochopení zadaného tématu. Dále v této publikaci vysvětlují podstatu RVSM a RNAV a informují o přínosech jednotlivých projektů. Práce je určena jako učební pomůcka pro samostudium pilotů a studentů specializace Letecký provoz.

Summary:

This bachelor's thesis occupies development of air navigation method and is focused at area navigation RNAV and its utilization in RVSM European air space. Installation of RVSM allows to fully and effectively use the capacity of European air space.

Publication describes essence of particular navigation methods and informs about technical requirements which are necessary to observe requirements of safety minimums. Other parts describe procedures which have to be complied by pilots during flights from and into RVSM European air space.

The aim of this bachelor's thesis is to briefly describe the problematics of area navigation RNAV and RVSM. Explain principles and inform about the contribution of mentioned projects. This publication is intended for students of the degree programme professional pilot and Aeronautical traffic.

Klíčová slova:

Prostorová navigace, RNAV, B-RNAV, P-RNAV, RVSM, procedury v EUR RVSM

Key words:

Area navigation, RNAV, B-RNAV, P-RNAV, RVSM, RVSM procedures

Bibliografická citace:

PULGRET, L. *Postupy ATC (ICAO) při prùletech letadel do nebo z evropského vzdušného prostoru za podmínek RVSM*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2017. 39 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Slavomír Vosecký, CSc..

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně na základě literatury a pramenů uvedených v Seznamu použitých zdrojů.

V Brně dne 17.5.2017

.....

Podpis autora

Poděkování:

Tímto bych rád vyjádřil poděkování vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Slavomíru Voseckému, CSc. za jeho cenné rady při tvorbě této publikace a za přístup k výuce, který praktikoval po celou dobu mého studia. Dále vyjadřuji poděkování své rodině a blízkým za podporu při studiu.

Obsah

Úvod	9
1 Navigační metody.....	10
2 Prostorová navigace – RNAV	11
2.1 Rozdělení prostorové navigace podle úrovní:	11
2.2 Hlavní výhody RNAV	11
2.3 Určení polohy pomocí RNAV	12
2.4 Navigační koncept PBN	13
2.5 Typy RNAV.....	14
3 B-RNAV.....	14
3.1 Minimální požadavky pro provoz B-RNAV	15
3.2 Doporučené vybavení	15
3.3 Postupy při letech B-RNAV	16
4 P-RNAV	16
4.1 Požadované funkce P-RNAV	17
4.2 Postupy P-RNAV.....	17
4.3 Tratě SID a STAR	18
4.3.1 Výhody zavedení SID / STAR tratí.....	18
5 Snížení minim vertikálních rozstupů RVSM	19
5.1 Historický vývoj RVSM.....	19
5.2 Evropský vzdušný prostor RVSM.....	20
5.3 Evropský tranzitní vzdušný prostor RVSM.....	20
5.4 Evropský / severoatlantický vzdušný prostor RVSM.....	20
5.5 Státy evropské RVSM oblasti.....	20
5.6 Tabulka cestovních letových hladin v EUR RVSM.....	21
5.7 Letadla provozovaná v EUR RVSM	21
5.8 Požadavky pro získání RVSM způsobilosti	22
6 Procedury v RVSM	22
6.1 Procedury při vyplňování letového plánu.....	23
6.2 Procedury pro ATC povolení.....	24
6.3 Procedury pro státní letadla operující v EUR RVSM.....	25
6.4 Procedury pro povolená RVSM letadla při letech z / do EUR RVSM.....	26

6.4.1	Povinnosti ACC a UAC	28
6.4.2	Cestovní hladiny RVSM / NON-RVSM	28
6.5	Procedury pro NON-RVSM civilní letadla	29
6.6	Procedury pro nepředvídané události během letu.....	30
6.7	Frazeologie používaná v RVSM oblastech	31
Závěr:	32
Seznam použitých zdrojů:	34
Seznam zkratek a pojmů:	37

Úvod

Již od počátků letectví, kdy se dne 17.12.1903 do oblak vznesl letoun bratří Wrightů bylo zřejmé, že pro jednotlivé lety bude potřeba vymyslet druh navigace, který umožní pilotům se bezpečně dostat z bodu A do bodu B. S tím také souvisel rozvoj navigačních metod. Původní metody, jako byla výpočtová navigace nebo astronomická navigace, byly nahrazeny vyspělejšími metodami, které využívají například radionavigační zařízení nebo družicové systémy. Při tradičním způsobu vyspělejší navigace – radionavigace bylo požadováno, aby konkrétní lety vedly přímo přes pozemní radionavigační zařízení. Tento způsob navigace byl shledán jako neefektivní, protože letadla byla omezená počtem a rozmístěním pozemních radionavigačních zařízení a nemohla tak letět do své destinace přímo. Tato neefektivnost, ať už z hlediska doby letu nebo množství spotřebovaného paliva, měla za následek, že počátkem 90. let byla leteckými experty navržena nová metoda tzv. prostorová navigace RNAV, která umožnila naplánovat tratě i mimo pozemní radionavigační prostředky, což přineslo do letecké dopravy možnost volby kratší a přímější tratě do destinace.

Vzhledem k rapidnímu nárůstu leteckých pohybů, který je od 90. let zaznamenáván až do dnešního období bylo zřejmé, že bude nutné vytvořit projekt, který by vyřešil přesycenost leteckého vzdušného prostoru. Nejvhodnějším řešením bylo snížení vertikálních separačních minim tzv. RVSM z 2000 ft. na 1000 ft. Tento program měl za účel vytvořit vzdušný prostor, ve kterém by se mohla pohybovat pouze způsobilá letadla a těmto letadlům by byl umožněn snížený vertikální rozstup. Oblast RVSM byla specifikována v letových hladinách FL 290 – FL 410 včetně. Důsledkem toho vzniklo v tomto prostoru šest dodatečných letových hladin. V evropském vzdušném prostoru bylo RVSM zavedeno 24.01.2002.

Bakalářská práce je rozdělena do dvou částí. V první části je popis jednotlivých navigačních metod, které byly používány od počátku letectví a tato část je také zaměřena na vysvětlení podstaty a rozdělení prostorové navigace RNAV. V druhé části se věnují problematice RVSM včetně postupů a letecké frazeologie, která je v této oblasti používána. Obě metody mají stejnou podstatu a to zvýšit efektivnost vzdušného prostoru při lepší nebo stejné bezpečnostní úrovni.

Cílem této práce je objasnit čtenáři problematiku navigační metody RNAV a s ní spojené požadavky na letouny a také seznámit čtenáře s EUR RVSM a procedurami, které se v této oblasti používají.

1 Navigační metody

V této kapitole pro ucelený přehled a pro uvedení studenta do dané problematiky připomenou navigační metody, se kterými se v letectví můžeme setkat.

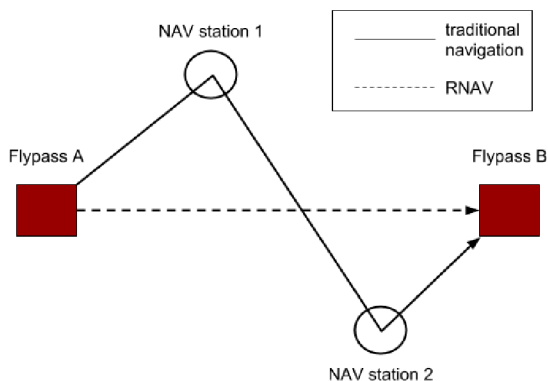
Navigační metody se začaly používat už od počátků letectví. Spolu s konvenčními vynálezy v celém tomto odvětví se rozšiřoval i počet přístrojů, které sloužily ke zpřesnění a zjednodušení navigace, ať už pro lety v noci nebo za špatného počasí. Rozlišujeme tyto druhy navigačních metod:

- a) **Navigace výpočtem** – je hlavním zdrojem srovnávací navigace. Používá se jak pro lety VFR, tak pro lety IFR. Při provádění navigace výpočtem využíváme pomůcky jako například magnetický kompas, rychloměr, hodiny, výškoměr, mapu, pravítko, úhломěr, kalkulačku nebo navigační počítadlo. Z pomůcek je zřejmé, že výpočty mohou být prováděny jak matematickým výpočtem, tak grafickým vyobrazením. Výpočty se provádějí nejen před letem, ale i během letu.
- b) **Astronomická navigace** – dnes již méně používaný druh navigace, která byla převzata od námořníků. Poloha letadla se odhadovala z pozorování Slunce, Měsíce a hvězd. Své využití měla například při letech nad mořem, neobydlenými oblastmi či přes pouště. Podmínkou pro možnost použití této navigační metody je především viditelnost kosmických těles.
- c) **Radionavigace** – významného rozkvětu dosáhla, když po první světové válce začala v USA fungovat letecká pošta, která díky své vytiženosti potřebovala provádět lety na dlouhé tratě často i během noci. Radionavigace využívá, k určení polohy letadla, přenosu rádiových vln od pozemních radionavigačních zařízení. Mezi tradiční neautonomní rádiové navigační zařízení patří: VDF, NDB-ADF, VOR, ILS, MLS, SSR, PSR, DME, TACAN. Moderními zařízeními poté jsou družicové systémy jako GPS, GLONASS atd. Je tedy nutné počítat s rozvojem radionavigačních zařízení i nyní. Výhodou je především vysoká přesnost určení aktuální polohy a možnost navigace i za špatného počasí. Nevýhodou je pak nutnost pozemního zařízení a palubního navigačního zařízení. [1]
- d) **Prostorová navigace RNAV** – je druh navigace, která využívá radionavigačních přístrojů a palubního počítače, který je schopen vést letadlo po dané trati v předem určeném čase. Tento druh navigace je dnes nejvíce využíván a dle mého názoru by bez tohoto druhu navigace nebylo možné řídit letový provoz v takové míře bezpečnosti, jakou dnes v letectví vnímáme jako samozřejmost. I z toho důvodu její činnost popisuje detailněji kapitola č. 2.

Navigační metody lze také rozdělit na:

- a) **Srovnávací navigace** – podstatou je porovnávání předmětů, které vidíme při pohledu z letadla s předměty, které vidíme na mapě. K této navigaci využíváme především velkých objektů, železnic, řek či rybníků. Naopak se snažíme vyhnout létání přes monotónní krajinu, husté lesy apod. Nevýhodou této navigace je však nutnost přepočtů letových parametrů například při změně počasí.
- b) **Konvenční navigace** – je rovněž v letecké literatuře označována jako tradiční navigace. Jedná se o druh navigace, při které je trať letu závislá na poloze

radionavigačních zařízení. Letadlo může letět tzv. „od majáku k majáku“ (viz. obrázek č. 1), nebo může pilot vytvořit orientační / traťové body, kterými prolétne. Tyto body mohou vzniknout buď pomocí průsečíků polohových čar dvou navigačních pozemních zařízení nebo pomocí zaměření z jednoho navigačního zařízení a vzdáleností od druhého navigačního zařízení.



Obrázek č. 1: Srovnání tradiční navigační metody s metodou RNAV (14)

Z obrázků vyplývá, že let metodou konvenční navigace je značně neefektivní. Z tohoto důvodu bylo třeba dalšího rozvoje. Jako vhodnou variantu navigace během letu shledávám RNAV, která je detailně vysvětlena v následující kapitole.

2 Prostorová navigace – RNAV

Je způsob letecké navigace při letu podle přístrojů, která umožňuje letadlu provést let po jakékoliv trajektorii v dosahu pozemního nebo kosmického navigačního zařízení nebo v rozsahu možnosti vlastního vybavení letadla nebo kombinací obojího. (1)

Pro RNAV se využívá: VOR/DME, ILS/MLS, LORAN-C, GNSS, INS/IRS...

2.1 Rozdělení prostorové navigace podle úrovní:

- a) **Prostorová navigace v rovině:** LNAV – Lateral RNAV – navigace ve dvou dimenzích (2D)
- b) **Prostorová navigace s výškovým vedením:** VNAV-Vertical RNAV – navigace ve 3 dimenzích (3D)
- c) **Prostorová navigace s vedením v čase:** Jedná se o VNAV, která je vedena v určitém čase (typické pro nynější stav letového provozu). Tento druh navigace označujeme jako 4D [1]

2.2 Hlavní výhody RNAV

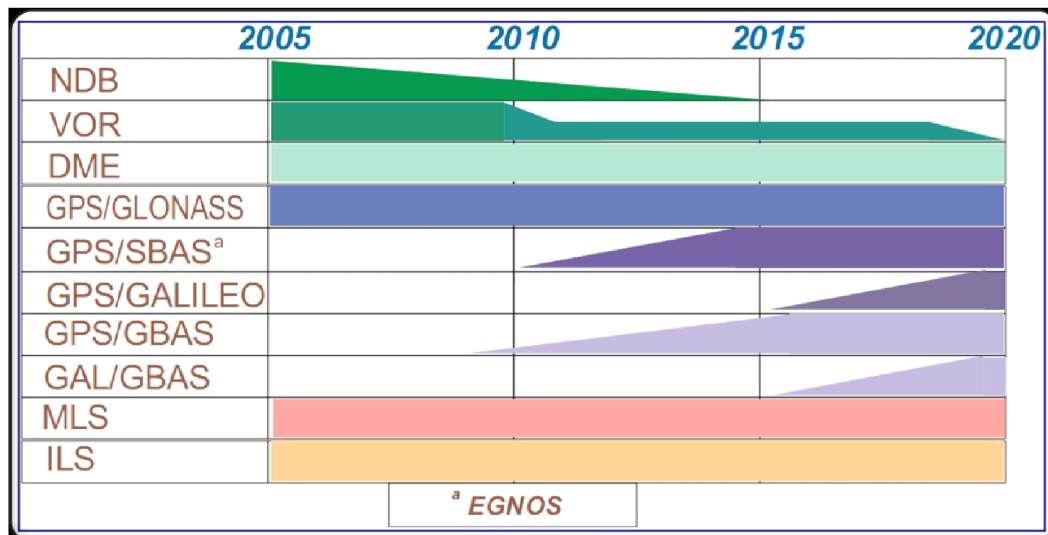
- Umožňuje volit nejvhodnější trať pro daný let – trať tedy není omezena letem „od majáku k majáku“
- Zkrácení vzdálenosti
- Snížení nákladů pro provedení letu
- Snížení potřebného času pro daný let

- Zvýšení využitelnosti vzdušného prostoru
- Možnost snížení horizontálních rozstupů mezi letadly

2.3 Určení polohy pomocí RNAV

Jak již bylo zmíněno výše, RNAV využívá vstupů z mnoha radionavigačních zařízení. Díky této škále si počítač RNAV automaticky vybere navigační zařízení, které v daném okamžiku poskytuje nejpřesnější informace o poloze letadla. Původním předpokladem bylo, že počítač RNAV si bude nejčastěji volit vstupní informace, k určení aktuální polohy, ze systémů GNSS nebo INR / IRS. Statisticky shromažďovaná data však dokázaly, že nejčastěji voleným vstupem do RNAV je informace ze zařízení DME / DME. Je tedy nutné s touto metodou počítat i nadále.

Budoucnost jednotlivých zařízení a předpokládaná doba působnosti v civilním letectví je vyobrazena na obrázku č. 2.

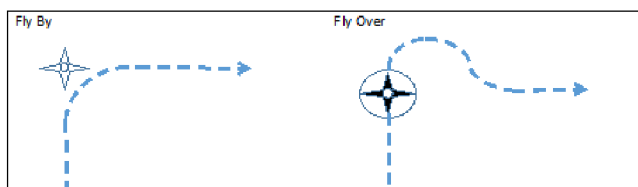


Obrázek č. 2: Perspektiva navigačních zařízení v nadcházejících letech podle organizace EUROCONTROL (17)

Jak již bylo zmíněno, hlavní předností prostorové navigace RNAV je, že letadlo nemusí letět od jednoho navigačního zařízení k druhému. K vytvoření přesné trati totiž slouží tzv. traťové body, v letectví častěji nazývány anglickým výrazem jako waypointy. Tyto body se mohou odlišovat stylem průletu. Z tohoto důvodu rozdělujeme body na:

- Body – FLY OVER:** Zatáčka je zahájena až po přeletu tohoto bodu, který je dán svými polohovými souřadnicemi.
- Body – FLY BY:** Zatáčka je započata ještě před dosažením tohoto bodu a trať je tedy plynule tečně napojena na další směr letu.

V kokpitech letadel na palubních přístrojích se body FLY OVER a FLY BY odlišují grafickým vyobrazením, které je zobrazeno na obrázku č. 3.



Obrázek č. 3: Grafické vyobrazení a demonstrace průletu bodů Fly By a Fly Over (15)

2.4 Navigační koncept PBN

V této kapitole bych chtěl čtenáře stručně informovat o navigačním konceptu PBN (Performance based navigation). Protože však není předmětem této publikace zabývat se zmíněnou problematikou detailněji, je popsána pouze okrajově.

Prostorová navigace umožňuje naplánovat let po téměř kterékoli trati, tato možnost však s sebou přinesla bezpečnostní riziko. Aby bylo předcházeno nepříjemným situacím musela se stanovit norma, která zajišťuje určitou míru bezpečnosti pro letadla letící v dané oblasti na dané trati. Došlo tedy k vytvoření několika projektů, které jasně stanovily minimální navigační požadavky pro letadla, která chtějí danou oblastí proletět.

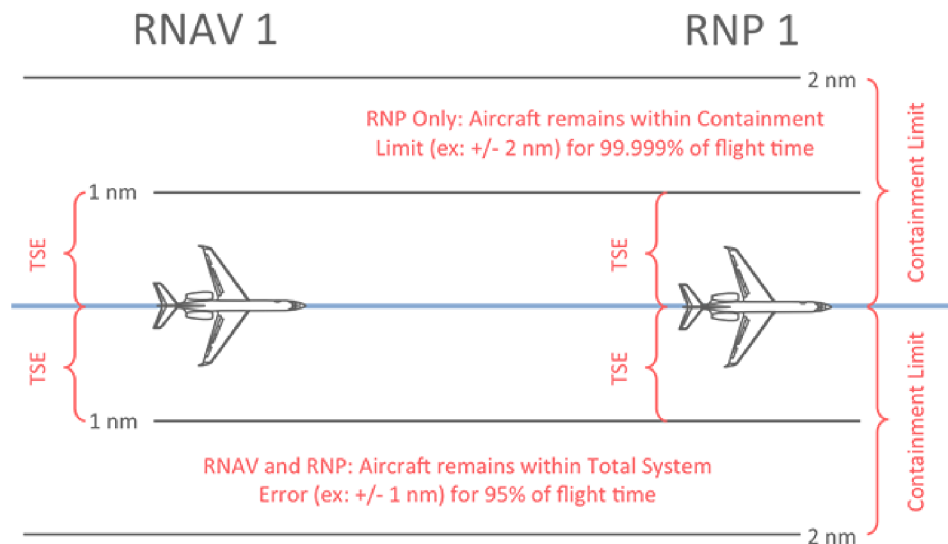
Jeden z projektů je PBN (Performance based navigation) je to druh prostorové navigace, který zahrnuje požadavky nejen pro navigační přesnost, integritu, dostupnost, ale zahrnuje například požadavek pro výcvik posádek. Samotné koncepci PBN, která byla uvedena v platnost organizací ICAO roku 2008 předcházela koncepce RNP (Required navigation performance). PBN rozšířilo původní koncept RNP a tím globálně sjednotilo používanou terminologii. PBN rozlišuje dvě hlavní skupiny navigačních specifikací, navigační specifikace RNAV a navigační specifikace RNP. Uvedené navigační specifikace představují provozně technické požadavky na vybavení RNAV a také na režim, v jakém bude toto vybavení pracovat v rámci navigační infrastruktury.

Navigační specifikace RNAV: Primárním účelem RNAV specifikace je implementace PBN do vzdušných oblastí, které jsou dostatečně radarově pokryty. RNAV specifikace nevyžadují pro provozní certifikaci palubní sledování a varovný systém, který by se aktivoval při ztrátě požadované navigační přesnosti. PBN nabízí čtyři specifikace RNAV (RNAV 1, RNAV 2, RNAV 5, RNAV 10). Číselná hodnota za zkratkou RNAV udává maximální stranovou odchylku v námořních mílech. V případě RNAV 10 je tedy maximální stranová odchylka +/- 10 NM a tato odchylka musí být letadlem dodržena v 95 % celkové doby letu.

Navigační specifikace RNP: Jsou určeny pro ty vzdušné prostory, které nejsou dostatečně pokryty radarovými službami anebo pro prostory, kde je požadována vysoká navigační výkonnost z pohledu přesnosti a integrity. RNP navigační specifikace vyžadují pro provozní certifikaci palubní sledování a výstrahu při ztrátě požadované výkonnosti.

RNP charakterizuje vzdušný prostor pomocí předurčené přesnosti v horizontální rovině, se kterou se letadla mohou pohybovat na konkrétních vzdušných tratích. Tato přesnost musí být letadlem dodržena v 95 % celkové doby letu a musí být dodržena všemi typy letadel, které letí v daném prostoru. Z toho tedy vyplývá, že vzdušný prostor je rozdělen do různých typů RNP a každý typ vzdušného prostoru má jinou míru povolené odchylky od tratě. V oblastech s hustým provozem se setkáme s přísnějšími nároky na dodržení navigační přesnosti a naopak. Pro příklad uvádím oceánský prostor s malým provozem, v němž je

hodnota RNP 20 (Číselná hodnota za zkratkou RNP udává maximální stranovou odchylku v námořních mílich. V tomto případě je tedy maximální stranová odchylka +/- 20 NM a tato odchylka musí být letadlem dodržena v 95 % celkové doby letu.) Opačným příkladem může být letištní oblast s velkým provozem, kde se aplikuje RNP 1 (Maximální stranová odchylka v 95% celkové doby letu může být +/- 1 NM.)



Obrázek č. 4: Porovnání RNAV 1 a RNP 1. TSE je celková chyba systému, která zahrnuje chybu určení polohy tratě, chybu přesnosti řízení letadla a chybu navigačního senzoru. (20)

Z obrázku číslo čtyři je patrný rozdíl mezi RNAV a RNP. Pokud dojde při RNP k zdvojnásobení požadované stranové odchylky, aktivuje se výstražný systém. V našem případě RNP 1 se výstražný systém aktivuje, pokud pravděpodobnost, že se letadlo nachází více jak 2 NM od zadané tratě, bude větší než 0,001 %. U RNAV tento výstražný systém není požadovaný.

Cílem PBN je tedy zajistit globální standard na požadavky RNAV a RNP. Na rozdíl od RNP, která zajišťovala pouze určitou přesnost systému, zajišťuje PBN mimo přesnost i výkonnost v rámci integrity, spojitosti, harmonizace a dostupnosti.

2.5 Typy RNAV

V různých letových prostorech a letových hladinách jsou požadovány odlišné nároky na přesnost vedení letadla po trati. Pro tyto potřeby bylo zavedeno dvou typů prostorové navigace, které se liší v míře přesnosti měření okamžité polohy během letu. RNAV tak dělíme na:

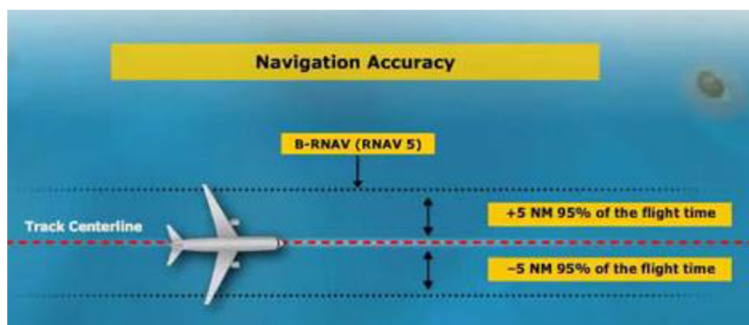
- a) **Základní typ – B-RNAV – Basic RNAV**
- b) **Přesný typ – P-RNAV – Precise RNAV**

3 B-RNAV

Basic – RNAV se v evropském vzdušném prostoru dostal do provozu 23. 4. 1998. Je to základní prostorová navigace, která vyžaduje aby maximální stranová odchylka B-RNAV schváleného letadla od předem stanovené tratě byla +/-5 NM v 95 % doby letu. Této

výkonnostní tolerance je dosaženo díky využívání vstupních informací ze zařízení jako je VOR / DME, DME / DME nebo systému družicové navigace GNSS. [3]

Informace ze systémů INS / IRS může být použita pouze do 2 hodin po kalibraci na zemi, po uplynutí této doby se přesnost určení polohy pomocí INS / IRS snižuje. Pro zachování stálé přesnosti určení polohy začne navigační počítač využívat vstupy z jiných navigačních zařízení. Čím více parametrů je zahrnuto do výpočtu určení polohy, tím je kvalita výstupní informace o aktuální pozici vyšší. Povinnost plnit požadavky vybavení letounu pro B-RNAV mají všechna letadla provozovaná v členských státech ECAC nad letovou hladinou FL 95. Stát může určit i vyšší hladinu než FL 95. (2)



Obrázek č.5: Vyobrazení požadované přesnosti při letech metodou B-RNAV (18)

Jak je uvedeno v předpisu L7030 (3), požadavky zahrnuté ve specifikaci RNAV 5 (B-RNAV) pro traťový provoz musí být použity pro veškerý provoz IFR v celé síti tratí ATS tak, jak jsou stanoveny příslušnými AIP v následujících letových informačních oblastech (FIR) / horních letových informačních oblastech (UIR):

Amsterdam, Ankara, Athinaí, Baku, Barcelona, Bodø, Bordeaux, Bratislava, Bremen, Brest, Brindisi, Bruxelles, Bucuresti, Budapest, Canarias (oblast AFI), Casablanca, Chisinau, Dnipropetrovs'k, France, Hannover, Istanbul, København, Kyiv, Langen, Lisboa, Ljubljana, London, L'viv, Madrid, Malta, Marseille, Milano, München, Nicosia, Odessa, Oslo, Paris, Praha, Reims, Rhein, Riga, Roma, Rovaniemi, Scottish, Shannon, Simferopol, Skopje, Sofia, Stavanger, Sweden, Switzerland, Tallinn, Tampere, Tbilisi, Tirana, Trondheim, Tunis, Varna, Vilnius, Warszawa, Wien, Yerevan, Zagreb.

3.1 Minimální požadavky pro provoz B-RNAV

- Nepřetržitá indikace polohy letadla na zvolené trati a její zobrazení na navigačním displeji
- Zobrazení vzdálenosti a kurzu k následujícímu traťovému bodu
- Zobrazení času nebo traťové rychlosti k následujícímu traťovému bodu
- Uložení alespoň 4 traťových bodů
- Indikace poruchy systému RNAV

3.2 Doporučené vybavení

- Přítomnost autopilota (AP) a letového povelového přístroje (PFD)
- Možnost zobrazení aktuální polohy pomocí koordinátů

- Navigační databáze
- Funkce Direct to
- Možnost automatického výběru kanálů radionavigačních zařízení
- Schopnost automaticky přejít na další úsek tratě (4)

Minimální a doporučené požadavky pro vybavení letadla jsou součástí dokumentu AMC 20 – 4A.

Informace týkající se certifikace a provozní způsobilosti B-RNAV, nejsou předmětem této publikace, uvádím tedy pouze dokument, kde mohou být tyto informace vyhledány. EUROCONTROL Standart Document 003-93 - Provozní a funkční vybavení pro RNAV.

3.3 Postupy při letech B-RNAV

Postupy před odletem: Před odletem je nutné zkontrolovat, zda je letadlo způsobilé pro provoz v prostoru B-RNAV (v ČR musí být schváleno technickou sekci ÚCL). V letovém plánu v poli 10 (vybavení) musí být napsáno písmeno „R“, které označuje způsobilost letadla pro RNP v daném úseku tratě. Pilot tím tedy potvrzuje, že letadlo se kterým se chystá provést let, vyhovuje požadavkům RNP ve všech fázích naplánovaného letu. Dále je potřeba zkontrolovat, zdali minimální vybavení letadla umožňuje provozování v prostoru B-RNAV. Nesmíme také opomenout provozní omezení, které najdeme v AIP, NOTAM.

Postupy při letu v B-RNAV prostoru: Povinností posádky je pravidelně kontrolovat systém prostorové navigace, jeho funkčnost a navigační výkonnost. Při zjištění závady musí posádka ihned kontaktovat službu řízení letového provozu a ve spolupráci s ATC změnit letový plán mimo prostor B-RNAV

B-RNAV je tedy dle mého názoru vhodnou konvencí, jak lépe využít leteckého vzdušného prostoru a zvýšit jeho kapacitu. V každém státě byly vytvořeny letové tratě pro letouny vyhovujícím požadavkům B-RNAV. Tyto tratě dodávají do vzdušné situace přehlednost, pravidelnost letového toku a tím zvyšují bezpečnost letů. V některých státech došlo až k 30 % nárůstu možnosti využití vzdušného prostoru. B-RNAV má však i své stinné stránky. Hlavní z nich je nedostatečná přesnost pro použití v koncových řízených oblastech (TMA). Za jistých podmínek mohou letadla využívat příletových / odletových tratí určených přímo pro B-RNAV, ovšem letouny jsou při letech za těchto podmínek značně omezeny například tím, že odletové / příletové tratě musí být provedeny navigační konvenční metodou. Přesné znění okolností pro tuto možnost je uvedeno v předpise L7030 části 6.6. B-RNAV lze tedy považovat za nedostatečný pro použití při odletech a příletech v každodenním provozu. V těchto případech se využívá vyššího stupně RNAV a tím je P-RNAV, který je předmětem další kapitoly.

4 P-RNAV

Precise-RNAV, který můžeme také nazvat jako přesná prostorová navigace, je vyšší stupeň B-RNAV. Jedná se o navigaci, která se primárně využívá během letu v koncových řízených oblastech, může se však také použít pro navigaci na trati. V současné době není tento druh navigace povinný, a proto ne všechna letadla jsou plně vybavena pro tento druh navigace. Hlavní odlišností od B-RNAV je, že P-RNAV dovoluje maximální chybu stranové

odchylky od předem stanovené tratě +/- 1 NM v 95 % celkové doby letu. Tato přesnost je tedy dostačující i pro koncové řízené oblasti. Množství letadel vybavená pro P-RNAV neustále narůstá a to je hlavní motivací pro publikování standardních příletových a odletových tratí v jednotlivých státech. V blízké budoucnosti tak s největší pravděpodobností můžeme počítat s povinným zavedením P-RNAV. P-RNAV umožňuje použití ve všech fázích letu kromě konečného přiblížení a nezdařeného přistání. Umožňuje také vytvořit v TMA takové tratě, které vyhovují jednotlivým typům letadel, pilotům a řídicím letového provozu a také potřebám letiště. (Například pro dodržení hlukového omezení atd.) Tyto tratě označujeme jako SID a STAR a jsou podrobněji vysvětleny v části 4.3 této bakalářské práce. Výhodou, kterou osobně sledávám za nejdůležitější, je zvýšení bezpečnosti letů v evropském vzdušném prostoru.

4.1 Požadované funkce P-RNAV

- Indikace aktuální pozice letadla na dané trati a zobrazení na displeji
- Navigační databáze s možností aktualizace, databáze nemohou být přepsány posádkou
- Zobrazovat posádce datum expirace aktuální navigační databáze
- Zobrazovat vzdálenost k nadcházejícímu traťovému bodu
- Zobrazovat traťovou rychlost a čas k nadcházejícímu traťovému bodu
- Automatické ladění VOR a DME
- Funkce Direct to
- Možnost nastavení druhu průletu jednotlivých traťových bodů (Fly Over, Fly By)
- Možnost uložení minimálně 10 traťových bodů
- Indikace při selhání systému RNAV

(5)

V této části své bakalářské práce uvádím pouze částečné znění, tak aby si student byl schopen představit co je při letech P-RNAV požadované. Kompletní výčet parametrů se nachází v dokumentu JAA Administrative and Guidance material section 1, general part 3: Temporary guidance Leaflets, Leaflets No. 10 rev. 1 v sekci 7. (2)

4.2 Postupy P-RNAV

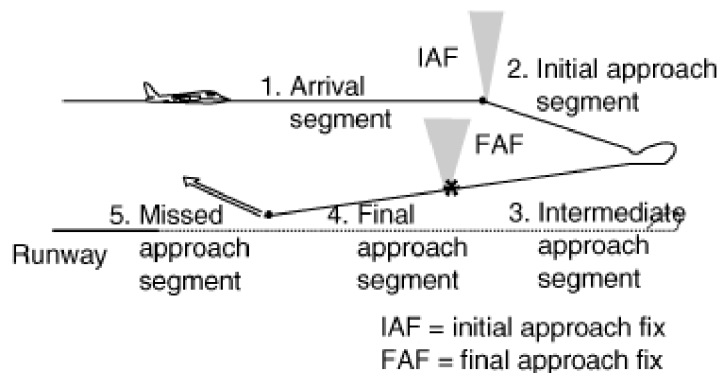
Před letem: Posádka musí zkontrolovat, zda je letadlo způsobilé pro let podle P-RNAV. Zdali je minimální vybavení v letadle dostatečné pro danou trať podle základního seznamu minimálního vybavení (MMEL). Dále pak prověřit dostupnost navigačních prostředků ze zprávy NOTAM a zajistit, že používaná databáze v letadle je aktuální.

Během letu: Kontrolovat funkčnost a přesnost navigačního systému. V případě výskytu varovného hlášení a zjištění závady ihned kontaktovat ATC.

4.3 Trate SID a STAR

STAR (Standart Instrument Arrival Route) jsou trati, které vedou letadlo po trati pro konečné přiblížení. Typický STAR začíná v místě radionavigačního zařízení nebo v hlásném bodě (Hlásný bod je stanovené zeměpisné místo, ke kterému se musí hlásit poloha). Dále se STAR skládá ze skupiny bodů, které vedou letadlo do blízkosti cílového letiště, kde je tato trať zakončena v bodě počátečního přiblížení IAF (Initial Approach Fix). Zde letadlo zahájí přístrojové přiblížení, popřípadě může být dále vektorováno řídicím letového provozu. Nutno podotknout, že všechna letiště nemají vytvořený STAR a ne všechny vytvořené STARy jsou pro lety IFR. Můžeme se také setkat se STARy, které jsou určeny pro vizuální přiblížení využívající vizuálních objektů na zemi.

Pro snadnější představu uvádím obrázek č. 6, který zobrazuje jednotlivé body a segmenty trati letadla při přiblížení na přistání.



Obrázek č. 6: Zobrazení bodů a segmentů závěrečné fáze letu (19)

SID (Standart Instrument Departure) jsou trati, které zajišťují plynulost toku letového provozu na jednotlivých letištích a jsou stanoveny standardními postupy pro odlety letadel. Tyto postupy zajišťují letadlům dostatečnou výšku nad okolními překážkami. Tato trať začíná v bodě, kdy letadlo dosáhne výšky 5 m nad dráhou a končí v hlásném bodě, který je obvykle nad definovaným radionavigačním zařízením. [2]

Oba druhy tratí, jak SID, tak STAR rozlišují výběr tratě pro RNAV a NON-RNAV letový provoz.

4.3.1 Výhody zavedení SID / STAR tratí

- Optimalizace profilu stoupání / klesání – úspora paliva
- Snížení hlukové zátěže jednotlivých letišť
- Zajištění separace letadel
- Snížení zátěže na řídicího
- Uspořádání letového toku

5 Snížení minim vertikálních rozstupů RVSM

Snížení minim vertikálních rozstupů představuje jeden z hlavních cílů evropského vzdušného programu (EATCHIP). RVSM povolí schváleným letounům snížit vertikální rozstup mezi letadly na 1000 ft z původních 2000 ft. Toto povolení dostanou letadla, která splní minimální požadavky pro provoz v RVSM, jejichž výčet uvádím v kapitole 5.8. Snížení této separace je možné v letových hladinách FL 290- FL 410 včetně. Záměrem zavedení RVSM je zvýšení kapacity vzdušného prostoru díky dodatečnému vytvoření šesti nových letových hladin. Ze simulací, které proběhly před zavedením RVSM do plného provozu plyne, že touto metodou se snižuje pracovní vytížení ATC za stále stejné úrovně bezpečnosti letů v prostoru. (6)

Potřeba zavedení RVSM je dle mého názoru patrná z rapidního nárůstu letecké dopravy v evropském vzdušném prostoru. Využitím této metody dosahují letadla optimálních profilů tratí, což má za následek snížení spotřebovaného paliva. Testy také prokázaly, že letecké společnosti ušetří až 1 % celkového potřebného paliva k letu. Což při životnosti dopravního letadla 20–30 let není zanedbatelná částka. Hodnotu životnosti dopravních letadel, kterou zde uvádím, uvažujte s možností případných odchylek, jelikož životnost dopravních letadel záleží převážně na počtu cyklů přetlakování kabiny. Není tedy možné určit průměrnou životnost všech dopravních letadel s vyšší přesností.

5.1 Historický vývoj RVSM

V 50. letech minulého století bylo zjištěno, že původní vertikální rozstupy letadel, které byly 1000 ft nejsou dostatečné. Důvodem bylo snížení přesnosti měřené výšky pomocí tlakových výškoměrů s rostoucí výškou. V roce 1960 byl tak vertikální rozstup zvýšen na 2000 ft, pro letadla provozována nad FL 290, vyjma některých oblastí, kde tento rozstup platil i pod FL 290. V roce 1966 byla tato implementace zavedena v globálním měřítku. Již v těchto dobách bylo zřejmé, že toto řešení je dočasné a že nebude vyhovovat budoucím požadavkům. V 70. letech díky narůstajícím cenám paliva a požadavkům zvýšit efektivnost vzdušného letového prostoru, započaly studie, které měly za cíl navrátit vertikální rozstupy zpět na 1000 ft, ovšem bez snížení bezpečnosti letů. Studie probíhaly pod záštitou ICAO v Evropě, Kanadě, Japonsku a USA.

Cílem těchto studií bylo:

- Vytvořit spolehlivý systém měření výšek ve vysokých hladinách
- Zjistit příčiny chyb udržování výšek
- Zajistit požadovanou úroveň bezpečnosti při použití vertikálních rozstupů 1000 ft v letových hladinách FL 290- FL 410 včetně
- Specifikovat minimální výkony systémů letadel pro výškoměry a vybavení související s měřením výšky, které by plnily požadavky pro bezpečnost v RVSM
- Určit možnost proveditelnosti a určit, zda tato implementace bude ekonomicky výhodná

Výsledky studií ukázaly, že redukce vertikálních rozstupů je bezpečná, ekonomicky výhodná, uskutečnitelná a bez nadměrně vysokých technických požadavků. Studie také poukázaly, že téměř jednosměrný letový tok v severoatlantickém prostoru (NAT), je

ideálním adeptem pro první implementaci RVSM. Plánování RVSM v NAT bylo zahájeno v roce 1990. První fáze užívání 1000 ft RVSM započala 27. března 1997 v letových hladinách FL 330- FL 370 včetně. V říjnu roku 1988 byly přiděleny letové hladiny FL 310, 320, 380, 390. Závěrečný krok pro aplikaci RVSM v evropském vzdušném prostoru byl udělán v lednu roku 2002, kdy byl vytvořen evropský RVSM prostor, který platí dodnes. Jeho hranice jsou od FL 290- FL 4110 včetně. (7)

5.2 Evropský vzdušný prostor RVSM

Na základě předpisu L7030 (3) se v EUR RVSM (FL 290- FL 410) využívá v těchto informačních letových oblastech (FIR) a horních informačních regionech (UIR):

Alger, Amman, Amsterdam, Ankara, Arkhangelsk, Baku, Barcelona, Beirut, Beograd, Berlin, Bodø, Bratislava, Brindisi, Bruxelles, Bucuresti, Budapest, Cairo, Casablanca, Chisinau, Damascus, Dnipropetrovs'k, France, Hannover, Hellas, Istanbul, Kaliningrad, Kazan, Kirov, København, Kotlas, Kyiv, Lisboa, Ljubljana, London, L'viv, Madrid, Malta, Milano, Minsk, Moscow, Murmansk, Murmansk Oceanic, Naryan-Mar, Nicosia, Novosibirsk, Odesa, Oslo, Penza, Perm, Petrozavodsk, Praha, Rhein, Riga, Roma, Rostov, Rovaniemi, Samara, Sankt- Peterburg, Saratov, Sarajevo, Scottish, Shannon, Simferopol, Skopje, Sofia, Stavanger, Sweden, Switzerland, Syktyvkar, Tallinn, Tampere, Tbilisi, Tel Aviv, Tirana, Tripoli, Trondheim, Tunis, Ufa, Varna, Velikiye Luki, Vilnius, Vologda, Vorkuta, Warszawa, Wien, Yekaterinburg, Yerevan, Zagreb.

RVSM se uplatňuje v celém rozsahu nebo pouze v jeho části od FL 290- FL410 v těchto FIR/ UIR:

Canaries (AFI Region), Casablanca, Lvov, Odesa, Simferopol, Tunis

5.3 Evropský tranzitní vzdušný prostor RVSM

Přechodové úlohy spojené se vstupem či výstupem z / do prostoru EUR RVSM jsou prováděny v těchto oblastech:

Ankara, Athinai, Barcelona, Bodø, Canaries (AFI Region), Casablanca, France, Kishinau, Lvov, Madrid, Malta, Nicosia, Odesa, Riga, Rovaniemi, Simferopol, Tallin, Tampere, Tunis, Vilnius, Warszawa.

5.4 Evropský / severoatlantický vzdušný prostor RVSM

Pro účely přechodu NON-RVSM schválených letadel z evropského tranzitního vzdušného prostoru do Severoatlantického vzdušného prostoru a naopak jsou určeny tyto FIR:

Bodø (Domestic), Stavanger, Trondheim, Scottish, Shannon, London, Brest, Madrid a Lisabon.

5.5 Státy evropské RVSM oblasti

Albania, Austria, Belgium, Bosnia and Herzegovina, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Moldova, Monaco, Monte Negro, Morocco, Norway, Poland, Portugal, Romania, Serbia, Slovak Republic, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, The Netherlands, Tunisia, Turkey, Ukraine, United Kingdom

5.6 Tabulka cestovních letových hladin v EUR RVSM

Se zavedením RVSM v evropském vzdušném prostoru se vytvořily pravidla pro zvolení letové hladiny podle magnetických kurzů jednotlivých tratí.

Cruising Levels Appropriate to Direction of Flight - EUR Region (FL 280 TO FL 430)	
Track* from 180 degrees to 359 degrees**	Track* from 000 degrees to 179 degrees**
← FL 430	(non-RVSM level)
	FL 410 →
← FL 400	
	FL 390 →
← FL 380	
	FL 370 →
← FL 360	
	FL 350 →
← FL 340	
	FL 330 →
← FL 320	
	FL 310 →
← FL 300	
	FL 290 →
← FL 280	(non-RVSM level)

Obrázek č. 7: Letové hladiny podle kurzu letu. Vysvětlivky symbolů *,** se nachází na str. 29. (16)

Nutno podotknout, že cestovní hladiny vytvořené pro RVSM ve FL 310, 350 a 390 mají obrácený směr, než je tomu v prostředí NON-RVSM. V RVSM liché hladiny směřují vždy na východ, ovšem v prostoru NON-RVSM směřují tyto hladiny na západ.

V kapitole 6.4.2 uvádím kompletní přehled letových hladin pro VFR, IFR lety ve všech letových hladinách, jak v prostoru RVSM, tak v prostoru NON-RVSM.

5.7 Letadla provozovaná v EUR RVSM

Pro možnost provozu v oblasti RVSM musí být letadla schválena. Toto schválení dělá národní úřad daného státu. Letoun dostane povolení pro let v oblasti RVSM, pokud splňuje požadavky provozovatele a požadavky pro palubní vybavení letounu. Výjimku tvoří státní letouny, které nevlastní potřebné schválení pro provoz v RVSM a přesto se mohou pohybovat ve vzdušném prostoru RVSM. V RVSM oblastí těmto „NON-RVSM státním letadel“ bude poskytnuta minimální vertikální separace 2000 ft (600 m) od všech ostatních IFR letadel. Mezi státní letadla patří převážně vojenská letadla, letadla celní správy a letadla policie. Předpokládané množství „NON-RVSM státních letadel“ ve vzdušném evropském prostoru je velmi malé. Tento požadavek přijmout do RVSM oblastí i letadla, která potřebují větší vertikální rozstupy zvyšují náročnost pro řídicího letového provozu, který

musí rozlišit jednotlivé druhy letadel a zajistit jim požadovanou vertikální separaci od ostatních.

- Minimální vertikální rozstup 1000 ft (300 m) se používá mezi dvěma letadly provozujícími jako GAT, přičemž oba splňují podmínky pro RVSM
- Minimální vertikální rozstup 2000 ft (600 m) se používá mezi dvěma letadly provozujícími jako GAT, jestliže jedno letadlo je „státní NON-RVSM“ nebo „neschválené NON-RVSM“ a nebo pokud obě letadla jsou „NON-RVSM státní“ nebo „neschválené NON-RVSM“. Tento rozstup se také používá, pokud dojde k selhání komunikace během letu.

Z tohoto důvodu byly vytvořeny procedury, které informují řidičí o stavu jednotlivých letadel ve vztahu k RVSM.

5.8 Požadavky pro získání RVSM způsobilosti

Zde uvádím minimální vybavení letadla, které je potřeba k získání RVSM způsobilosti a tím tedy získat oprávnění k pohybu ve vzdušném prostoru RVSM, jako letadlo povolené pro RVSM.

- Dva nezávislé přístroje pro měření výšky
- Indikace přednastavené výšky pilotovi a po dosažení výstražně informovat pilota
- Odpovídač SSR se schopností měřit výšku
- Systém varování při změně výšky
- Systém pro automatické udržení výšky
- Systém ACAS II

Výčet požadavků, který uvádím není kompletní, kompletní znění požadavků pro schválení letadel pro provoz v RVSM se nachází v dokumentu JAA TGL No. 6 (2)

6 Procedury v RVSM

Tato část publikace byla vypracovaná v souladu s originálním dokumentem ATC Manual for RVSM in Europe. (7)

V prostoru se, ať už jako piloti nebo řidičí letového provozu, setkáváme se zavedenými standardy, které je potřeba dodržovat. Dodržování standardů snižuje pracovní vypětí pro ATC a zvyšuje bezpečnost jednotlivým letům. Zavedené procedury nejprve rozdělíme:

- a) Procedury při vyplňování letového plánu
- b) Procedury pro ATC povolení
- c) Procedury pro státní letadla operující v EUR RVSM
- d) Procedury při letech z / do EUR RVSM
- e) Procedury pro nepředvídané události během letu
- f) Procedury při selhání komunikace
- g) Frazeologie používaná v RVSM oblastech

6.1 Procedury při vyplňování letového plánu

Před samotným vyplněním letového plánu posádka musí zkontrolovat, zda letadlo, na kterém má být vykonán let, je schváleno / neschváleno pro RVSM provoz. Dále si musí ověřit stav počasí na určené trati, zkontrolovat minimální požadované vybavení a provozní omezení.

Pro vyplnění letového plánu se používají tyto zásady:

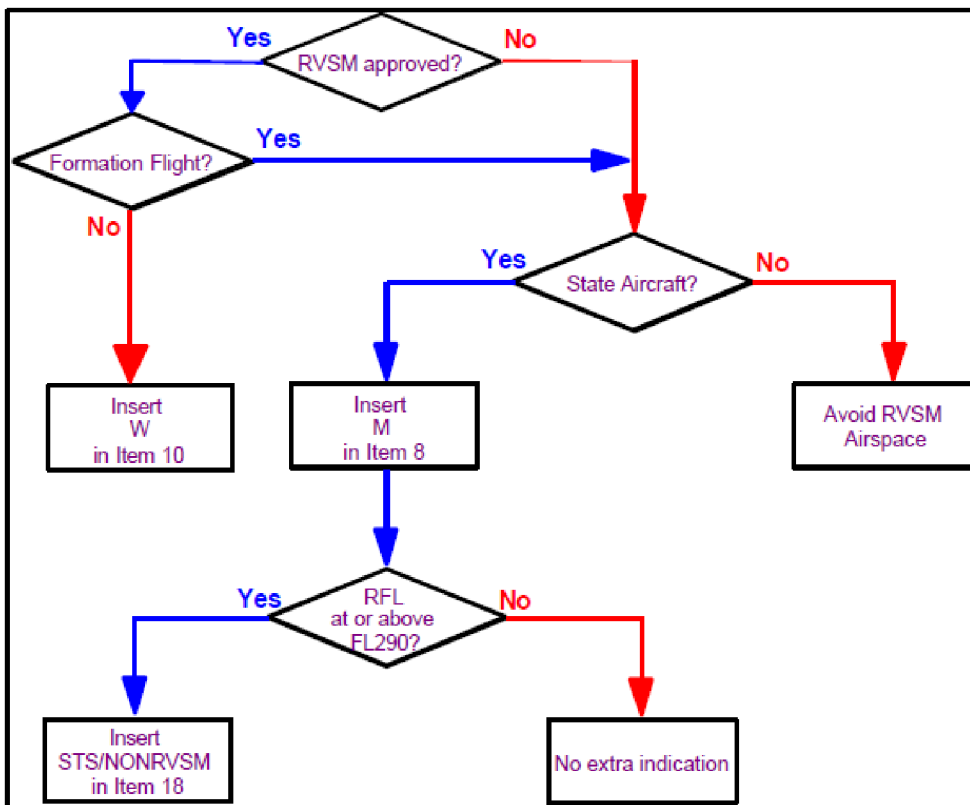
- Vojenská, celní a policejní letadla se v letovém plánu ICAO poli 8 musí označit písmenem „**M**“. Pouze tato letadla mají nárok být kvalifikovaná jako „státní letadla“ a mohou být provozována v EUR RVSM bez ohledu na jejich RVSM status.
- Pro RVSM schválené letouny platí, že do pole 10 (Vybavení) v ICAO letovém plánu je třeba vložit písmeno „**W**“.
- Pro „NON-RVSM letadla“, která požadují let v letové hladině FL 290 nebo vyšší se do letového plánu ICAO do pole 18 musí zapsat „**STS/NONRVSM**“. To indikuje řídicímu letového provozu požadavek na speciální zacházení v prostoru RVSM a letadlu je poskytnuta vertikální separace od všech letadel 2000 ft (600 m).
- Lety státních letadel ve formaci jsou povoleny pro let v rámci EUR RVSM, ovšem budou považovány za „NON-RVSM letadla“. Letům ve formaci tedy bude poskytnuta vertikální separace 2000 ft (600 m) od všech ostatních letadel v EUR RVSM.
- Piloti plánující let s letadlem, které má RVSM status „povolený pro RVSM“ nebo „NON-RVSM povolený“, by měli do letového plánu také vložit vstupní a výstupní bod z / do EUR RVSM včetně požadované letové hladiny na této části tratě. Vstupní a výstupní body označujeme jako povinné pro hlášení – hlásné body. Tyto informace se zadávají do pole 15 ICAO letového plánu.
- „NON-RVSM civilní lety“ by se měly vyhnout EUR RVSM mimo tranzitní prostory RVSM. Letadla letící z letiště (ADEP), která se nachází mimo RVSM prostor směřující na letiště (ADES), která jsou v postranních hranicích EUR RVSM, by měla v letovém plánu ICAO poli 15 uvést vstupní bod do RVSM a požadovat letovou hladinu pod FL 290. Pokud letiště vzletu (ADEP) i destinace (ADES) se nachází v rámci postranních hranic EUR RVSM v poli 15 ICAO letového plánu, musí být požadována letová hladina pod FL 290.

Dalším případem je, pokud letadlo letí z letiště (ADEP), které je v postranních hranicích EUR RVSM, na letiště (ADES), které je mimo postranní hranice EUR RVSM. Poté musí být v ICAO letovém plánu poli 15 zaznamenán výstupní bod z EUR RVSM, kde požadovaná letová hladina je pod FL 290 a poté požadovaná letová hladina po opuštění EUR RVSM. Poslední možná kombinace je, když letiště vzletu (ADEP) i přistání (ADES) jsou mimo postranní hranice EUR RVSM, ale jejich spojnice vede přes EUR RVSM. Poté musí být v letovém plánu ICAO v poli 15 uveden vstupní bod do RVSM s požadovanou hladinou menší než FL 290 nebo vyšší než FL 410 a výstupní bod z EUR RVSM s požadovanou letovou hladinou na další části tratě. (7)

Pro ucelenější představu uvádím obrázek č. 8

	<i>ADES within lateral limits of EUR RVSM Airspace</i>	<i>ADES outside lateral limits of EUR RVSM Airspace</i>
<i>ADEP within lateral limits of EUR RVSM Airspace</i>	Assign level below EUR RVSM Airspace	Assign level below EUR RVSM Airspace
<i>ADEP outside lateral limits of EUR RVSM Airspace</i>	Assign level below EUR RVSM Airspace	Assign level below or above EUR RVSM Airspace

Obrázek č. 8: Schéma použití letových hladin při různých kombinacích letišť: ADEP – Letiště vzletu, ADES – Letiště přiletu (7)



Obrázek č. 9: Přehled požadavků pro plánování letů v RVSM (7)

6.2 Procedury pro ATC povolení

V rámci EUR RVSM se mohou pohybovat pouze letadla schválená pro RVSM a „NON-RVSM státní letadla“. Ostatní letadla se mohou pohybovat pouze v tranzitních oblastech EUR RVSM. Požadavky, které jsou kladeny na letové plány, by měly umožnit, aby řídicí letového provozu byl obeznámen o RVSM statusu všech letadel.

Pokud má řídicí nějaké pochybnosti o RVSM statusu letadla, měl by si tuto informaci nechat potvrdit od pilotů.

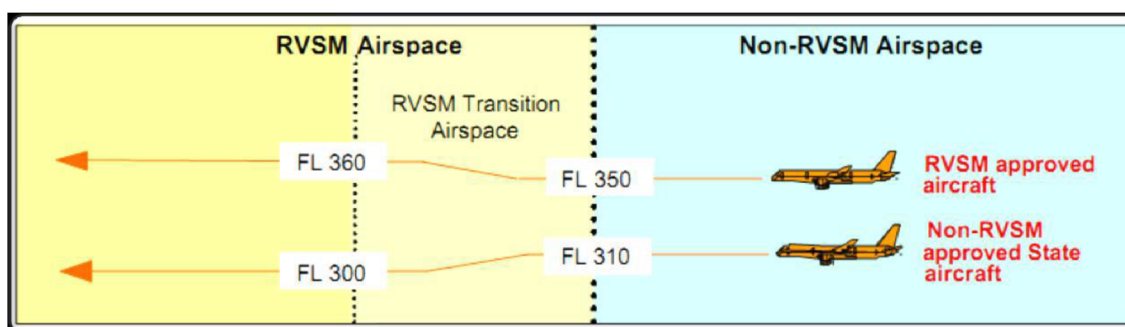
Lety civilních letadel ve formaci by neměly získat povolení pro let v rámci EUR RVSM. Jsou považovány za „neschválené NON-RVSM“ a to z důvodu, že povolená mezí rozdílů výšky mezi velitelem formace a ostatními letadly je 100ft (30m), což by snižovalo bezpečnost v EUR RVSM.

6.3 Procedury pro státní letadla operující v EUR RVSM

Státní letadla jsou považována za „povolené NON-RVSM“. Používaný separační minimální rozstup ve vertikální ose při pohybech těchto letadel v EUR RVSM je 2000 ft (600 m) od ostatních letadel.

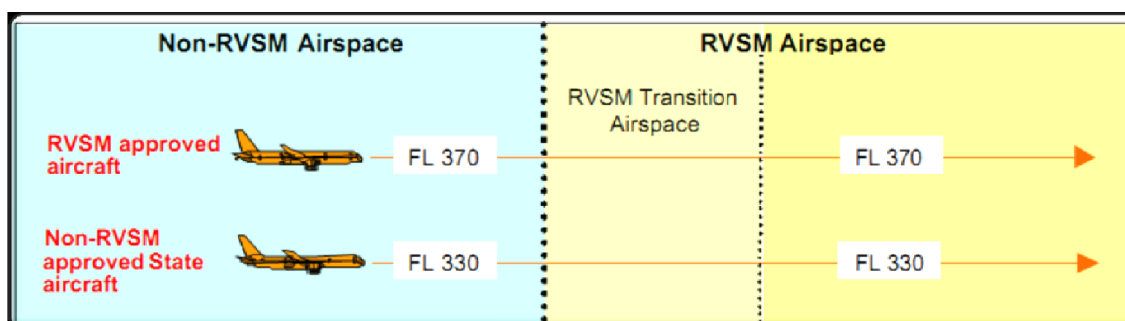
- **Vstup státního letadla do EUR RVSM z východu (jih):**

Na následujícím obrázku můžeme vidět proceduru, která se uplatňuje při vstupu NON-RVSM státního letadla nebo „RVSM povoleného letadla“ z NON-RVSM prostoru do RVSM prostoru. V tomto směru jsou letouny nuceny změnit letové hladiny, jelikož letové hladiny v prostoru NON-RVSM a RVSM na sebe nenavazují. Stejná procedura bude použita při severojižním letovém toku, kdy státní letadlo vstupuje do RVSM prostoru z jihu.



Obrázek č 10: Příklad vstupu státních letadel do EUR RVSM z východu (jih) (7)

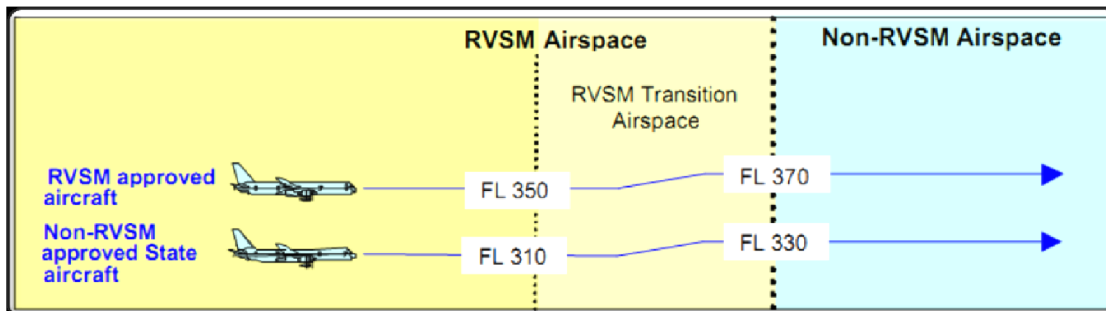
- **Vstup státního letadla do EUR RVSM ze západu (severu):** Při vstupu do EUR RVSM ze západu nedochází ke komplikacím a to z důvodu přímé návaznosti letových hladin mezi NON-RVSM a RVSM prostory. Grafické znázornění uvedené níže se používá i při severojižním letovém toku, jestliže státní letoun vstupuje do EUR RVSM ze severu.



Obrázek č. 11: Příklad vstupu státního letadla do EUR RVSM ze západu (severu) (7)

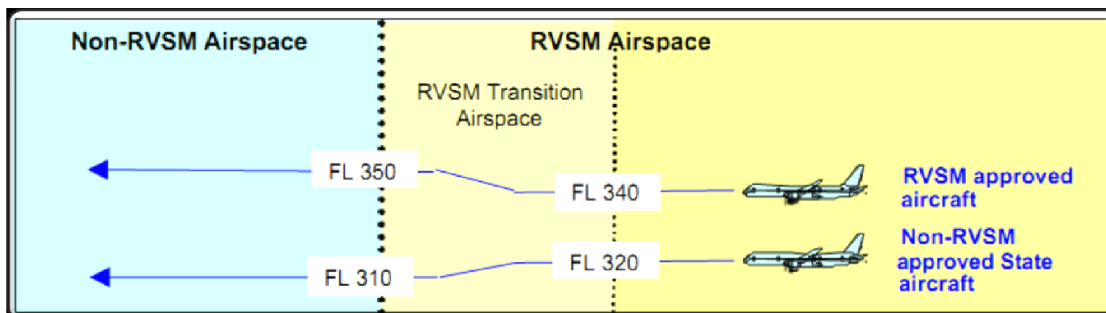
- **Výstup státního letadla z EUR RVSM východním směrem:** Při výstupu státního letadla z EUR RVSM do NON-RVSM oblasti východním směrem je nutné

v letových hladinách FL 310, 350 a 390 změnit letovou hladinu a to z důvodu nenávaznosti letových tratí v EUR RVSM a NON-RVSM letovém prostoru. Konkrétní stav je vyobrazen na schématu níže.



Obrázek č. 12: Příklad výstupu státního letadla z EUR RVSM směrem na východ (7)

- **Výstup státního letadla z EUR RVSM západním směrem:** Pokud státní letadlo opouští EUR RVSM prostor směrem západním, dojde opět ke změně letových hladin a to z důvodu nenávaznosti letových tratí NON-RVSM a RVSM vzdušných prostorů.

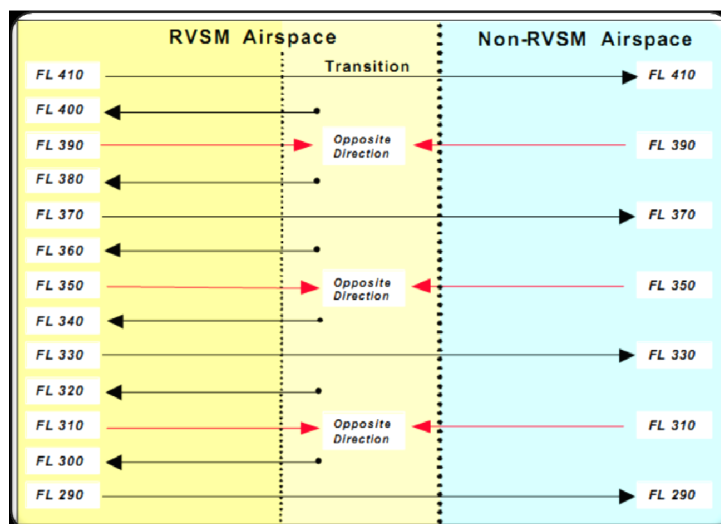


Obrázek č. 13: Příklad výstupu státního letadla z EUR RVSM západním směrem (7)

6.4 Procedury pro povolená RVSM letadla při letech z / do EUR RVSM

Tato kapitola se věnuje procedurám, při kterých „povolená letadla RVSM“ vstupují / vystupují z EUR RVSM. Tyto procedury označujeme jako tranzitní úlohy.

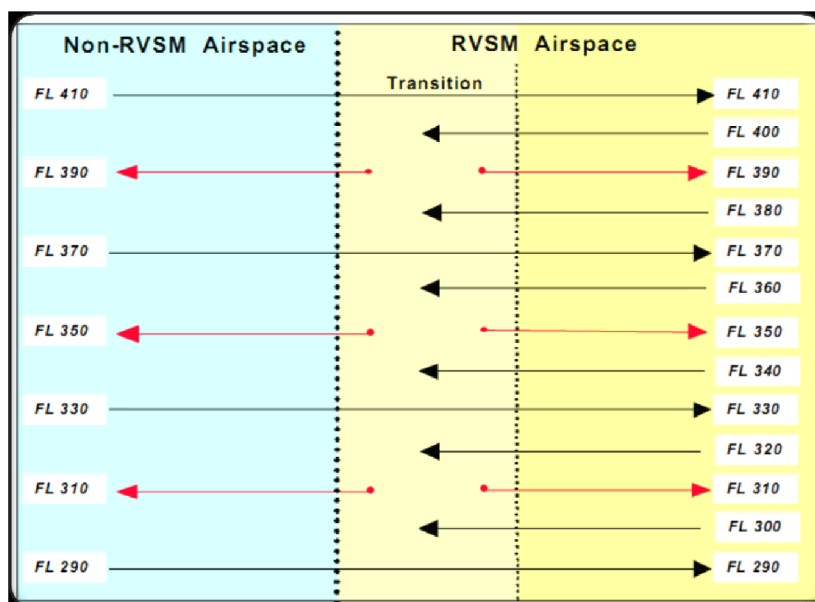
- **Vstup do RVSM z východu:** Při vstupu do RVSM vzdušného prostoru z východu se využívá organizace, která je uvedena na obrázku níže.



Obrázek č. 14: Vstupy schválených RVSM letadel do EUR RVSM z východu (7)

Z obrázku je patrné, že ve FL 310, 350 a 390 dochází ke střetu konvenčních letových hladin s hladinami používanými v EUR RVSM. V těchto hladinách musí řidiči dbát zvýšené pozornosti. Letadla, která vstupují do RVSM z východu musí, jak je patrné z obrázku, vždy změnit letovou hladinu, protože letové hladiny v tomto směru na sebe nenavazují. Změnu hladiny musí provést také letadla, letící ve FL 310, 350 a 390 ve směru z RVSM vzdušného prostoru do NON-RVSM vzdušného prostoru.

- **Vstup do RVSM z jihu:** Při vstupech do RVSM vzdušného prostoru z jihu, jestliže je letový proud orientován ve směru sever-jih, se využívá stejného schématu jako pro vstupy z východu (viz. obrázek výše).
- **Vstup do RVSM ze západu:** Pro případ vstupu do RVSM ze západu se využívá organizace vzdušného prostoru, která je uvedena na obrázku níže.



Obrázek č. 15: Vstupy schválených RVSM letadel do EUR RVSM ze západu (7)

Vstup z tohoto směru je méně komplikovaný, než tomu bylo při vstupu z východu. Je však potřeba pro udržení vysoké kapacity rozdělit provoz do všech letových hladin.

- **Vstup do EUR RVSM ze severu:** Využívá se při severojižním proudě. V tomto případě se používá stejné schéma jako pro vstup do RVSM ze západu.

6.4.1 Povinnosti ACC a UAC

Prostory, kde jsou uplatňována pravidla pro let v EUR RVSM, již byly uvedeny v kapitolách 5.2 a 5.3. Jednotlivé oblasti jako ACC a UAC musí zajistit:

- Odpovídající separaci podle RVSM statusu letadel.
- Aby letadla letěla v odpovídajících letových hladinách v EUR RVSM a v okolních oblastech a aby minimálních vertikálních rozstupů letadlo dosáhlo ještě před průletem bodu předání do sousedního ACC / UAC.
- Aby „NON-RVSM povolená letadla“ letící z oblasti NON-RVSM do EUR RVSM letěla v hladinách mimo EUR RVSM a byla v těchto letových hladinách usazena ještě před průletem bodu, ve kterém budou rádiovou komunikací instruovány k přeladění na frekvenci další oblasti.

6.4.2 Cestovní hladiny RVSM / NON-RVSM

Cestovní hladiny v přímém letu pro RVSM a NON-RVSM oblasti jsou uvedeny v ICAO Annex 2, dodatek 3. Zde uvádím organizaci vzdušného prostoru na obrázcích.

RVSM prostor

Trať **											
Od 000 stupňů do 179 stupňů ***						Od 180 stupňů do 359 stupňů ***					
Lety IFR			Lety VFR			Lety IFR			Lety VFR		
Hladina			Hladina			Hladina			Hladina		
FL	stopy	metry	FL	stopy	metry	FL	stopy	metry	FL	stopy	metry
010	1 000	300	-	-	-	020	2 000	600	-	-	-
030	3 000	900	035	3 500	1 050	040	4 000	1 200	045	4 500	1 350
050	5 000	1 500	055	5 500	1 700	060	6 000	1 850	065	6 500	2 000
070	7 000	2 150	075	7 500	2 300	080	8 000	2 450	085	8 500	2 600
090	9 000	2 750	095	9 500	2 900	100	10 000	3 050	105	10 500	3 200
110	11 000	3 350	115	11 500	3 500	120	12 000	3 650	125	12 500	3 800
130	13 000	3 950	135	13 500	4 100	140	14 000	4 250	145	14 500	4 400
150	15 000	4 550	155	15 500	4 700	160	16 000	4 900	165	16 500	5 050
170	17 000	5 200	175	17 500	5 350	180	18 000	5 500	185	18 500	5 650
190	19 000	5 800	195	19 500	5 950	200	20 000	6 100	205	20 500	6 250
210	21 000	6 400	215	21 500	6 550	220	22 000	6 700	225	22 500	6 850
230	23 000	7 000	235	23 500	7 150	240	24 000	7 300	245	24 500	7 450
250	25 000	7 600	255	25 500	7 750	260	26 000	7 900	265	26 500	8 100
270	27 000	8 250	275	27 500	8 400	280	28 000	8 550	285	28 500	8 700
290	29 000	8 850				300	30 000	9 150			
310	31 000	9 450				320	32 000	9 750			
330	33 000	10 050				340	34 000	10 350			
350	35 000	10 650				360	36 000	10 950			
370	37 000	11 300				380	38 000	11 600			
390	39 000	11 900				400	40 000	12 200			
410	41 000	12 500				430	43 000	13 100			
450	45 000	13 700				470	47 000	14 350			
490	49 000	14 950				510	51 000	15 550			
atd.	atd.	atd.				atd.	atd.	atd.			

Obrázek č. 16: Přehled hladin v RVSM vzdušném prostoru (8)

* Mimo případů, kdy se na základě regionálních leteckých dohod použije upravená tabulka cestovních hladin, která je založená na nominálním minimu vertikálního rozstupu 300 m (1 000 ft), za specifických podmínek pro letadla letící nad FL 410 v určených částech vzdušného prostoru.

** Magnetická trať nebo v polárních oblastech nad zeměpisnou šířkou 70 stupňů a v takovém rozsahu k těmto oblastem, které mohou stanovit příslušné úřady ATS, síť tratí jak je určena sítí čar rovnoběžných s Greenwichským poledníkem přenesených na mapu polární stereografické projekce, na které se směr k Severnímu pólu vyjadřuje síťovým severem.

*** Mimo případů, kdy je na základě regionálních leteckých dohod od 090 do 269 stupňů a od 270 do 089 stupňů předepsáno přizpůsobit je převládajícímu směru provozu a jsou stanoveny příslušné specifické převodní postupy s nimi spojené (8)

Vysvětlivky platí i pro obrázek č. 17.

NON-RVSM prostor

Trať *											
Od 000 stupňů do 179 stupňů **						Od 180 stupňů do 359 stupňů **					
Lety IFR			Lety VFR			Lety IFR			Lety VFR		
Hladina			Hladina			Hladina			Hladina		
FL	stopy	metry	FL	stopy	metry	FL	stopy	metry	FL	stopy	metry
010	1 000	300	-	-	-	020	2 000	600	-	-	-
030	3 000	900	035	3 500	1 050	040	4 000	1 200	045	4 500	1 350
050	5 000	1 500	055	5 500	1 700	060	6 000	1 850	065	6 500	2 000
070	7 000	2 150	075	7 500	2 300	080	8 000	2 450	085	8 500	2 600
090	9 000	2 750	095	9 500	2 900	100	10 000	3 050	105	10 500	3 200
110	11 000	3 350	115	11 500	3 500	120	12 000	3 650	125	12 500	3 800
130	13 000	3 950	135	13 500	4 100	140	14 000	4 250	145	14 500	4 400
150	15 000	4 550	155	15 500	4 700	160	16 000	4 900	165	16 500	5 050
170	17 000	5 200	175	17 500	5 350	180	18 000	5 500	185	18 500	5 650
190	19 000	5 800	195	19 500	5 950	200	20 000	6 100	205	20 500	6 250
210	21 000	6 400	215	21 500	6 550	220	22 000	6 700	225	22 500	6 850
230	23 000	7 000	235	23 500	7 150	240	24 000	7 300	245	24 500	7 450
250	25 000	7 600	255	25 500	7 750	260	26 000	7 900	265	26 500	8 100
270	27 000	8 250	275	27 500	8 400	280	28 000	8 550	285	28 500	8 700
290	29 000	8 850	300	30 000	9 150	310	31 000	9 450	320	32 000	9 750
330	33 000	10 050	340	34 000	10 350	350	35 000	10 650	360	36 000	10 950
370	37 000	11 300	380	38 000	11 600	390	39 000	11 900	400	40 000	12 200
410	41 000	12 500	420	42 000	12 800	430	43 000	13 100	440	44 000	13 400
450	45 000	13 700	460	46 000	14 000	470	47 000	14 350	480	48 000	14 650
490	49 000	14 950	500	50 000	15 250	510	51 000	15 550	520	52 000	15 850
atd.	atd.	atd.	atd.	atd.	atd.	atd.	atd.	atd.	atd.	atd.	atd.

Obrázek č. 17: Přehled hladin v NON-RVSM vzdušném prostoru (8)

6.5 Procedury pro NON-RVSM civilní letadla

Tato kapitola se věnuje procedurám, které jsou spojeny s lety „NON-RVSM civilních letadel“. Při letech těchto letadel má význam umístění letiště odletu a příletu vůči prostoru RVSM. Může nastat několik situací, které uvádím níže:

- Letiště vzletu i přistání jsou mimo EUR RVSM: V tomto případě bude letadlu povolen let pod letovou hladinu FL 290 nebo mu bude povolen let nad letovou hladinou FL 410.

- Letiště odletu mimo EUR RVSM a přiletové letiště v EUR RVSM: Letadlu bude povolen let pouze pod FL 290.
- Letiště odletu v EUR RVSM a přiletové letiště mimo EUR RVSM: Letadlu bude povolen let pouze pod FL 290.

Střediskem ACC a UAC může být vydané speciální povolení pro „NON-RVSM civilní letadla“ pro let skrze oblast EUR RVSM. Přidělené letové hladiny musí být dosaženo ještě před dosažením bodu, kdy dojde k předání letadla na jiné stanoviště.

6.6 Procedury pro nepředvídané události během letu

Během letu se mohou vyskytnout události, které mohou ovlivnit schopnost letadel dodržet minimální požadavky potřebné pro let v EUR RVSM. Nejčastější příčinou výskytu těchto problémů jsou turbulence a selhání systému letadla. Jakmile pilot zaznamená výskyt potíží, měl by co nejdříve informovat ATC o tom, že není schopen dodržet požadavky pro let v EUR RVSM. V těchto případech pilot získá od ATC změnu povolení, podle které se začne řídit. Dále ATC zajistí zvýšený vertikální rozstup od ostatních letadel 2000 ft (600 m).

Pokud se jedná o neschopnost všech letadel dodržet požadavky kvůli turbulenci, ATC může pozastavit vertikální separaci 1000 ft (300 m) v určité oblasti nebo určitých letových hladinách a aplikovat vertikální separaci 2000 ft (600 m). Prostor EUR RVSM může být rozčleněn na oblasti, kde je aplikovaná separace 1000 ft a prostory, kde se aplikuje separace 2000 ft.

Při degradaci vybavení letadla, při selhání jakéhokoliv komponentu potřebného pro lety v RVSM. Pilot musí informovat ATC ihned jak je to možné.

Základní minimální vybavení letadla (MMEL) pro provoz v EUR RVSM je:

- 2 nezávislé systémy měření výšky
- SSR se schopností oznámit předem určenou výšku
- Výstražný systém pro měření výšky
- Automatický systém měření a kontroly výšky

Pokud SSR v módu C ukazuje rozdíl mezi aktuální výškou letadla a povolenou letovou hladinou o 300 ft (90 m) nebo více, řídicí uvědomí pilota a požádá o překontrolování nastaveného tlaku na výškoměru. Pokud je chyba stálá i přes správné nastavení tlaku na výškoměru ATC bude postupovat dle procedur předepsaných organizací ICAO při selhání odpovídáče v módu C za letu. Pokud již letadlo nesplňuje minimální požadavky pro RVSM, bude považováno za NON-RVSM. Bude mu tedy poskytnuta vertikální separace od všech ostatních letadel letících v rámci EUR RVSM 2000 ft (600 m). Zároveň tyto letadla budou vyvedena z evropského vzdušného prostoru RVSM, jak to bude možné.

Při zjištění jakékoli letové závady, která má za následek změnu statusu letadla pro RVSM, má pilot povinnost ihned kontaktovat ATC, který tuto informaci předá dalším střediskům na trati daného letadla. Pokud se pilotům podaří obnovit schopnost letadla pro splnění minimálních požadavků pro pohyb v rámci EUR RVSM, poté ATC může zvážit opětovnou aplikaci snížených vertikálních rozstupů zpět na 1000 ft.

V této části také nemohu opomenout zmínit procedury, které se vztahují k selhání komunikace za letu. Celé znění postupů lze nalézt v dokumentu ATC Manual for RVSM in Europe v sekci 7. Při zjištění selhání komunikace s letadlem je mu ihned poskytnuta zvýšená separace vertikálních rozstupů na 2000 ft. Pro určení komunikačního selhání mezi piloty a ATC slouží tzv. povinně hlášené body. Tyto body mohou být strategicky umístěny v prostoru tak, aby měl řídicí letového provozu dostatek času, k zjištění ztráty komunikace mezi řídicím střediskem a letícím letadlem, aniž by došlo k snížení bezpečnosti okolních letů.

6.7 Frazeologie používaná v RVSM oblastech

Tato část je vypracována podle frází uvedených v předpisu L-frazeologie. (9)

FRÁZE	VÝZNAM
Confirm RVSM approved	Potvrďte, že jste schválen pro RVSM
Negative RVSM	Negative RVSM-Nejsme povoleni pro RVSM, nemáme schopnost pro RVSM
Affirm RVSM	Affirm RVSM-Používá pilot, aby ohlásil, že letadlo je schváleno pro RVSM
Negative RVSM state aircraft	Ohlášení NON-RVSM státního letadla
Unable issue clearance into RVSM airspace, maintain/ descend to/ climb to flight level	Nejsem schopen vydat povolení do vzdušného prostoru RVSM, udržujte, klesejte, stoupejte do letové hladiny
Unable RVSM due equipment	Neschopni RVSM kvůli zařízení
Unable RVSM due turbulence	Neschopni RVSM kvůli turbulenci
Ready to resume RVSM	Připraven obnovit RVSM
Report able to resume RVSM	Ohlase schopnost obnovit RVSM
RVSM airspace maintain / descend to / climb to (level)	Vzdušný prostor RVSM, udržujte letovou hladinu / klesejte / stoupejte do (hladiny)

Tabulka č. 1: Fráze používané v RVSM vzdušném prostoru (9)

Závěr

Díky programům, které umožnily zvýšit využití evropského vzdušného prostoru je možné, že letecká doprava se stala dostupnější, rychlejší, ale zároveň i bezpečnější. Prvním programem bylo zavedení prostorové navigace, která umožnila efektivně volit trať podle potřeb pro jednotlivé lety. To mělo za příčinu snížení potřebného množství paliva k letu a zároveň zkrácení potřebného času, což mělo také dopad na leteckou společnost například tím, že dané letadlo bylo schopno odlétat více letů před předepsanými kontrolami.

Pro navigaci po tratích nad letovou hladinu FL 95 je povinné dodržovat požadavky stanovené pro B-RNAV, tedy v 95 % celého letu musí mít letadlo schopnost určit svoji polohu s maximální chybou +/- 5 NM. Jelikož nároky na bezpečnost v letectví jsou vysoké, bylo třeba přijít se spolehlivějším měřením polohy letadel v koncových řízených oblastech a v řízených okresech. Pro tuto potřebu byl vytvořen P-RNAV, který v již zmíněných oblastech umožňuje letadlu určit chybu polohy v 95 % celého letu +/- 1 NM. Díky P-RNAV byly vytvořeny příletové a odletové tratě (SID a STAR), které umožňují vytvořit v leteckém provozu řád a tím zjednoduší jak práci řídicím letového provozu, tak pilotům, kteří jsou předem seznámeni s body průletu. Zavedením B-RNAV i P-RNAV do provozu mělo výrazný pozitivní ekonomický dopad pro letecké společnosti.

Druhým programem bylo zavedení snížených vertikálních rozstupů tzv. RVSM v evropském vzdušném prostoru. Hlavní výhodou tohoto programu je zavedení šesti dodatečných hladin v rozmezí letových hladin FL 290- FL410 včetně, ty vznikly tím, že se původní vertikální rozstup v těchto hladinách snížil z 2000 ft na 1000 ft. To je ovšem možné pouze díky velice přesným palubním zařízením, které umožňují dodržet bezpečnostní standardy. Kvůli bezpečnosti byly také vytvořeny procedury, které se v této oblasti uplatňují. Zavedení RVSM do plného provozu nad Evropou bylo uskutečněno v lednu 2002. Zavedením došlo ke zvýšení kapacity vzdušného prostoru v žádaných letových hladinách, tedy v hladinách, kde proudové motory mají nejnižší spotřebu a zároveň došlo ke snížení zpoždění letů, které dříve vznikalo v důsledku zahlcení evropského vzdušného prostoru. Koncem roku 2011 bylo RVSM zavedeno v globálním měřítku i tato skutečnost naznačuje, jak úspěšný tento program je. Jedná se o jeden z nejvíce podstatných kroků, díky kterým byla maximalizovaná úspornost letů.

V současné době, již skoro 15 let po zavedení RVSM, musí současná generace čelit dalším problémům a tím jsou rapidně rostoucí pohyby IFR letů. V blízké budoucnosti přijde doba, kdy ani velice úspěšné programy, jako RNAV a RVSM, nebudou stačit na požadovaný počet letů na naší planetě. Je tedy otázkou času, kdy budeme stát před stejným problémem jako v 90. letech. Specialisté na leteckou dopravu se již snaží najít vhodné řešení do budoucna. Tím možná bude koncepce volných letových cest, koncepce volného vzdušného prostoru anebo koncepce jednotného vzdušného prostoru nad Evropou. Diskutovaným tématem odborné společnosti je, zdali jedna z těchto vizí bude mít také takový pozitivní dopad na leteckou dopravu jako mělo zavedení RNAV a RVSM v evropském vzdušném prostoru.

Účelem této publikace bylo vytvořit odborný text, který seznámí čtenáře dostatečně s problematikou navigačních metod RNAV a RVSM. Tento text je primárně určený pro studenty oboru Profesionální pilot a specializace Letecký provoz. Je tedy vhodný

k samostudiu studentů a má posloužit k hlubšímu pochopení látky, která ve vysokoškolských skriptech není tak detailně zpracována. Dokument analyzuje fakta, která jsou uvedena v předpisech a leteckých manuálech a snaží se je shrnout do vhodně strukturovaného a výukového textu.

Seznam použitých zdrojů

a) Seznam literatury

- [1] VOSECKÝ, Slavomír. *Radionavigace (062 00)*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. Učební texty pro teoretickou přípravu dopravních pilotů dle předpisu JAR-FCL 1. ISBN 80-7204-448-6.
- [2] ZVOLÁNEK, Jiří. *Návrh RNAV SID a STAR tratí pro letiště Brno Tuřany*. Brno, 2010. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí práce Slavomír Vosecký.
- [3] SOLDÁN, Vladimír. *Letové postupy a provoz letadel*. Jeneč: Letecká informační služba Řízení letového provozu České republiky, 2007. ISBN 978-80-239-8595-5.
- [4] BERZ, Gerhard. *EUROCONTROL Guideline for P-RNAV Infrastructure Assessment*. 2008. ISBN 978-2-87497-054-2.

b) Seznam online zdrojů

- (1) ICAO: *RNAV Training for ATC* [online]. Japan, 2007 [cit. 2017-02-08]. Dostupné z: http://www.icao.int/safety/pbn/Documentation/States/Japan_RNAV%20Training%20for%20ATC.pdf
- (2) JAA: *Administrative & Guidance Material Section One: General Part 3: Temporary Guidance Leaflets* [online]. 1998 [cit. 2017-02-11]. Dostupné z: <http://www.seguridadaerea.gob.es/media/Migracion/PDF/90857/2222.pdf>
- (3) *Letecký předpis: Letecký předpis evropské (EUR) regionální doplňkové postupy: L 7030* [online]. 2008 [cit. 2017-02-09]. Dostupné z: https://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L7030/data/effective/titulni_strana.pdf
- (4) EASA: *Annex V: AMC 20-4A, Airworthiness Approval and Operational Criteria For the Use of Navigation Systems in European Airspace Designated For Basic RNAV Operations* [online]. 2013 [cit. 2017-02-08]. Dostupné z: <https://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/Annex%20V-%20AMC%2020-4A.pdf>
- (5) DAVIDSON, Susan. EUROCONTROL STANDARD DOCUMENT FOR AREA NAVIGATION EQUIPMENT OPERATIONAL REQUIREMENTS AND FUNCTIONAL REQUIREMENTS. In: *EUROCONTROL* [online]. 1998 [cit. 2017-02-08]. Dostupné z: <http://www.seguridadaerea.gob.es/media/Migracion/PDF/90888/2221.pdf>
- (6) ICAO: *Manual on Implementation of a 300 m (1 000 ft) Vertical Separation Minimum Between FL 290 and FL 410 Inclusive* [online]. 2001 [cit. 2017-02-09]. Dostupné z: http://code7700.com/pdfs/icao_doc_9574.pdf
- (7) EUROCONTROL: *EUROPEAN ORGANISATION FOR THE SAFETY OF AIR NAVIGATION EUROCONTROL EUROPEAN AIR TRAFFIC CONTROL HARMONISATION AND INTEGRATION PROGRAMME ATC Manual for a Reduced Vertical Separation Minimum (RVSM) in Europe* [online]. 2001 [cit. 2017-

- 02-09]. Dostupné z: <https://www.scribd.com/document/294265503/ATC-Manual-for-a-Reduced-Vertical-Separation-Minimum-RVSM-in-Europe>
- (8) *Letecký předpis: Pravidla létání L2*. In: . 2014. Dostupné také z: https://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-2/data/print/L-2_cely.pdf
- (9) *Letecký předpis: Radiotelefonní postupy a letecká frazeologie a terminologie pro poskytování letových provozních služeb a provádění letů: L frazeologie*. In: . 2006. Dostupné také z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
- (10) *Letecký předpis: Letové provozní služby, služba řízení letového provozu, letová informační služba, pohotovostní služba L 11*. In: . 2012. Dostupné také z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
- (11) *Eurocontrol: RVSM: Europe's most radical programme is 10 years old* [online]. , 1 [cit. 2017-02-11]. Dostupné z: <http://www.eurocontrol.int/articles/rvsm-europe%E2%80%99s-most-radical-programme-10-years-old>
- (12) *Letecký předpis: Postupy pro letové navigační služby uspořádání letového provozu L 4444*. In: . 2011. Dostupné také z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
- (13) *Letecký předpis: Zkratky a kódy L 8400*. In: . 2007. Dostupné také z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
- (14) Srovnání tradiční navigační metody s metodou RNAV,. In: <https://www.wikipedia.org/> [online]. [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6c/Traditional_navigation_vs_RNAV.png
- (15) *Zobrazení a demonstrace průletu bodů Fly By a Fly Over* [online]. In: . [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: <http://monsie.woopic.com/383/p/trajectoire-predict/img/f8a098ececacc3ec94843315fa45a90c.png>
- (16) *ATC Guidance manual for RVSM training in the CAR/ SAM regions* [online]. [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: http://www.icao.int/RO_SAM/eDocuments/ATC%20Manual-RVSMTrg-E.pdf
- (17) *European Organisation For Safety Of Air Navigation: Navigation Application & NAVAID Infrastructure Strategy For The ECAC Area Up To 2020* [online]. EUROCONTROL, 2008 [cit. 2017-05-09]. Dostupné z: <https://www.yumpu.com/en/document/view/10364123/navigation-application-amp-Navaid-infrastructure-strategy-for-the-ecac->
- (18) *Navigation Accuracy*. In: [Http://www.peakpacificgroup.com](http://www.peakpacificgroup.com) [online]. [cit. 2017-04-16]. Dostupné z: http://www.peakpacificgroup.com/web/images/demo/Area_Navigation/2.jpg

- (19) Approach. In: *Aviation dictionary.enacademic.com* [online]. [cit. 2017-04-16].
Dostupné z:
http://aviation_dictionary.enacademic.com/pictures/aviation_dictionary/f0073-02.gif
- (20) RNAV vs. RNP. In: *Code7700.com* [online]. [cit. 2017-05-11]. Dostupné z:
http://code7700.com/airspace_rnav_vs_rnp.htm

Seznam zkratk a pojmů:

ACAS II	Airborne Collision Avoidance System II	Palubní protisrážkový systém druhé generace
ACC	Area Control Centre	Oblastní středisko řízení
ADF	Automatic Direction Finder	Automatický rádiový zaměřovač
AIP	Aeronautical Information Publication	Letecká informační příručka
AP	Auto Pilot	Autopilot
ATC	Air Traffic Control	Služba řízení letového provozu
ATS	Air Traffic Services	Letové provozní služby
B-RNAV	Basic Area Navigation	Základní prostorová navigace
DME	Distance Measuring Equipment	Měřič vzdálenosti
EASA	European Air Traffic Control	Evropská agentura pro bezpečnost v civilním letectví
EATCHIP	European Air Traffic Control Harmonisation	Evropský program integrace a harmonizace
EUR RVSM	European RVSM Airspace	Evropský RVSM vzdušný prostor
EUROCONTROL	European Organisation For The Safety Of Air Navigation	Evropská organizace pro bezpečnost letového provozu
FL	Flight Level	Letová hladina
ft	Foot	Stopa
GAT	General Air Traffic	Letový provoz podle pravidel ICAO
GLONASS	Global Navigation Satellite System	Globální orbitální navigační družicový systém
GNSS	Global Navigation Satellite System	Globální navigační družicový systém
GPS	Global Positioning System	Globální polohový systém

IAF	Initial Approach Fix	Fix počátečního přiblížení
IATA	International Air Transport Association	Mezinárodní asociace leteckých dopravců
ICAO	International Civil Aviation Organisation	Mezinárodní organizace pro civilní letectví
IFR	Instrument Flight Rules	Pravidla letu podle přístrojů
ILS	Instrument Landing System	System přesného přiblížení
INS	Inertial Navigation System	Inerční navigační systém
IRS	Inertial Reference System	Inerční referenční systém
LNAV	Lateral RNAV	2D RNAV
LORAN C	Long Range Air Navigation System Type C	Radionavigační systém dalekého dosahu
MEL	Minimum Equipment List	Seznam minimálního vybavení
MMEL	Master Minimum Equipment list	Základní seznam minimálního vybavení
MLS	Microwave Landing System	Mikrovlnný přistávací systém
NAT	North Atlantic	Severní Atlantik
NDB	Non Directional Radio Beacon	Nesměrový radiomaják
NM	Nautical Miles	Námořní míle
NON-RVSM	NON-RVSM approved	Nescháleno pro RVSM
NOTAM	Notification Message	Zpráva pro piloty
PFD	Primary Flight Display	Primární letový display
P-RNAV	Precision Area Navigation	Přesná prostorová navigace
PSR	Primary Surveillance Radar	Primární radar
RNAV	Area Navigation	Prostorová navigace
RNP	Required Navigation Performance	Požadovaná navigační výkonnost
RVSM	Reduced Vertical Separation Minimum	Snížená minima vertikálních rozestupů

SID	Standard Instrument Departure	Standartní odlet podle přístrojů
SSR	Secondary Surveillance Radar	Sekundární přehledový radar
STAR	Standard Instrument Arrival	Standardní přístrojový přílet
STS/ NON RVSM	NON-RVSM Approved State Aircraft	Neschválené RVSM státní letadlo
TACAN	UHF Tactical Air Navigation Aid	Taktický letecký navigační systém UHF
TMA	Terminal Control Area	Koncová řízená oblast
UAC	Upper Area Control Centre	Horní středisko oblastního řízení
UHF	Ultra High Frequency	Ultrakrátké vlny
VDF	VHF Direction Finder	VKV pozemní rádiový zaměřovač
VFR	Visual Flight Rules	Pravidla pro let za viditelnosti
VHF	Very High Frequency	Velmi krátké vlny
VNAV	Vertical RNAV	RNAV ve vertikální rovině
VOR	VHV Omnidirectional Radio-beacon	Všesměrový VHF radiomaják
Waypoint	Waypoint	Traťový bod