



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ

Daniel Stryk

**SCHVALOVACÍ PROCES POSTUPŮ RNP AR NA
LETISTĚ INNSBRUCK PRO TVS B737**

Bakalářská práce

2018

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

d ě k a n

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



K621.....**Ústav letecké dopravy**

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Daniel Stryk

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – PIL – Profesionální pilot

Název tématu (česky): **Schvalovací proces postupů RNP AR na letišti Innsbruck pro TVS B737**

Název tématu (anglicky): Authorization Process of RNP AR Procedures into Innsbruck Airport for TVS B737

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Požadavky legislativy na RNAV přiblížení
- Příletové a odletové postupy na letišti Innsbruck
- Možnosti a omezení B737
- Analýza požadavků na schválení jednotlivých subjektů na ÚCL
- Analýza požadavků na schválení jednotlivých subjektů na Austro Control



- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího bakalářské práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: ICAO Doc 9905: Required Navigation Performance Authorization Required (RNP AR) Procedure Design Manual, First Edition (2009)
ICAO Doc 8168
Boeing 737-700,-800,-900 Airplane Flight Manual

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Anna Polánecká, Ph.D., MBA**

Datum zadání bakalářské práce: **20. října 2017**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **27. srpna 2018**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

Ing. Jakub Kraus, Ph.D.
vedoucí
Ústavu letecké dopravy



prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek, dr. h. c.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

Daniel Stryk
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 20. října 2017

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucí mé bakalářské práce, Ing. Anně Polánecké, Ph.D., MBA za odborné vedení, konzultace, připomínky a cenné rady. Velmi si vážím pomoci pana Ing. Petra Nováčka ze společnosti Travel Service a. s., který mi svými zkušenostmi, připomínkami a poskytnutými materiály pomohl během tvorby této práce. Dále bych chtěl poděkovat i panu Ing. Ernst Wieser z Austro Control, za poskytnuté informace, které jsem ve své práci využil.

Také bych rád poděkoval přítelkyni a kamarádům, kteří mě podporovali během studia a dodávali mi patřičnou motivaci. Zvláštní poděkování patří mé rodině, která mi dala možnost a podporu věnovat se oboru, o kterém jsem dříve jen snil.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 27.08.2018

.....

Podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

SCHVALOVACÍ PROCES POSTUPŮ RNP AR NA LETIŠTĚ INNSBRUCK PRO TVS B737

Bakalářská práce

Daniel Stryk

2018

ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce je popsat a zpracovat požadavky na schválení provozu požadované navigační výkonnosti vyžadující oprávnění na přiblížení na letišti v Innsbrucku pro českou leteckou společnost Travel Service, a. s.

Bakalářské práce se zabývá tématem navigace založené na výkonnosti, požadované navigační výkonnosti vyžadující oprávnění na přiblížení a procesu schvalování tohoto druhu provozu. V práci je také představeno letišti Innsbruck a jsou zde uvedeny konkrétní požadavky na schválení provozu určené Úřadem pro civilní letectví České republiky a rakouským Austro Control.

KLÍČOVÁ SLOVA

PBN, RNP AR APCH, schvalovací proces, Travel Service, letišti Innsbruck, ÚCL ČR, Austro Control

CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE

Faculty of Transportation Sciences

Authorization Process of RNP AR Procedures into Innsbruck Airport for TVS B737

Bachelor Thesis

Daniel Stryk

2018

ABSTRACT

The main goal of this bachelor thesis is to describe and adapt requirements of the approval process of the Required Navigation Performance Authorization Required approach into Innsbruck airport for a Czech airline company Travel Service, a. s.

The bachelor thesis is concerned with the subject of Performance-based Navigation, Required Navigation Performance Authorization Required approach and the authorization of this operation. The thesis also presents the Innsbruck airport and states specific approval requirements of the operation determined by Civil Aviation Authority in the Czech Republic and Austro Control in Austria.

KEY WORDS

PBN, RNP AR APCH, approval process, Travel Service, the Innsbruck airport, CAA CZ, Austro Control

OBSAH

OBSAH.....	7
SEZNAM ZKRATEK	9
ÚVOD	12
I. NAVIGACE ZALOŽENÁ NA VÝKONNOSTI	13
A. Výhody ve využívání konceptu PBN.....	13
B. Chyby navigace PBN.....	15
A. RNAV vs RNP specifikace	16
B. Specifikace RNP.....	18
i. Palubní systém sledování výkonnosti a varování	20
III. POSTUP PŘIBLÍŽENÍ RNP AR APCH	22
A. Povinné vybavení a požadavky funkcí	24
B. RNP AR APCH s úsekem RF	25
C. Provozní kritéria.....	26
i. Seznam minimálního vybavení	26
ii. Autopilot a letový povelový přístroj.....	26
iii. Předletové vyhodnocení RNP.....	27
iv. Vyřazení NAVAID.....	27
v. Aktuálnost navigační databáze	27
vi. Nastavení výškoměru.....	28
vii. Vertikální odchylky	29
viii. Laterální odchylky	29
ix. Oprava teploty.....	29
D. Mapa přiblížení	29
IV. SCHVALOVACÍ PROCES POSTUPU RNP AR APCH	31
A. Způsobilost letadla.....	31
B. Schválení provozuschopnosti	32
C. Výcvik členů letové posádky	32

i.	Pozemní příprava	34
ii.	Výcvik na simulátoru FSTD.....	35
iii.	Prověření znalostí postupů RNP AR APCH	37
iv.	Opakovací výcvik postupů RNP AR APCH.....	38
v.	Výcvik personálu ATC	38
vi.	Školení dispečerů a personálu plánující lety.....	39
D.	Program sledování RNP	39
E.	Risk analýza	40
V.	LETIŠTĚ INNSBRUCK	42
A.	Vliv okolního terénu a místního počasí na přiletý a odlety	42
B.	Postupy přiblížení	43
VI.	NÁVRH PROVOZNÍ PŘÍRUČKY	45
A.	Návrh provozní příručky (část A, B)	45
B.	Návrh provozní příručky (část D)	51
VII.	SCHVALOVACÍ PROCES POSTUPU RNP AR APCH V ČESKÉ REPUBLICE A V RAKOUSKU	55
A.	Požadavky na schválení postupu RNP AR APCH pro ÚCL	55
B.	Požadavky na schválení RNP AR APCH pro Austro Control	55
VIII.	ZÁVĚR	57
IX.	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	58
X.	SEZNAM PŘÍLOH	60
A.	Příloha 1 – Splnění požadavků na způsobilost letadla	60
B.	Příloha 2 – Výcvik členů letové posádky	60
C.	Příloha 3 – Provozní postupy RNP AR APCH.....	60
D.	Příloha 4 – Risk analýza	60

SEZNAM ZKRATEK

ZKRATKA	ČESKY	ANGLICKY
ACNS		Airborne communications, navigation and surveillance
ADC	Aerometrické přístroje	Air data computer
ADIRU		Air data/ inertial reference unit
AFM	Letová příručka letadla	Aircraft flight manual
AAL	Nad úroveň letiště	Above airport level
AIP	Letecká informační příručka	Aeronautical information publication
AIRAC		Aeronautical information and regulation control
AIS	Letecká informační služba	Aeronautical information services
AMC	Přijatelné způsoby průkazu	Acceptable means of compliance
ANP	Skutečná navigační výkonnost	Actual navigation performance
AP	Autopilot	Autopilot
APCH	Přiblížení	Approach
ATC	Řízení letového provozu	Air traffic controller
ATM	Uspořádání letového provozu	Air traffic management
ATS	Letové provozní služby	Air traffic service
CDU		Control display unit
CFIT	Řízený let do terénu	Controlled flight into terrain
CRM	Výcvik optimalizace činnosti posádky	Crew resource management
CS	Certifikační specifikace	Certification specification
ČR	Česká republika	
DA	Výška rozhodnutí	Decision altitude
DME	Dálkoměrné zařízení	Distance measuring equipment
DTK		Desired track
EADI		Electronic attitude direction indicator
EASA	Evropská agentura pro bezpečnost v letectví	European aviation safety agency
EFIS	Systém elektronických letových přístrojů	Electronic flight information system
EGNOS	Služba evropského překryvného segmentu globální navigace	European geostationary navigation overaly service
EGPWS	Rozšířený systém varování blízkosti země	Enhanced ground proximity warning system
EHSI	Displej horizontální situace	Electronic horizontal situation indicator
FCC	Počítač řízení letu	Flight control computer

FD	Letový povelový přístroj	Flight director
FMC		Flight management computer
FMS	Systém pro řízení a optimalizaci letu	Flight management system
FSTD	Zařízením pro výcvik pomocí letové simulace	Flight simulation training device
ft	Stopa	feet
FTE		Flight technical error
GBAS	Systém s pozemním rozšířením	Ground-based augmentation system
GLONASS	Globální navigační satelitní systém na oběžné dráze	Global orbiting navigation satellite system
GM	Poradenský materiál	Guidance material
GNSS	Globální navigační družicový systém	Global navigation satellite system
GPS	Globální polohový systém	Global positioning system
GPSSU		Global positioning system sensor unit
GS	Traťová rychlost	Groundspeed
ICAO	Mezinárodní organizace pro civilní letectví	International civil aviation organization
INS	Inerční navigační systém	Inertial navigation system
IRS	Inerční referenční systém	Inertial reference system
LNAV	Směrová navigace	Lateral navigation
LOC	Kurzový maják ILS	Localizer
LOFT	Traťově orientovaný letový výcvik	Line-oriented flight training
LP	Pouze výkonost lokalizátoru	Localizer performance only
ILS	Systém pro přesné přiblížení a přistání	Instrument landing system
LPC	Obnovení typové kvalifikace	Licence proficiency check
LPV	Výkonost lokalizátoru s vertikálním vedením	Localizer performance with vertical guidance
LVO	Provoz za podmínek nízké viditelnosti	Low visibility procedures
MCDU		Multipurpose control display unit
MEL	Seznam minimálního vybavení	Minimum equipment list
ND	Navigační displej	Navigational display
NDB	Nesměrový radiomaják	Non-directional radio beacon
NM	Námořní míle	Nautical miles
NOTAM		Notice to airmen
NSE	Chyba navigačního systému	Navigation system error
OM	Provozní příručka	Operations manual
PBN	Navigace založená na výkonosti	Performance-based navigation
PDE		Path definition error
PFD	Hlavní letový displej	Primary flight display

RA	Radiovýškoměr	Radio altimeter
RADAR		Radio detection and ranging
RAIM	Autonomní monitorování integrity přijímače	Receiver autonomous integrity monitoring
RF	Kružnice na fix	Radius to fix
RNAV	Prostorová navigace	Area navigation
RNP	Požadovaná navigační výkonnost	Required navigation performance
SBAS	System s družicovým rozšířením	Satellite-based augmentation system
SID	Standardní přístrojový odlet	Standard instrument departure
SPA	Specifické schválení	Specific approvals
STAR	Standardní přístrojový přílet	Standard instrument arrival
TAWS	System výstrahy nebezpečné blízkosti terénu	Terrain awareness and warning system
TOGA		Take off/ go around
TSE		Total system error
TVS	Travel Service, a. s.	Travel Service, a. s.
ÚCL	Úřad pro civilní letectví	
VNAV	Vertikální navigace	Vertical navigation
VOR	VKV všesměrový radiomaják	VHF omnidirectional radio range

ÚVOD

Bakalářská práce se zabývá problematikou schvalování provozu požadované navigační výkonnosti vyžadující oprávnění na přiblížení (RNP AR APCH). Tato problematika je zde implementována na leteckou společnost Travel Service, a. s., která má v úmyslu tento postup přiblížení v blízké době provozovat, a to konkrétně na rakouském letišti Innsbruck, které je známé nepřístupným terénem a častým nepříznivým počasím.

Postup přiblížení RNP AR APCH je využíván za účelem velké přesnosti letadla letět definovanou trať, nezávislosti na pozemních navigačních zařízeních a v neposlední řadě za účelem schopnosti létat zakřivené letové tratě ve všech fázích přiblížení, včetně fáze následující po přeletu bodu konečného přiblížení. Z těchto důvodů je tento postup přiblížení využíván převážně na letištích obklopených vysokým terénem, na letištích s nevhodným umístěním konvenčních navigačních zařízení určených pro přiblížení na dráhu nebo na velkých letištích s přetíženým vzdušným prostorem.

Schvalovací proces tohoto druhu provozu probíhá nejprve na Úřadě pro civilní letectví České republiky (resp. ve státě zápisu do rejstříku) a následně na Řízení letového provozu Austro Control v Rakousku. Úřad pro civilní letectví v České republice schválí všeobecný provoz RNP AR APCH a jelikož Austro Control využívá možnosti opravňovat jednotlivé provozovatele žádající provoz RNP AR APCH na rakouských letištích, je nutné schválit tento druh provozu i na Austro Control. Během procesu schvalování musí provozovatel splnit požadavky, které jsou popsány nařízením Komise (EU) č. 965/2012 v části SPA.PBN.105. Austro Control má navíc vlastní požadavky, které jsou dostupné v letecké informační příručce letiště Innsbruck a na vyžádání na Austro Control.

Cílem této práce je zpracovat požadavky, jejichž splnění je vyžadováno pověřenými orgány pro schválení provozu RNP AR APCH na letišti v Innsbrucku pro společnost Travel Service, a. s.

Hlavním obsahem těchto požadavků je vypracování provozních postupů pro tento druh provozu, vytvoření výcviku pro členy letové posádky zaměřeného na normální a nepředvídané postupy RNP AR APCH a vypracování risk analýzy, která zahrnuje konkrétní krizové situace, se kterými se palubní systém nebo členové letové posádky musí náležitě vypořádat.

Toto téma jsem si zvolil, neboť se zajímám o koncept navigace založené na výkonnosti a v případě této práce mě zaujala myšlenka implementace teorie a předpisů do praxe a rovněž podílení se na vytváření výcviku a provozních postupů pro společnost Travel Service, a. s.

I. NAVIGACE ZALOŽENÁ NA VÝKONNOSTI

Performance-based navigation, česky navigace založená na výkonnosti (dále jen PBN) je dle definice „prostorová navigace založená na výkonnostních požadavcích pro letadlo provozující svůj let na trati ATS, na trati přístrojového přiblížení nebo ve vymezeném vzdušném prostoru“ (ICAO, 2013, stránka I-(xx)). Zmíněné výkonnostní požadavky jsou vyjádřeny pomocí přesnosti, integrity, kontinuity a dostupnosti, z nichž vyplývá skutečná funkčnost daného systému pro navrhovaný provoz podporovaný příslušnou navigační infrastrukturou.

Systém PBN nám umožňuje částečnou nebo úplnou nezávislost na pozemní navigační zařízení jako jsou VOR, NDB apod., tím pádem není nutné používat pouze „ground NAVAIID based“ konvenční navigaci (létání „od VORu k VORu“), kde přesnost určení polohy letadla v prostoru není pro moderní způsob létání dostačující, ale je možné zvolit vhodnější alternativu letu – trať letadla vedenou od konkrétního bodu v prostoru po přímce k cíli. Vytváření bodů (*angl. waypoints*), které jsou definovány názvem, složeným ze 4-5 písmen, zeměpisnou šířkou a zeměpisnou délkou, je jeden z hlavních přínosů prostorové navigace. Tyto body jsou zavedeny do map a do databází navigačního systému – v letadle boeing 737 je to systém pro řízení a optimalizaci letu FMS (*angl. flight management system*), který je nedílnou součástí letadlového zařízení, vykonávající postupy PBN. (ICAO, 2013c)

Výběr navigačních senzorů, vybavení a funkcí, které jsou potřeba pro navigaci založenou na výkonnosti, záleží na konkrétním druhu navigační specifikace, která je použita. Kosmické a pozemní senzory, které jsou využívány systémem PBN jsou globální družicový navigační systém (GNSS), DME, VOR, LOC, INS nebo IRS. (ICAO, 2013c)

A. Výhody ve využívání konceptu PBN

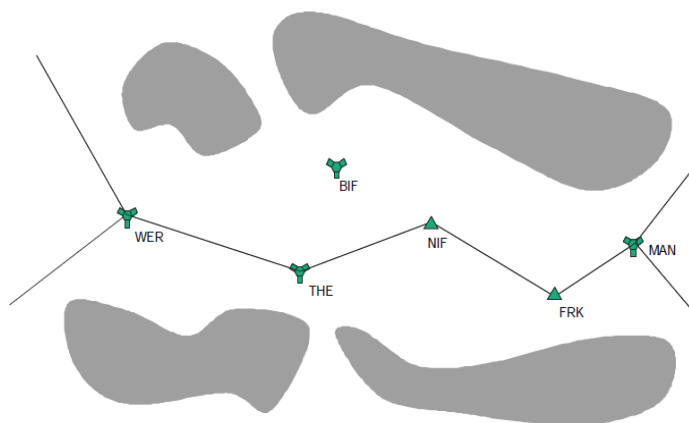
PBN je jedním z hlavních pilířů letectví, mezi které se rovněž řadí komunikace, letové provozní služby a ATM. Mezi výhody, které nám přinesl koncept PBN patří:

- a) snížení potřeby udržování tratí spojených pouze s konvenční navigací a zároveň snížení nákladů na jejich provoz;
- b) omezení finančně nákladných vývojů a vytváření nových konvenčních navigačních postupů s každým novým rozvojem navigačního systému. Vývoj satelitních navigačních služeb přispívá k různorodosti prostorové navigace, přičemž základní GNSS vybavení již může být doplněno satelitním polohovacím systémem (SBAS) nebo pozemním rozšířením (GBAS). Výkonnost GNSS je stále zlepšována modernizováním

navigačních systému jako amerického GPS, ruského GLONASS a evropského Galileo¹. Na vzestupu je rovněž využití inerciálního navigačního systému (INS) spolu s GNSS;

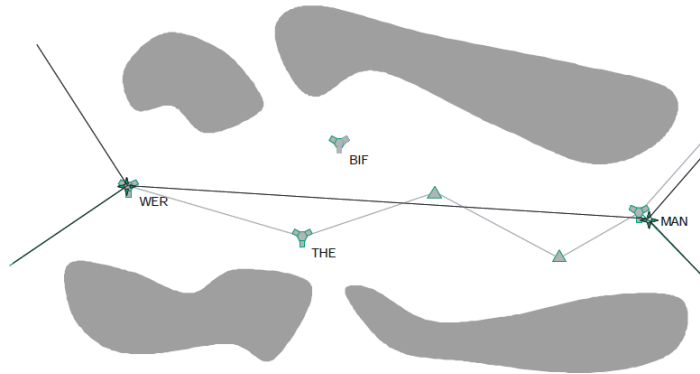
- c) zvýšení bezpečnosti letu zejména redukováním nehod typu CFIT během nepříznivého počasí a nočního přiblížení na letiště v kopcovitém terénu;
- d) účinnější využití vzdušného prostoru, které umožní lepší umístění tratí vzhledem k terénu, redukcí spotřeby paliva při složitém létání z bodu na bod a snížení hluku;
- e) snížení rozestupů mezi letadly, a tedy vyšší přepravní kapacita v daném vzdušném prostoru; a
- f) snížení pracovního zatížení pilotů a řídicích letového provozu během přiblížení a přistání. (ICAO, 2013c)

Na obrázku 1 a 2 můžeme pozorovat rozdíl mezi konvenční navigací a navigací založenou na výkonnosti. Můžeme tvrdit, že například v hornatém nepřístupném terénu jsou signály od pozemních konvenčních navigací nespolehlivé díky odrazům od terénu a letadlo musí letět od zařízení k zařízení (viz obrázek 1). Naopak navigace PBN (viz obrázek 2) není rušena terénem, jelikož signály přichází ze satelitů do palubního zařízení a nikoli ze země za předpokladu, že systém nevyužívá signály z radiomajáků. Navíc aplikací PBN na přiblížení lze dosáhnout optimální tratě (např. údolím v hornatém terénu) a nemusí se tak vystavovat vysokému riziku střetu s terénem při letu „z radiomajáku na radiomaják“.



Obrázek 1: Konvenční způsob navigace (ICAO, 2013c)

¹ Galileo – evropské GNSS přinášející zdokonalení informací o poloze a času (Neznámý, 2018)



Obrázek 2: Navigace založená na výkonnosti (ICAO, 2013c)

B. Chyby navigace PBN

Chyby, které se zahrnují do přesnosti navigace PBN jsou:

- a) path definition error (PDE),
- b) flight technical error (FTE) a
- c) navigation system error (NSE). (ICAO, 2013c)

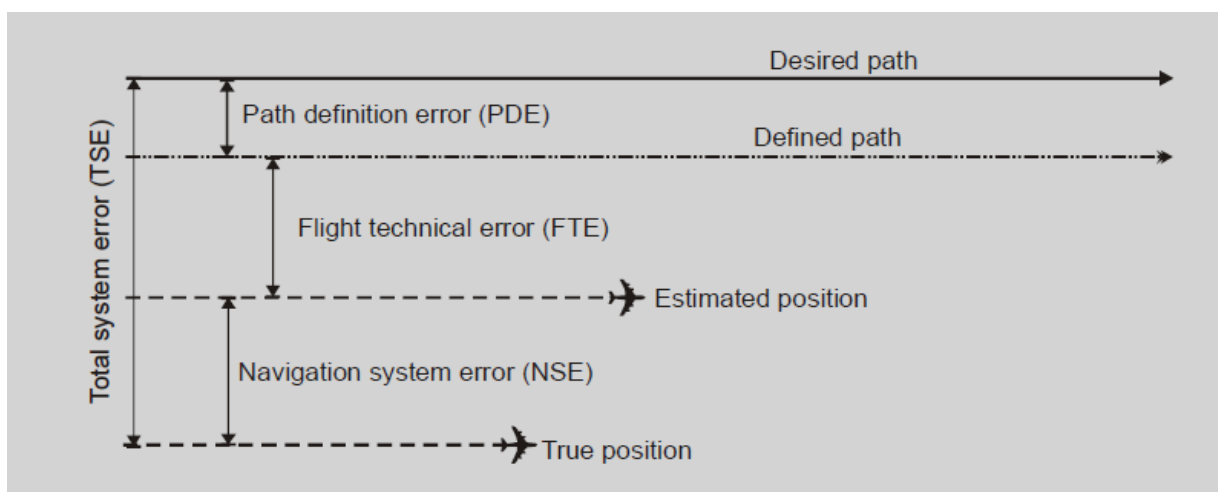
Požadavek přesnosti na druh provozu je dán hodnotou celkové systémové chyby (TSE), která setrvává nebo se snižuje po dobu 95 % z celkového času letu (viz obrázek 3). (ICAO, 2013c)

Chyba PDE se vyskytuje v případě, pokud se trať definovaná systémem prostorové navigace neshoduje s trátí požadovanou (DTK), neboli trátí předpokládanou při znázornění letu vůči zemskému povrchu (viz obrázek 3). Chyba PDE je považována za zanedbatelnou. (ICAO, 2013c) (ICAO, 2013a)

Schopnost posádky nebo palubního systému sledovat definovanou trať včetně chyb v zobrazení je určena chybou FTE. Hodnota FTE je funkcí námi zvoleného režimu řízení letu (např. manuální, autopilot) a závisí na fázi letu a druhu provozu, kdy je potřeba tuto chybu častěji monitorovat (např. traťový let si může dovolit obsahovat větší chybu FTE na základě velkých rozestupů, kdežto u přiblížení, které je vedeno v nepřístupném terénu, musí být chyba FTE co nejmenší). Chyby PDE a FTE nelze stanovit bez definované cesty – tento případ nastává například v zatáčkách u fixů „fly-by“ nebo „fly over“, kde na tvaru zatáčky záleží na typu letadla a systému FMS; pokud je ale na rozdíl od toho použit úsek po kružnici na fix

(angl. *radius to fix*) (RF), cesta může být tímto způsobem definována a tím pádem lze určit PDE a FTE. (ICAO, 2013c) (ICAO, 2013a)

Chyba NSE je rozdíl mezi odhadovanou polohou a skutečnou polohou letadla; jeho hodnota se mění s použitím jiného navigačního senzoru a s relativní polohou navigačního zařízení (GNSS, DME). Hodnotu chyby NSE nemůže ovlivnit posádka, nicméně chyba NSE musí být monitorována, aby zůstala v požadovaných minimech. (ICAO, 2013c) (ICAO, 2013a)



Obrázek 3: Celková systémová chyba (TSE) (Hafid & Airbus, 2015)

A. RNAV vs RNP specifikace

Navigační specifikace PBN je soubor provozních a technických požadavků, které rozlišují navigační výkonnost a funkce. Navigace založená na výkonnosti se obecně dělí na dvě specifikace:

- a) RNAV specifikace a
- b) RNP specifikace. (ICAO, 2013c)

Tyto specifikace se dále rozlišují podle přesnosti navigace letu, která je založena na celkové systémové chybě (TSE). Požadovaná navigační přesnost závisí na fázi letu a prostředí, kterým trať letu vedeme (viz obrázek 4). Tyto tratě dělíme na:

- a) oceánské a odlehlé kontinentální (např. RNAV 10 nebo RNAV 4);
- b) kontinentální (např. RNAV 5),
- c) odletové a příletové (např. P-RNAV); a
- d) tratě přiblížení (např. RNP APCH). (ICAO, 2013c)

Navigation specification	Operation							
	En-route oceanic/remote	En-route continental	Arrival	Approach				Departure
				Initial	Intermediate	Final	Missed	
RNAV 10	Y							
RNAV 5		Y	Y					
RNAV 2		Y	Y					Y
RNAV 1		Y	Y	Y	Y		Y	Y
RNP 4	Y							
RNP 2	Y	Y						
RNP 1			Y	Y	Y		Y	Y
Advanced RNP (A-RNP)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
RNP APCH				Y	Y	Y	Y	
RNP AR APCH				Y	Y	Y	Y	
RNP 0.3		Y	Y	Y	Y		Y	Y

Obrázek 4: Druhy specifikací a jejich využití během fází letu (ICAO, 2013c)

Označení navigační přesnosti v laterální rovině se uvádí číslicí „X“, následující za zkratkou specifikace RNAV nebo RNP. Pro tuto hodnotu přesnosti vyjádřenou v námořních mílech (NM) platí, že bude dosažena po dobu 95 % celkové doby letu. Pokud dvě navigační specifikace sdílí stejnou hodnotu pro X, jsou rozlišeny použitím předpony, např. advanced nebo basic. (ICAO, 2013c)

V tabulce níže jsou uvedeny navigační specifikace, které se používají během fáze přiblížení a jejich některé rozdílné charakteristiky, které je mezi sebou odlišují.

	RNAV 1	RNP 1	A-RNP	RNP APCH	RNP AR APCH
Vybavení: <i>Palubní systém sledování výkonnosti a varování</i>	X	✓	✓	✓	✓
<i>Požadavek senzoru GNSS</i>	X ²	✓	✓	✓	✓
Dodatečný výcvik na simulátoru	X	X	X	X	✓

² RNAV 1 nepožaduje senzor GNSS, vystačí si buď s DME/DME nebo VOR/DME (BCAG Engineering - NAV/GUID/PERF, 2018)

Chyby (TSE): Úsek počátečního, středního a nezdařeného přiblížení	1 NM	1 NM	1 NM	1 NM	1 – 0.3 NM
Úsek konečného přiblížení	X	X	0.3 NM	0.3 NM	0.3 – 0.1 NM
Typy znaků pro ukončení dráhy letu ³ (angl. <i>path/terminators</i>)	IF CF DF TF CA VI VM VA FM	IF CF DF TF CA VI VM VA FM	IF CF DF TF CA VI VM VA FM FA HM FRT RF	IF DF TF	IF CF DF TF FA HM RF
*poznámky: 1) RNAV 1 se blíží k evropské specifikaci P-RNAV (rozdíl mezi nimi je, že P-RNAV dovoluje využití VOR/DME) 2) RNP 0.3 zde není uvedeno, jelikož tato specifikace je určena pro vrtulníky 3) RNP AR APCH může být provozována bez RF nebo s RF (záleží na publikovaném postupu) 4) A-RNP disponuje RF, ale nesmí být použito v úseku konečného přiblížení a v prvních dvou fázích úseku nezdařeného přiblížení					

Tabulka 1: RNAV vs RNP specifikace (ICAO, 2013c) (ICAO, 2013b) (ICAO, 2013a)

Jeden z hlavních rozdílů mezi specifikacemi RNAV a RNP je ten, že požadovaná navigační výkonnost (RNP) je provozována pouze pod podmínkou správné funkce palubního systému sledování výkonnosti a varování (*angl. on-board performance monitoring and alerting*), který umožňuje uživateli zobrazit skutečnou přesnost navigace, resp. o jakou polohovou chybu se může lišit poloha/trata letadla vůči trati definované. RNAV na rozdíl od RNP tímto systémem nedisponuje. (ICAO, 2013c)

Více informací ohledně specifikace RNAV a RNP najdeme v ICAO manuálu Performance-based Navigation (doc 9613).

B. Specifikace RNP

Specifikace požadované navigační výkonnosti (RNP, *angl. Required navigation performance*) je podle ICAO dokumentu 9613 „navigační specifikace založena na prostorové navigaci, která požaduje palubní systém sledování výkonnosti a varování. RNP systémy jsou určeny k zajištění spolehlivých a předvídatelných navigačních letových postupů s minimální hodnotou variability. (ICAO, 2013c)

Pro postup přiblížení má navigační specifikace RNP dvě kategorie:

- a) RNP přiblížení (RNP APCH) a
- b) RNP přiblížení vyžadující oprávnění (RNP AR APCH). (ICAO, 2009)

³ Anglický pojem „*path/terminators*“ je soubor kódovacích znaků, které se používají v PBN systémech na definování tratí dle standardu ARINC 424 (ICAO, Development and Validation of Procedures, 2013b)

RNP APCH se dělí na čtyři typy podle způsobu vertikálního a laterálního vedení:

- a) RNP APCH LNAV – pouze laterální vedení letadla, které používá signál z GPS, ale nepoužívá SBAS/GBAS;
- b) RNP APCH LNAV/VNAV – laterální a vertikální vedení letadla, které závisí na signálu z GPS a barometrickém měření výšky (nepoužívá SBAS/GBAS);
- c) RNP APCH LP – k dispozici je směrový maják, signál z GPS a SBAS/GBAS (v Evropě EGNOS); a
- d) RNP APCH LPV – k dispozici je směrový maják s vertikálním vedením, signál z GPS a SBAS/GBAS. (EUROCONTROL, 2013)

Specifikace přiblížení RNP APCH je určena k základním provozním požadavkům RNP, kterou využívají letadla se základní úrovní schopnosti RNP, řízena přijatelnými způsoby průkazu AMC 20-27 a AMC 20-28, které vydala Evropská agentura pro bezpečnost v letectví (EASA). Není potřeba mít zvláštní oprávnění k používání dle nařízení evropské Komise č. 965/2012 (odstavec SPA.PBN.100).

Nicméně z důvodu nástupu nových technologií a vylepšení v oblasti komunikace, navigace a sledování provozu budou dokumenty typu AMC 20-XX v blízké době nahrazeny certifikačními specifikacemi CS-ACNS. K tomuto nahrazení by mělo dojít během roku 2019, tím pádem dokumenty AMC 20-XX jsou stále platné. Více podrobností týkajících se změn lze najít v dokumentu EASA NPA 2018-02.

Podle požadavku SPA.PBN.100 z nařízení evropské Komise č. 965/2012 je vyžadováno zvláštní schválení, které v České republice zajišťuje Úřad pro civilní letectví, pouze pro provoz RNP AR APCH (a RNP 0.3 pro provoz vrtulníků) u:

- a) soukromých postupů přiblížení podle přístrojů (publikovány pouze pro autorizované uživatele);
- b) veřejných postupů přiblížení podle přístrojů nesplňující kritéria ICAO nebo
- c) vyžaduje-li to letecká informační služba AIP nebo příslušný úřad. (Evropská komise , 2017)

Přiblížení RNP AR je komplexnější a zároveň na vyšší technické úrovni oproti obecnému RNP APCH – navigační výkonnost dokáže vyřešit složitější postupy při přiblížení na letiště v prostředí velkého množství překážek a ulehčuje tím také práci ATM. Konkrétně na letišti v Innsbrucku to vyřeší problém s bezpečností, stejně jako problém s využitím vzdušného

prostoru – omezení vizuálních přiblížení, žádné protisměrné odlety. Navigace RNP AR APCH je regulována dokumentem AMC 20-26. (ICAO, 2009) (EASA, 2018b)

Normy typu AMC přijaté agenturou EASA nejsou právními akty – představují způsob/způsoby, kterými lze splnit nezbytné požadavky (pokud provozovatel nenavrhne vlastní způsob plnění a neprokáže ekvivalentní bezpečnost tohoto způsobu). Nicméně častý postup provozovatelů je využívat těchto navržených způsobů plnění požadavků, jelikož je to nejjednodušší cesta, jak zajistit veškeré požadavky a podmínky stanovené v dokumentech typu AMC.

Podrobnější text popisující design postupů přiblížení RNP AR lze nalézt v ICAO dokumentu 9905.

i. Palubní systém sledování výkonnosti a varování

Výše uvedený systém slouží pro letovou posádku jako prostředek ke zjištění spolehlivého plnění požadavků navigační výkonnosti, která je požadovaná navigační specifikací RNP (upozorní uživatele na chybnou polohu letadla oproti poloze skutečné).

Jak název napovídá, systém se skládá ze dvou elementů:

a) „sledování“ (*angl. monitoring*)

- vztahuje se na chyby FTE a NSE → sledování celkové systémové chyby (TSE)
- chyba PDE je zanedbatelná
- vztahuje se na schopnost/výkon letadla při určování své polohy

b) „varování“ (*angl. alerting*)

- úzce souvisí s elementem „sledování“
- jedná se o upozornění letové posádky na vychýlení se od běžného provozu systému RNP, resp. na neschopnost bezpečně určit svoji polohu nebo sledovat zadanou trasu
- upozorní uživatele, pokud není splněna definovaná přesnost nebo pokud je pravděpodobnost, že TSE překročí dvojnásobnou hodnotu přesnosti větší než 10^{-5} (ICAO, 2013c) (ICAO, 2013a)

Navigační přesnost se v praxi určuje pomocí tzv. skutečné navigační výkonnosti ANP (*angl. actual navigation performance*). Jednoduše řečeno, RNP hodnota představuje požadavek přesnosti navigačního systému a hodnota ANP představuje skutečnou hodnotu navigační přesnosti. Pokud například máme hodnotu specifikace RNP 2.0 NM a hodnota ANP je 0.05

NM, je možné letadlo odchýlit od tratě o 1.94 NM (hodnota chyby FTE), aniž by posádka žádala o povolení o odchýlení od tratě (např. při vyhnutí se nepříznivému počasí).

Pokud ale systém není schopen zaručit přesnost naší polohy (hodnota ANP je vyšší než hodnota RNP, aniž by se pilot záměrně vychyloval z trati), pravděpodobná příčina je z důvodu nedostatečného počtu satelitů v dohledu odesílaného signálu z letadla, nefunkčních pozemních navigačních zařízení, nesprávného fungování senzorů na letadle nebo z důvodu závady v navigačním systému.

III. POSTUP PŘIBLÍŽENÍ RNP AR APCH

Required navigation performance authorization required approach – celý název pro přiblížení RNP AR APCH; je požadovaná navigační výkonnost vyžadující oprávnění.

Jelikož se tato práce zabývá schválením postupu RNP AR APCH, je zde tento postup přiblížení popsán více do detailů.

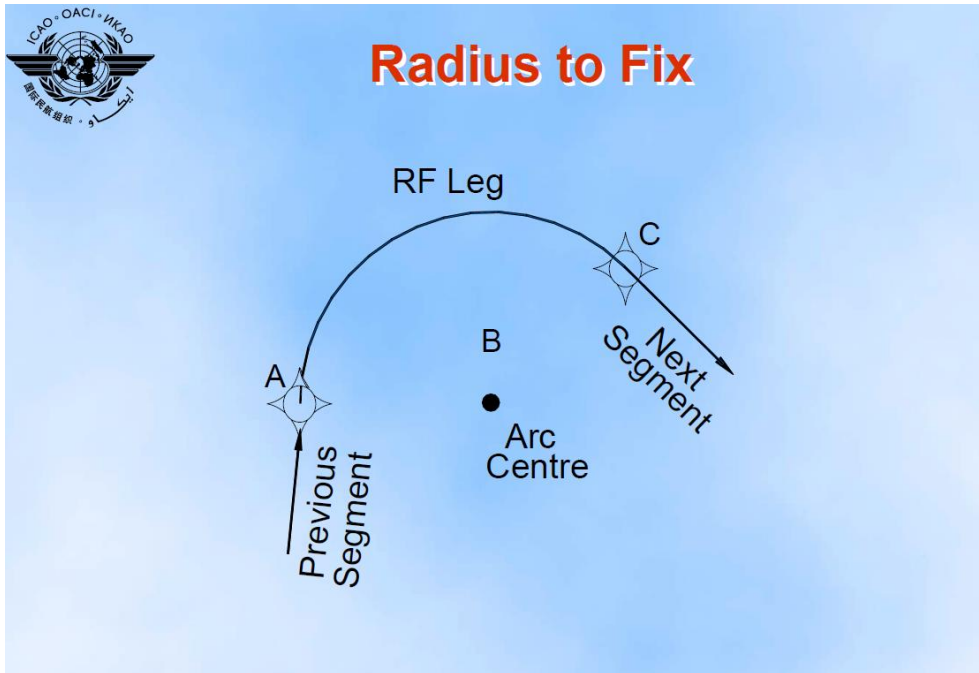
Podle ICAO Annexu 6 je tento postup přiblížení klasifikován jako přiblížení s vertikálním vedením (angl. *approach procedures with vertical guidance*), neboli APV, kde vertikální vedení je zajištěno pomocí barometrického navigačního systému (BARO-VNAV). (ICAO, 2009)

Postupy RNP AR APCH jsou oprávněny pouze na základě GNSS jako primárního navigačního senzoru, přičemž senzor DME/DME může být povolen jako náhradní za předpokladu požadovaného výkonu systému. (ICAO, 2013c) (EASA, 2018b)

Přesnost navigace RNP AR APCH je jednou z hlavních důvodů implementace tohoto postupu do náročnějšího provozu. Standardní hodnoty jsou oproti ostatním přiblížením velmi nízké:

1. RNP <1.0 pro počáteční a střední segment přiblížení;
2. RNP <0.3 pro segment konečného přiblížení; a
3. RNP <1.0 pro nezdařené přiblížení. (ICAO, 2009)

Tato specifikace má, kromě výše uvedených snížených hodnot RNP, další výhodu na rozdíl od jiných přiblížení, a to zakřivení letové cesty ve všech fázích přiblížení, včetně fáze následující po přeletu bodu konečného přiblížení FAP (angl. *final approach point*) – tzv. úsek RF (lze vidět na obrázku 5). Více informací o RF úseku je uvedeno v kapitole B. RNP AR APCH s úsekem RF. (ICAO, 2013c)



Obrázek 5: Po kružnici na fix (angl. *radius to fix*) (ICAO, 2013b)

Proč má smysl RNP AR APCH aplikovat do provozu? Oproti klasickému přiblížení RNP APCH je postup RNP AR APCH posílen především z hlediska:

- bezpečnosti, která je zvýšena, pokud postup RNP AR APCH nahradí hlavně vizuální nebo postup nepřesného přiblížení, a navíc zamezí případným protisměrným přiletům a odletům (dle zkušeností TVS např. pokud je odlet i non-RNP AR přilet jedním směrem – z důvodu meteorologických podmínek pro let podle přístrojů (IMC) a z důvodu vysokého terénu);
- přesnosti, která zajistí snížení rozestupu mezi ostatním provozem a snížení požadované vzdálenosti od překážek a
- efektivity – projeví se v opakovatelných a optimálních letových cestách.

Díky těmto lepším charakteristikám jsou snížena minima vůči překážkám, je vyšší pravděpodobnost udržení letadla na definované trati, vyšší flexibilita letadla během přiblížení v nepřístupném terénu a celkově zvýšená jistota vydařeného přistání na letišti určení. Typická letiště provozující tento typ přiblížení jsou v hornatém terénu (např. letiště Innsbruck) nebo poblíž vytíženého vzdušného prostoru (např. menší letiště v okolí velkých vytížených letišť).

A. Povinné vybavení a požadavky funkcí

Požadované vybavení letadla závisí na:

1. požadované přesnosti navigace;
2. výskytu úseku RF; a
3. požadavku hodnoty RNP menší než 1.0 u nezdařeného přiblížení. (ICAO, 2013c)

Seznam všech požadovaných vybavení a funkcí, které letadlo musí zajistit, je uveden v dokumentu AMC 20-26. V praxi v obchodní letecké dopravě to často funguje tak, že výrobce letadla (např. Boeing nebo Airbus) provede certifikaci vybavení letadla na dané požadavky (v případě této práce jsou požadavky uvedené v AMC 20-26 pro postup RNP AR APCH). Prohlášení o tom, že dané letadlo požadavky splňuje, je obvykle uvedeno v letové příručce letadla (AFM⁴). Zde lze najít odkaz na dokument (v případě této práce je to dokument od společnosti Boeing „RNP capability of FMC equipped 737, generation 3“), kde jsou k dané certifikaci uvedené větší detaily.

Seznam požadovaného letadlové vybavení uvedený v tomto dokumentu:

- 2 inerciální navigační systémy (INS) – 2 ADIRUs nebo 2 IRUs
- 2 systémy pro řízení a optimalizaci letu (FMS)
- FMC software U10.7 ops nebo novější
- 2 CDUs nebo MCDUs
- 2 globální polohové systémy (GPS):
 - duální vícerežimový přijímač s funkcí GPS nebo
 - duální analogový vícerežimový přijímač s funkcí GPS nebo
 - duální jednotka snímače GPS (GPSSUs)
- 2 radiovýškoměry (RA)
- 2 nezávislé aerometrické přístroje (ADC) – 2 ADIRUs nebo 2 IRUs
- 2 hlavní letové displeje (PFD) a 2 navigační displeje (ND):
 - 2 elektronické letové systémy s mapou (EFIS/MAP) nebo
 - 2 PFD/ND displeje nebo
 - 2 displeje polohové situace (EADI) a 2 displeje horizontální situace (EHSI)
- 2 elektronické displeje počítačů

⁴ AFM neboli letová příručka letadla – dokumentace schválená organizací EASA na základě certifikací, poskytující informace o limitech letadla a pokyny pro posádku pro bezpečný provoz letadla

- 1 palubní počítač řízení letu (FCC) a 2 letové povelové přístroje (F/D) – pro hodnoty RNP menší než 0.15 NM se požadují 2 FCC a 2 F/D
- aktuální navigační databázi
- rozšířený systém varování blízkosti země (EGPWS) s aktuální databází překážek

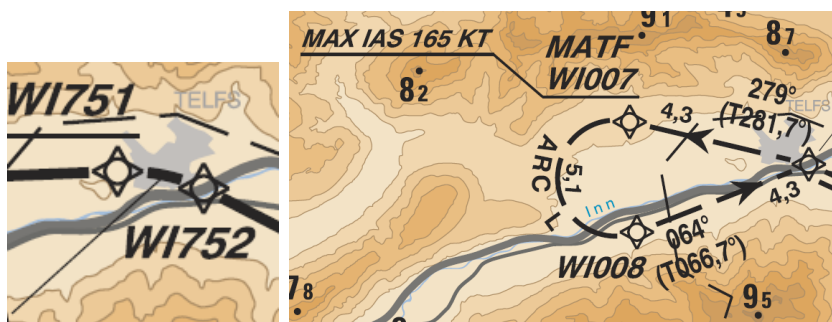
B. RNP AR APCH s úsekem RF

Požadavek s provedením zatáčky typu RF je uveden na mapě přiblížení. Během přiblížení v úseku RF piloti nesmí překročit maximální rychlosti uvedené v tabulce 4 (pro stručnost uvádím pouze rychlostní omezení pro kategorii C, jelikož tato kategorie platí pro b737-800 společnosti Travel Service) nebo rychlosti uvedené na konkrétní mapě přiblížení.

Úsek	Kategorie C
Počáteční a střední přiblížení	240 KIAS
Konečné přiblížení	160 KIAS
Nezdařené přiblížení	240 KIAS

Tabulka 4: Rychlostní omezení kategorie C během úseku RF (EASA, 2018a)

Tato rychlostní omezení jsou publikována z důvodu udržení letadla na správném poloměru RF úseku. Pokud by letadlo mělo vyšší rychlost, než uvádí tabulka nebo mapa přiblížení, poloměr zatáčky letadla by byl větší a mohlo by tak dojít k nebezpečnému přiblížení se k terénu nebo v nejhrošším případě ke střetu s terénem.



Obrázek 6: Ukázka RF úseků na letišti LOWI (výřezy z (Austro Control, 2018))

Na obrázku 6 můžeme vidět příklad RF úseků během přiblížení RNP AR na dráhu 08 (vlevo) a během nezdařeného přiblížení na dráhu 26 (vpravo), který je zároveň rychlostně omezen.

Letadlo, které provádí přiblížení s úsekem RF musí být:

- a) schopno provést zatáčku RF mezi dvěma fixy;
- b) vybaveno elektronickou mapou zobrazující vybraný postup; a
- c) schopno provádět zatáčky pod úhlem náklonu 25° v nebo nad výškou 400 ft nad zemí a zatáčky pod úhlem náklonu 8° pod výškou 400 ft nad zemí za pomoci počítače FMC, F/D a autopilota. (ICAO, 2013c)

Při aktivaci TOGA (angl. *take off/go around*) během nezdařeného přiblížení musí režim řízení letu zůstat v módu LNAV – tento požadavek musí zajistit buď konstrukce systému, anebo je nutné procedurální přepnutí zpět do módu LNAV posádkou. (ICAO, 2013c)

C. Provozní kritéria

i. Seznam minimálního vybavení

MEL by měl odpovídat požadavkům palubního vybavení pro provoz RNP AR APCH. Požadavky na vybavení letadla, které jsou ovlivněny hodnotou RNP a výskytem úseku RF, jsou uvedeny v kapitole A. Povinné vybavení a požadavky funkcí. (EASA, 2018a)

Pro všechny postupy RNP AR APCH je vyžadován systém varování před blízkostí terénu TAWS (angl. *Terrain awareness and warning system*) třídy A musí být k dispozici, přičemž je nutné, aby systém používal hodnotu nadmořské výšky, která je kompenzována místním tlakem a teplotou vzduchu. (EASA, 2018a)

ii. Autopilot a letový povelový přístroj

Pro přiblížení s hodnotou RNP menší než 0.3 NM nebo s úsekem RF musí být použit autopilot AP nebo letový povelový přístroj FD (angl. *flight director*), který je propojen s prostorovou navigací. (EASA, 2018a)

iii. Předletové vyhodnocení RNP

Před letem musí být k dispozici informace o dostupnosti GNSS satelitů na letišti určené v daném čase. Tato informace musí obsahovat data o známých a předpokládaných výpadků družic GNSS nebo jiných dopadů na senzory navigačního systému. (EASA, 2018a)

Znalost této informace je potřeba nejen během předletové přípravy, ale také během samotného letu, pokud by byla hlášena závada na zařízení. Některá letadla jsou vybavena systémy, které dokáží informaci o předpokládané nedostupnosti družic vyhodnotit sami anebo posádka obdrží tzv. RAIM CHECK dokument během předletové přípravy. (EASA, 2018a)

Prediktivní program k vyhodnocení informace o dostupnosti RNP AR APCH by neměl používat úhel masky⁵ (angl. *mask angle*) pod 5 stupňů, protože v nízkých výškách není satelitní signál spolehlivý. Předpověď měla používat současnou konstelaci satelitů GNSS s předpovědí autonomního monitorování integrity přijímače RAIM (angl. *receiver autonomous integrity monitoring*) nebo podobného zařízení. (EASA, 2018a)

iv. Vyřazení NAVAID

Musí být stanoven postup k vyřazení zařízení NAVAID (DME, VOR, LOC) v souladu s informacemi obsaženými v NOTAM. Tato zařízení nemusí být vhodná pro RNP přiblížení. (EASA, 2018a)

K tomuto vyřazení dochází z toho důvodu, že pozemní NAVAID mohou zprostředkovávat nepřesné informace o poloze letadla (např. kvůli odrazům od terénu, bouřek, ...).

v. Aktuálnost navigační databáze

Palubní navigační databáze, která musí obsahovat aktuální navigační údaje oficiálně schváleny k použití v civilním letectví certifikovaným poskytovatelem AIS. Tato databáze:

- a) splňuje ARINC 424 standard;

⁵ Úhel masky – je minimální přijatelná výška nad horizontem, ve které se musí nacházet satelit GNSS; GNSS přijímač má definovaný úhel masky, který slouží k blokování signálu ze satelitu, který je příliš blízko k obzoru. (Jeppesen, 2018)

- b) umožňuje vyhledat a nahrát data, která jsou využita v postupech RNP do systému prostorové navigace; a
- c) může být doplněná novými údaji v souladu s cyklem AIRAC (platnost dat v intervalu 28 dní). (EASA, 2009)

Navigační databáze musí být chráněna, aby byla znemožněna modifikace uložených údajů ze strany letové posádky pro budoucí použití a reference. Prostorová navigace musí navigovat pouze podle publikovaných postupů, to ale nevyklučuje úpravu postupu dle aktuální situace, ke které má posádka povolení. (EASA, 2009)

Systém musí uživateli poskytnout informaci o době platnosti palubních navigačních dat, aby nedošlo k využívání zastaralých dat, které již nemusí být korektní. Provozovatel musí zajistit, aby posádka neprováděla let s neplatnou databází. (EASA, 2009)

Provozovatel musí zajistit, aby posádka neprováděla let s neplatnou databází. (EASA, 2018a)

Navigační databáze pro RNP AR APCH na letišti Innsbruck musí být validovaná před prvním letem za podmínek IMC. Provozovatel musí zkontrolovat navigační databázi na simulátoru FSTD nebo za podmínek VMC během prvního letu. Po validaci na simulátoru se navigační databáze může používat v provozu, dokud nedojde ke změnám (v rámci cyklu AIRAC), které by ji mohly ovlivnit. Pokud dojde ke změně nebo je modifikován jakýkoliv systém související s provozem RNP AR, musí se navigační data prověřit znova. (viz příloha 3)

vi. Nastavení výškoměru

Nejaktuálnější lokální tlak QNH letiště určení zjištěný ze zprávy ATIS (nebo z oznámení ATC) musí být nastaven, resp. zkontrolován na výškoměru před přeletem bodu konečného přiblížení FAF. Vzájemná kontrola nastavení výškoměru mezi piloty musí být provedena před bodem FAF, ale ne dříve než po přeletu počátečního bodu přiblížení IAF.

Výškoměry musí ukazovat stejnou hodnotu výšky s maximálním rozdílem 100 stop. Pokud se při vzájemné kontrole výškoměrů objeví chyba, je nutné okamžitě přerušit postup přiblížení. (ICAO, 2013c) (EASA, 2018a)

vii. Vertikální odchyly

Vertikální odchyly od definované dráhy letu jsou omezeny na ± 75 ft. Při změně konfigurace letadla jsou přijatelné větší vertikální odchyly, avšak při odchylce pod -75 ft během konečného přiblížení je nutné okamžité provedení nezdařeného přiblížení v případě nedostatku vizuální reference potřebné k dokončení přistání. (ICAO, 2013c) (EASA, 2018a)

viii. Laterální odchyly

Od členů letové posádky se očekává, že udrží letadlo na definované trati, pokud jim ATC nesdělí jinak nebo pokud to nevyžaduje stav nouze. Pokud deviace od přesnosti navigace přesáhne hodnotu $\pm 1/2$ RNP a není možné navázat potřebnou vizuální referenci, je nezbytné okamžitě provést postup nezdařeného přiblížení, a to v jakékoli fázi přiblížení. (ICAO, 2013c) (EASA, 2018a)

ix. Oprava teploty

Systém kompenzující aktuální okolní teplotu je použitelný pro vertikální vedení pomocí barometrického systému VNAV. (ICAO, 2013c) (EASA, 2018a)

U letadel B737-800 členové letové posádky musí provádět opravu teploty procedurálně. Oprava se počítá na publikované minimální výšky včetně výšek v počátečním a středním úseku přiblížení, výšky rozhodnutí (angl. *decision altitude*) a výšek v postupu nezdařeného přiblížení (ICAO, 2013c) (ICAO, 2006)

Při postupu RNP AR APCH na letišti Innsbruck je teplotní omezení -7 °C. Pokud okolní teplota klesne pod -7 °C, přiblížení RNP AR se nesmí provádět. (Boeing, 2018a)

D. Mapa přiblížení

Mapa přiblížení s postupem RNP AR APCH je podobná ostatním postupům přiblížení, až na pár výjimek.

Jestliže přiblížení tvoří některé z mimořádných podmínek: LPV only, LNAV/VNAV only, LP only a další, píší se dané podmínky do závorek za označením RWY (RNP RWY 08 LPV only).

Dodatečné požadavky k PBN postupům, které nejsou povinné předpisem, musí být specifikovány v tzn. requirement box⁶ v mapě přiblížení (příklad: pro RNP AR APCH přiblížení může být dopsáno v poznámkách *RF required; RNP < 0.3; missed approach RNP < 1*). (ICAO, 2015)

Výška, ve které se pilot rozhodne, zda přistane, nebo provede postup nezdařeného přiblížení je v tomto případě výška rozhodnutí DA/H. Mapa tohoto přiblížení musí navíc obsahovat:

- poznámku, že přiblížení požaduje zvláštní povolení, popř. speciální výcvik pro letovou posádku;
- poznámku „*RF required*“, pokud přiblížení obsahuje úsek RF;
- nejnižší teplotu okolního vzduchu, při které je možné postup přiblížení provést; a
- pro postup nezdařeného přiblížení s hodnotou RNP menší než 1.0 následující poznámku: „*Transition to missed approach RNP for lateral guidance must not be initiated prior to the along-track position of DA/H*“. (ICAO, 2015)

⁶ Requirement box – místo na mapě určené pro název postupu a dodatečné požadavky určené pro dané přiblížení

IV. SCHVALOVACÍ PROCES POSTUPU RNP AR APCH

Schvalovací proces RNP AR APCH je komplexní – vyžaduje doložení o výcvik členů letové posádky, provozní postupy navržené na konkrétní letiště a prokázání dostačující výkonnosti, funkčnosti a celkové způsobilosti letadla pro tento druh navigační specifikace. (ICAO, 2013c)

Způsobilost letadla musí být v souladu s provozními postupy, které jsou nezbytné pro udělení schválení. Tyto provozní postupy jsou obsaženy v části B provozní příručky, používané pouze letovou posádkou, a musí respektovat jakékoliv omezení nebo požadavky stanovené konkrétním postupem RNP AR APCH.

Provozovatel může obdržet od státu tři různé formy schválení:

- a) schválení pro všechny postupy RNP AR APCH v rámci státu;
- b) schválení pro jednotlivé postupy RNP AR APCH; nebo
- c) kombinace a), b) – např. celostátní schválení pro všechny postupy kromě těch v náročném prostředí.

Veškeré požadavky pro splnění způsobilosti RNP AR APCH jsou uvedeny v ICAO dokumentu 9613, část C odst. 6.3.2. (ICAO, 2013c)

A. Způsobilost letadla

Žadatel oprávnění provozu RNP AR APCH musí předložit prohlášení o shodě, které dokazuje, jakým způsobem byla splněna kritéria uvedená v AMC 20-26. Kritéria výkonnosti a integrity mohou být potvrzena prohlášením v letové příručce letadla. Prohlášení v letové příručce letadla (AFM) většinou obsahuje:

- a) odkaz na předpis dle kterého je letadlo a jeho systémy certifikované a z toho plynoucí potvrzení funkcionality RNP, které je schopné být v provozu;
- b) minimální vybavení;
- c) omezení letadla, včetně používání F/D a A/P; a
- d) normální a mimořádné postupy. (ICAO, 2013c) (EASA, 2009)

B. Schválení provozuschopnosti

Podmínky schválení provozu RNP AR APCH (na Úřadu civilního letectví v ČR) jsou následující oblasti:

- a) splnění požadavků na způsobilost letadla – v případě této práce se jedná o předložení prohlášení v příručce AFM, že daný typ letadla splňuje způsobilost RNP, která je podrobně popsána v dokumentu od výrobce letadla (viz kapitola IV.A. Povinné vybavení a požadavky funkcí) (viz příloha 3)
- b) minimální letadlové vybavení – provozovatel musí mít k dispozici seznam minimálního vybavení (MEL), který popisuje požadované počty systémů letadla pro provoz RNP AR APCH, které musí být před letem funkční (viz kapitola IV. A. Povinné vybavení a požadavky funkcí);
- c) výcvikový program a doklad o provedení výcviku – požadovaný výcvik letové posádky na provoz RNP AR APCH (viz G. Výcvik členů letové posádky) (viz příloha 2);
- d) provozní příručky (OM) – pro všechny členské státy agentury EASA platí, že provozovatel předloží jako součást žádosti o schválení upravené provozní příručky spolu s kontrolními úkony (*angl. checklists*), systémem ohlašování mimořádných událostí a programem sledování spolehlivosti RNP (viz příloha 3); a
- e) posouzení provozních rizik (viz příloha 4). (ICAO, 2013c) (Evropská komise , 2017)

Po úspěšném schválení výše uvedeného materiálu příslušným úřadem, je získáno provozní schválení postupu RNP AR APCH (s možnými výhrady či omezeními).

Přestože ICAO doporučuje, aby jedno schválení státem registrace pro daný druh přiblížení bylo uznáváno všemi ostatními státy, tak ICAO státy využívají své možnosti opravňovat jednotlivé provozovatele na svá letiště, a proto je nutné podat žádost nejen státu zápisu do rejstříku, ale také státu, ve kterém se provoz uskuteční. (ICAO, 2013c) (Evropská komise , 2017)

C. Výcvik členů letové posádky

Výcvik na postup přiblížení RNP AR APCH podstoupí piloti, kteří budou dané přiblížení provozovat. Typ a rozsah výcviku se liší podle:

- a) předchozích zkušeností s přiblížením pomocí prostorové navigace, resp. RNAV;
- b) zkušeností s postupem RNP AR APCH;

- c) náročností postupu; a
- d) vybavení letadla.

Po prvotním výcviku s odstupem času provozovatel provádí opakovací výcvik (angl. *recurrent training*), který zajistí provozovatel, aby letové posádky byly schopny udržovat odpovídající znalosti a dovednosti. (EASA, 2018a)

Pokud člen letové posádky má relevantní zkušenosti s PBN přiblížením, je potřeba projít teoretickým školením, které je věnováno primárně rozdílům spojených s požadavky konkrétního přiblížení PBN. (EASA, 2018a)

Pokud člen letové posádky neměl v minulosti žádné zkušenosti s RNP AR APCH, musí podstoupit úplný výcvikový program. Tento specifický program, který stanovuje provozovatel, zahrnuje:

- 1) pozemní přípravu; a
- 2) výcvik na simulátoru FSTD. (EASA, 2018a)

Pokud člen letové posádky má zkušenosti s provozem RNP AR APCH od jiného evropského provozovatele, musí absolvovat následující výcvikový program:

- 1) pokud zkušenosti s provozem RNP AR APCH byly získány na jiném typu nebo třídě letadla, je nutný úplný výcvik na simulátoru FSTD se stručnou pozemní přípravou;
- 2) pokud zkušenosti s provozem RNP AR APCH byly získány na stejném typu nebo třídě a variantě letadla, postačuje zkrácený kurz na simulátoru se stručnou pozemní přípravou. (EASA, 2018a)

Více podrobností o zkráceném obsahu výcviku na simulátoru FSTD a detailnější výklad pozemní přípravy lze nalézt v konsolidovaném dokumentu AMC & GM k annexu V (část SPA).

Postupy RNP AR APCH, které mají svůj specifický charakter související s úrovní náročnosti (letiště v nepřístupném terénu, častý výskyt nepříznivého počasí, vyšší přepravní kapacita vzdušného prostoru atd.), vyžadují vyšší nároky na provozovatele, který chce tyto postupy zařadit do provozu. Členové letové posádky by měli v takovém případě absolvovat navíc další pozemní a FSTD výcvik. Provozovatel by měl zajistit, aby dodatečné vzdělání pro tyto postupy obsahovaly přinejmenším požadavky uvedené níže (viz ii. Výcvik na simulátoru FSTD), kde tyto požadavky budou přizpůsobeny a upraveny podle provozovatele a podle konkrétního letiště, resp. postupu. Postupy by měly obsahovat i doporučení z bezpečnostní analýzy, případně doporučení uvedená v AIP k danému letišti. (EASA, 2018a)

Členové letové posádky s předchozími zkušenostmi s postupy RNP AR APCH, které vyžadují povolení pro svůj specifický charakter, mohou být oprostěni od dodatečných školeních a výcviků, pokud jsou postupy u stávajícího provozovatele podobné. (EASA, 2018a)

Všechny výcvikové programy musí být řádně zdokumentovány. Je důležité také vést záznamy o úspěšném, resp. neúspěšném dokončení výcviku, který podstoupila letová posádka. Provozovatel má systém vedení záznamů popsán v provozní příručce. (EASA, 2018a)

i. Pozemní příprava

Rozsah pozemní přípravy určuje předešlá zkušenost pilota s provozem RNP AR APCH a případné zkrácení pozemní přípravy je dáno normou AMC & GM k annexu V (část SPA).

Pozemní příprava by měla zahrnovat teorii systému RNP AR APCH k zajištění správnému provoznímu použití – porozumění základním pojmům, operacím, klasifikacím a limitům systému. Při opakovacím školení příprava musí zahrnovat pouze prověření počátečních bodů učiva a řešit nové, revidované nebo zdůrazněné položky. Dle konsolidovaného znění rozhodnutí EASA AMC & GM k Annexu V (část SPA) z roku 2017 pozemní výcvikový program konkrétně obsahuje:

- definice RNAV, RNP, RNP APCH, RNP AR APCH, RAIM a k nim spojené pojmy;
- rozdíly mezi RNP AR APCH a RNP APCH;
- popis systémů souvisejících s RNP AR v letadle – RNP symboly, ovládací a zobrazovací prvky, výstrahy a omezení při selhání zařízení;
- seznámení se zobrazením terénu na navigačních displejích a v mapách přiblížení;
- mapa postupu RNP AR APCH – mimořádné podmínky, důležité poznámky;
- důvody a postupy pro vyřazení zařízení NAVAID z navigačních sensorů ovlivňujících vedení letadla během přiblížení;
- hodnoty RNP pro různé fáze letu;
- použití GNSS RAIM a dopad na možnost použití RNP AR APCH;
- způsob případného přechodu z navigace RNP na konvenční navigaci z důvodu ztráty provozuschopnosti RNP a/nebo požadovaného vybavení;
- metody zjištění aktuálnosti navigační databáze;
- vysvětlení celkové systémové chyby (TSE) a její dopad na systém;
- teplotní limity a teplotní opravy;

- projevy povětrnostních podmínek na výkonnost letadla během přiblížení RNP AR APCH a s nimiž spojené limity;
- vliv traťové rychlosti GS na přesnost přiblížení, omezení a limity úhlu náklonu pro dodržení správného kurzu letadla po stanovené trati, dodržování standardních nebo publikovaných rychlostí podle kategorie letadla;
- RF segment a jeho omezení;
- výstražný systém, který může být spuštěn při použití nestandardních hodnot pro daný segment RNP AR APCH;
- výkonnostní požadavek spojení autopilot/letový povelový přístroj (angl. *flight director*) se směrovou navigací pro RNP AR APCH požadující hodnotu RNP nižší než 0.3 NM;
- události, při kterých je nutné zahájit nezdařené přiblížení při RNP AR APCH. (EASA, 2018a) (ICAO, 2013c)

Pozemní příprava by měla rovněž obsahovat:

- postupy komunikace s řízením letového provozu při provozu RNP AR APCH (viz v. Výcvik personálu ATC) – např. pokud dojde k degradaci RNP a není již možné bezpečně letět RNP AR APCH, je nezbytné okamžitě upozornit ATC na daný problém;
- normální a mimořádné provozní postupy podle provozní příručky a AFM nebo jiných dokladů o způsobilosti letadla;
- postupy při ztrátě nebo zhoršení schopnosti provozu RNP (tyto informace jsou rovněž uvedeny v provozní příručce); a
- důkladné porozumění položkám uvedeným v MEL pro podporu RNP AR APCH. (EASA, 2018a) (ICAO, 2013c)

Je důležité, aby posádka měla povědomí o základních navigačních senzorech a byla schopna posoudit dopad selhání jakéhokoli systému, který je důležitý pro správnou funkci navigace. Očekává se svědomité vyřešení mimořádné situace, která by mohla v takovém případě nastat.

ii. Výcvik na simulátoru FSTD

Po pozemním výcviku následuje praktický výcvik na simulátoru, jehož rozsah záleží na předešlých zkušenostech člena posádky s provozem RNP AR APCH. Případné zkrácení rozsahu kurzu na simulátoru je uvedeno v AMC & GM k Annexu V (část SPA).

Celkový výcvik by měl obecně obsahovat:

- a) postupy a omezení RNP AR APCH;
- b) standardní uspořádání elektronických displejů v kabině letadla;
- c) všechna zvuková upozornění, která mohou mít vliv na dodržování postupů RNP AR APCH; a
- d) včasné a správné reakce na ztrátu provozuschopnosti RNP AR APCH během různých situací, které provozovatel očekává při letu na dané letišti. (EASA, 2018a) (ICAO, 2013c)

Výcvik na FSTD by se měl zaměřit na následující specifické prvky:

- postupy pro ověření správného aktuálního tlaku na výškoměru u každého člena letové posádky před bodem konečného přiblížení;
- využití radaru na počasí (angl. *weather radar*), TAWS nebo jiných palubních zařízení podporující sledování letěné tratě, počasí a rozstupů od překážek;
- stručné a jasné briefinky pro všechny postupy RNP AR APCH;
- postupy při kooperaci letové posádky, resp. CRM a jeho důležitost při postupu RNP AR APCH;
- konfigurace letadla při postupech RNP AR APCH – dodržování požadovaných rychlostí;
- schopnost programovat a provozovat zařízení FMC, funkci autopilota, funkci automatického tahu (angl. *autothrottle*), radar na počasí, GNSS, INS, systém EFIS a TAWS;
- monitorování hodnoty chyby FTE/ANP;
- postupy při ztrátě GNSS signálu;
- postupy při vysazení motoru během přiblížení; a
- aplikování postupů při ztrátě provozuschopnosti RNP během nezdařeného přiblížení – provozovatel by měl tyto postupy přizpůsobit svým specifickým potřebám a z důvodu nedostatku navigačního vedení by měl být kladen důraz na nepředvídané postupy primárně zajišťující separaci od překážek a terénu. (EASA, 2018a)

Každý člen letové posádky by měl provést minimálně dva postupy přiblížení RNP AR APCH jako pilot letící (PF), jako pilot monitorující (PM). Výcvik probíhá podle příručky OM, která je vytvořena provozovatelem, kde jsou sepsány především veškeré požadavky na přiblížení a na výcvik (viz příloha 2).

Minimálně dvě přiblížení pro každou pozici pilota zahrnují etapy:

1. přiblížení: od počátku přiblížení až do přistání a
2. přiblížení: končící provedením úplného postupu nezdařeného přiblížení.

iii. Prověření znalostí postupů RNP AR APCH

Každý člen letové posádky by měl projít kontrolou znalostí postupů RNP AR APCH zprostředkovanou provozovatelem před zahájením provozu těchto postupů. Toto prověření zahrnuje přinejmenším důkladnou kontrolu postupů letové posádky a specifických požadavků na výkonnost letadla při provozu operací RNP AR APCH. (EASA, 2018a)

Každý člen letové posádky musí projít přezkoušením s examinátorem na FSTD. Toto přezkoušení probíhá v rámci:

- a) speciálního výcviku zaměřeného pouze na RNP AR; nebo
- b) zařazení postupu RNP AR do programu obnovení typové kvalifikace (LPC) nebo periodického přezkoušení; anebo
- c) traťově orientovaný letový výcvik (LOFT). (EASA, 2018a)

Pokud provozovatel nepotřebuje z provozních důvodů vycvičit posádky na RNP AR APCH ihned během krátkého období, je dle mého názoru nejlepší možnost za b), kde provozovatel může výcvik na nový postup jednoduše zařadit do programu periodického výcviku, kterým musí projít všichni členové letové posádky během nejméně každého půl roku a jelikož se tato skutečnost jeví i jako ekonomicky nejpřínosnější.

Pokud provozovatel naopak vyžaduje vycvičit posádku na postup RNP AR APCH během krátkého období, např. z důvodu neschopnosti létat na daném letišti jiná přiblížení kromě požadovaného, je nejlepší varianta za a). Nevýhodou je sice finanční a časová náročnost, ale docílí se rychlého výcviku s následovným provozováním daného přiblížení na letišti.

Zařazení postupu RNP AR APCH do traťově orientovaného výcviku se jeví jako velký přínos, pokud provozovatel chce zároveň prověřit zkušenosti, znalosti a CRM letové posádky během celého letu (např. z LKPR do LOWI) s možnými závady na systémech letadla, které se mohou reálně vyskytnout během takového letu. Nevýhody tohoto výcviku jsou finanční náklady a časová náročnost.

Mezi více specifické znalosti RNP AR APCH, které je nutné prověřit, patří:

- limity a minima;

- postupy pro využití pozemních zařízení – aktualizace navigačních informací přes FMC;
- monitorování provozních limitů deviace letadla a odchylky skutečné laterální/vertikální letové tratě vůči trati vložené do systému letadla;
- postupy při překročení hodnoty limity FTE/RNP;
- porozumění a přizpůsobení se předpovědi RAIM;
- nastavení FMC, radaru na počasí, TAWS a pohyblivé mapy;
- prokázání dodržování CRM – provádění briefingů a kontrolních úkonů (angl. *checklists*) při postupu RNP AR APCH;
- postupy nezdařeného přiblížení RNP AR APCH v různých neočekávaných okolnostech (např. ztráta přesnosti navigace, nedosažení vizuální reference dráhy apod.);
- dodržování předepsané omezené rychlosti ve stanovených úsecích;
- sledování polohy letadla vzhledem k vertikální dráze letu; a
- schopnost vykonat stabilní přiblížení postupu RNP AR APCH. (EASA, 2018a)

iv. Opakovací výcvik postupů RNP AR APCH

Provozovatel by měl zajistit členům letové posádky opakovací výcvik RNP AR APCH, který zahrnuje nejméně jedno přiblížení využívající postup RNP AR APCH pro každou pracovní pozici v letadle – pilot letící a pilot monitorující. Fáze letu obsažené v těchto přiblížení jsou uvedeny v podkapitole výše (viz ii. Výcvik na simulátoru FSTD).

V případě provozu více postupů RNP AR APCH se specifickým charakterem, je dostačující letět v rámci opakovacího se výcviku pouze ten nejnáročnější z nich. (EASA, 2018a)

V kapitole VII. – B. Návrh provozní příručky (část D) se zmiňují o opakovacím výcviku, který by byl implementován na tento provoz ve společnosti TVS.

v. Výcvik personálu ATC

Řídící letového provozu, který poskytuje služby řízení provozu na letišti a v jeho okolí, kde jsou zavedeny postupy přiblížení RNP AR APCH, musí podstoupit, kromě základního ATC výcviku, specifické školení k tomu určené.

Tohle školení zahrnuje:

- techniku radarového vektorování – limity úseků RF, omezení rychlosti letu;
- souvislosti spojené se specifikací – minima na přiblížení (angl. *approach minima*), nastavení výškoměru;
- požadavky letového plánu;
- rozstup mezi letadly;
- postupy ATC pro nepředvídané okolnosti (angl. *contingency procedures*); a
- změny tratě během přiblížení. (ICAO, 2013c) (EASA, 2009)

Toto přiblížení nevyžaduje žádnou speciální frazeologii během komunikace s ATC, ani žádné výjimečné ATS sledování provozu (angl. *ATS surveillance*).

vi. Školení dispečerů a personálu plánující lety

Provozovatel zajistí výcvik, který zahrnuje:

- typy postupů RNP AR APCH;
- význam navigačního vybavení a provozních limitů letadla provádějící postup RNP AR APCH;
- prověření aktuálnosti schválení postupů RNP AR APCH u provozovatele;
- požadavky MEL; a
- výkon letadla, dostupnost navigačního signálu pro lety na letiště určení a na náhradní letiště. (EASA, 2018a)

D. Program sledování RNP

Každý provozovatel využívající systém RNP musí mít program, který zajistí dodržování pokynů předepsaných v AMC 20-26 a upozorní na případné negativní vlivy na výkonnost (viz příloha 3).

Každá posádka, která provedla přiblížení RNP AR APCH musí provést zápis do knihy letů (angl. *journey log*) a pokud přiblížení bylo nevyhovující (důvody tohoto přiblížení viz níže), musí se navíc sepsat zápis o letu (angl. *flight report*). Tyto informace musí provozovatel předložit každých 30 dnů (během počátečního období 3 měsíců) oprávněnému orgánu, a i po tomto období pokračovat v pravidelném přezkoumání těchto údajů s cílem udržení bezpečnosti.

Tento program sledování RNP vede zápisy o:

- a) celkových počtech provedených RNP AR APCH přistání;
- b) počtu vydařených přiblížení (dokončení přiblížení podle plánu bez jakýkoli komplikací);
- c) důvodech nevyhovujícího přiblížení:
 - RNP zprávy typu UNABLE REQ NAV PERF nebo jiné (během přiblížení)
 - nadměrná laterální nebo vertikální deviace
 - upozornění systému TAWS
 - odpojení systému autopilota
 - chyby v navigační databázi
 - zpráva o jakékoli anomálii
- d) vyjádření posádky. (EASA, 2018a)

E. Risk analýza

Pro postup RNP AR APCH provozovatel provede posouzení bezpečnosti, které odpovídá náročnosti daného postupu a je založeno na:

- a) omezení a doporučení uvedené v letecké informační příručce (AIP)
- b) ověření schopnosti daného typu letadla postup zaletět
- c) vyhodnocení specifík letiště a jeho okolí (vysoký terén)
- d) posouzení navigační výkonnosti letadla
- e) posouzení provozní výkonnosti letadla. (EASA, 2018a)

Analýza rizik daných témat uvedených výše začíná jejich bližším identifikováním (např. srážka s terénem, ztráta kontroly nad letadlem atd.). S těmito zjištěnými riziky se pojí jejich možné následky na provoz letadla (např. selhání systému RNP, ztráta motoru atd.). V této fázi musíme daná rizika spojená s nebezpečím ohodnotit na základě vážnosti a možné pravděpodobnosti výskytu.

Risk analýza uvedená v příloze 4 provádí klasifikaci pravděpodobnosti bezpečnostního rizika, resp. četnosti jejich následků číselně od 5 (častý výskyt) do 1 (extrémně nepravděpodobné). Při vyhodnocení této pravděpodobnosti je nutné brát v úvahu již existující zmírnění rizika, které pravděpodobnost může snížit. (Ing. František Vlček, 2013)

Klasifikace vážnosti bezpečnostního rizika je určena písmeny (A, B, C, D, E), kde písmeno A je vážnost rizika katastrofická a písmeno E je hodnoceno jako zanedbatelná vážnost. Také

při hodnocení vážnosti rizika musíme brát v potaz již existující zábrany na zmírnění rizika, které vážnost následků snižují. Vážnost rizika se vyhodnocuje z hlediska: ztráty/ohrožení lidských životů, poškození letadla/majetku/zařízení, škoda na životním prostředí, ztráta pověsti a důvěry veřejnosti apod. (Ing. František Vlček, 2013)

Po stanovení vážnosti a pravděpodobnosti bezpečnostního rizika se použije tabulka, resp. matice pro stanovení indexu rizika (uvedená na začátku přílohy 4). Index rizika nám podle matice určí, zda je rizik nepřijatelné (červené pole), snesitelné (žluté pole) nebo přijatelné (zelené pole). Provozovatel se logicky musí dostat do pole zeleného, které indikuje nízkou pravděpodobnost výskytu situace se nepatrnými následky. (Ing. František Vlček, 2013)

Pokud existující zmírnění nejsou dostatečná na snížení potenciálního nebezpečí (riziko je stále nepřijatelné nebo snesitelné), je potřeba vytvořit obranná opatření, která hodnoty pravděpodobnosti a četnosti rizika sníží do oblasti přijatelnosti. Tato obranná opatření mohou být z oblasti technické (např. lepší vybavení letadla), výcviku (zaměření se na nebezpečnou situaci během výcviku, např. přiblížení s přednastavenou zadní složkou větru), dodatečných provozních postupů, standardních provozních postupů, nových provozních postupů pro neočekávané okolnosti atd.

Při stanovení hodnot pravděpodobnosti a vážnosti rizika není nijak definované, že výsledná hodnota (např. 3C) je ta správná. Existuje více možností vyhodnocení konkrétní situace, jelikož záleží čistě na pocitu člověka, jak dané nebezpečí vyhodnotí a na základě existujícího zmírnění a obranného opatření stanoví jeho pravděpodobnost a četnost výskytu. Zjednodušené tabulky možné pravděpodobnosti a vážnosti rizika jsou uvedeny na začátku přílohy 4.

Risk analýza pro RNP AR APCH na letišti Innsbruck je uvedena v **příloze 4** a na žádost společnosti TVS je napsána v anglickém jazyce, jelikož v této podobě se bude odevzdávat ÚCL a Austro Control v rámci schvalovacího procesu.

V. LETIŠTĚ INNSBRUCK

Letiště Innsbruck je největší letiště v oblasti Tyrolska a západního Rakouska. Mezinárodní letiště leží přímo v centru města Innsbruck s nadmořskou výškou letiště 1 907 stop (zhruba 581 metrů). Dráha 26/08 je využívána pro přistání i vzlety z letiště a její použitelná délka vzletu (TODA) je 2 000 metrů pro dráhu 08 a 1 940 metrů pro dráhu 26 (60 metrů je předpolí). (Austro Control, 2018)

A. Vliv okolního terénu a místního počasí na přílety a odlety

Letiště Innsbruck leží v údolí Alp a tím pádem je obklopen značně vysokým pohořím. Minimální sektorové nadmořské výšky (se středem na letišti) značí:

- a) 11 300 stop AMSL na severovýchodní straně
- b) 13 700 stop AMSL na jihovýchodní straně
- c) 14 500 stop AMSL na jihozápadní straně a
- d) 11 900 stop AMSL na severozápadní straně od letiště. (Austro Control, 2018)

Díky hornatému vysokému terénu a umístění letiště v údolí se zde vyskytuje suchý teplý vítr, tzv. Foehn. Foehn je silný vítr (15 až 25 uzlů) s poryvy až 50 uzlů a se silnou turbulencí, zejména nad letištem zhruba do výšky 5 000 stop nad mořem. Přistávání za těchto podmínek se doporučuje pouze ze západní části na dráhu 08. (Austro Control, 2018)

Jak uvádí AIP letiště Innsbruck, pokud posádka není kvalifikována na postupy RNP AR, je nutné splnit následující podmínky při přiblížení do Innsbrucku:

- a) přízemní dohlednost musí být vyšší než 1 500 metrů,
- b) výška základny nejnižší význačné oblačné vrstvy (angl. *ceiling*) musí být nad 1 300 stop nad úrovní letiště (AAL). (Austro Control, 2018)

Při výskytu mlhy, oparu nebo srážek v blízkosti letiště, nastává situace, kdy dohlednost u země je nízká, ale v určité výšce nad letištem může být dohlednost větší. V těchto situacích je vydáno povolení k přiblížení, pokud jsou splněny následující podmínky:

- a) dráhová dohlednost (RVR) je alespoň 1 000 metrů,
- b) dohlednost nad vrstvou mlhy nebo oparu je vyšší jak 5 kilometrů a
- c) pod výškou 3 100 stop nad úrovní letiště není žádná význačná oblačnost. (Austro Control, 2018)

Pro odlety z letiště Innsbruck platí stejné podmínky (minimální přízemní dohlednost je 1 500 metrů a/nebo výška základny nejnižší význačné oblačné vrstvy je vyšší než 1 300 stop AAL). Při výskytu mlhy, oparu nebo srážek v blízkosti letiště, povolení k odletu z dráhy 08 bude uděleno pilotům vícemotorových letadel za předpokladu, že dráhová dohlednost dráhy 08 bude alespoň 600 metrů, dohlednost nad nepříznivým počasím bude minimálně 5 kilometrů, žádná význačná oblačnost nebude pod výškou 3 100 stop AAL, gradient stoupání při jednom pracujícím motoru je minimálně 4.8 % a piloti jsou kvalifikovaní pro letiště Innsbruck.⁷ TVS je již i držitelem zvláštního výkonnostního schválení pro odlet, který provozovatele opravňuje odletět s RVR 300 metrů z dráhy 08 s podmínkou 15% gradientu stoupání pro oba pracující motory do výšky 10 000 stop AMSL (tento údaj mi poskytl pan Nováček z TVS při konzultaci).

Pokud by byl provozovatel držitelem oprávnění RNP AR, může využít standardní přístrojový odlet s postupem RNP AR z dráhy 26 s požadavkem nižšího gradientu stoupání než v předchozím případě a tím pádem i s vyšší vzletovou hmotností. Odlet s postupem RNP AR z dráhy 26 vede letadlo buď směrem na severozápad nebo severovýchod. Na rozdíl od běžných odletů, během kterých musí být dohlednost 5 kilometrů a výška význačné oblačné vrstvy ve 1 300 stop AAL, při odletu pomocí RNP AR lze odletět za podmínky dráhové dohlednosti 300 metrů. (Austro Control, 2018) (E. Wieser, osobní e-mailová komunikace, 13.srpen 2018)

B. Postupy přiblížení

Postupy přiblížení na letiště Innsbruck, které TVS může provozovat jsou:

- Postup přiblížení LOC/DME ze západu
 - přistání na dráhu 08 nebo přiblížení okruhem na dráhu 26
 - minimální nadmořská výška pro klesání (MDA) je 5 000 stop
 - minimální dohlednost musí být alespoň 5 kilometrů a výška význačné oblačné vrstvy nejnižší v 5 000 stop AMSL (3 110 stop AAL)
- Zvláštní postup přiblížení LOC/DME z východu
 - přistání pouze na dráhu 26

⁷ Podmínky kvalifikace pilota pro lety na letiště Innsbruck jsou uvedeny v AIP pro letiště Innsbruck v odstavci 3.1. *General remarks*

- schválené nižší minimální nadmořské výšky pro klesání (MDA) v závislosti na variantě letadla, hmotnosti na přistání a teplotním rozdílu od mezinárodní standardní atmosféry (ISA)
- MDA je 2 820 stop, pokud přistávací hmotnost je 65 tun (pro upřesnění: B737-800 blended winglets NON-SFP) (Austro Control, 2016)
- Postupu přiblížení RNAV (GNSS) na dráhu 08
 - MDA je 7 100 stop
 - dohlednost minimálně 5 kilometrů a výška význačné oblačné vrstvy v MDA (5 200 stop AAL)
- Přiblížení okruhem na dráhu 08
 - MDA je 3 900 stop
 - dohlednost minimálně 5 kilometrů. (Austro Control, 2018)

Postupy přiblížení, které má TVS v úmyslu nechat schválit:

- Postup přiblížení RNAV(RNP) na dráhu 08
 - výška rozhodnutí (DA) je 2 900 stop, RVR 2 400 metrů
- Postup přiblížení RNAV(RNP) na dráhu 26
 - DA je 2 500 stop, RVR 2 400 metrů
- Postup přiblížení LOC R
 - postup přiblížení LOC/DME s postupem RNP AR (RNP 0.3 NM) během nezdařeného přiblížení
 - MDA je 2 450 stop (s gradientem stoupání 4.0 % do výšky 3 200 stop)
 - MDA je 2 250 stop (s gradientem stoupání 5.0 % do výšky 3 200 stop). (Austro Control, 2018) (Austro Control, 2016) (Jeppesen Sanderson, INC., 2017)

Pro společnost Travel Service, a. s. by schválení provozu RNP AR APCH znamenalo řadu výhod:

- a) snížení výšky rozhodnutí na dráhu 26 o 300 stop a snížení RVR o 1,5 kilometrů (v porovnání se zvláštním postupem přiblížení LOC/DME z východu)
- b) snížení výšky rozhodnutí na dráhu 08 o 4 200 stop (v porovnání s postupem přiblížení RNAV (GNSS)) a snížení o 2 100 stop (v porovnání s postupem přiblížení LOC/DME ze západu).

Snížení výšek rozhodnutí může vést k nižšímu počtu nezdařených přiblížení, což vede k úspoře paliva a ke zvýšení komfortu pro cestující. Letadlo může také přistávat s vyšší přistávací hmotností (vyšší užitečné zatížení) v závislosti na požadovaném gradientu stoupání

a aktuálních okolních podmínkách (oblačnost, dohlednost), pokud je použit postup přiblížení využívající RNP AR APCH.

VI. NÁVRH PROVOZNÍ PŘÍRUČKY

Návrhy na úpravu provozní příručky (OM) jsou napsány v anglickém jazyce, jelikož je tak napsána celá provozní příručka společnosti Travel Service a v této podobě se bude také odevzdávat ÚCL a Austro Control v rámci schvalovacího procesu.

A. Návrh provozní příručky (část A, B)

Návrh na úpravu provozní příručky (OM) týkající se postupů provozu RNP AR APCH je uveden v **příloze 3**. Příloha 3 patří z velké části do provozní příručky části B, ale některé kapitoly (z oddílu 1. *General*) by se mohly zařadit spíše do části A, která nemá návaznost na specifické typové věci. V rámci této práce jsem se rozhodl to psát pospolu a rozřazení kapitol do částí provozní příručky nechávám na společnosti Travel Service.

Provozní postupy uvedené v této příručce jsou navrženy na konkrétní letiště (Innsbruck) pro přiblížení RNP AR na dráhy 26 a 08 a pro přiblížení LOC R na dráhu 26. Postupy jsou rozděleny do základních kapitol:

1. obecné informace (*General*),
2. před letem (*Preflight*),
3. za letu (*Inflight*),
4. nepředvídané postupy (*Contingency procedures*),
5. události podléhající hlášení (*Reportable events*), a
6. program sledování RNP (*RNP monitoring programme*).

Postup RNP AR APCH je podrobně popsán v této práci v kapitole IV.

Postup přiblížení LOC R na dráhu 26 se skládá z konvenčního přiblížení pomocí kurzového majáku ILS a z postupu nezdařeného přiblížení za pomoci RNP AR. Důvodem kombinace konvenční navigace a navigace pomocí satelitů je ochranný prostor na přiblížení, který je menší velikosti pro kurzový maják ILS (LOC) v porovnání s RNP AR (RNP 0.15), ale na nezdařené přiblížení je pro změnu ochranný prostor menší pro RNP AR. Tento způsob přiblížení poskytuje řadu výhod: nižší výšku rozhodnutí než pro postup RNP AR APCH,

minimalizace počtu nezdařených přiblížení kvůli počasí, snížení zatížení posádky během RNP AR nezdařeného přiblížení, nezávislost na dalších NAVAIDs kromě LOC.

Požadované vybavení, které najdeme na začátku provozních postupů přílohy 3 (1.2. *Required Equipment*), odpovídá vybavení požadované certifikací pro provoz RNP AR APCH dle AFM, uvedené v této práci v kapitole IV. - A. Povinné vybavení a požadavky funkcí. Piloti kontrolují požadované vybavení před zahájením přiblížení. Toto vybavení musí být dostupné a funkční před zahájením přiblížení. Pokud během přiblížení nebo nezdařeného přiblížení selže systém, který je nutný pro tento postup přiblížení, postupuje se dle postupů za neočekávaných okolností.

Kapitola 1.4. *Procedure Characteristics* je zde uvedena, aby piloti měli v provozních postupech základní, neměnné informace o přiblížení na dráhy 26 a 08. Krátká podkapitola této kapitoly je věnována častému výskytu fénu (angl. *foehn*), který má za následek silné větry a turbulence. Pokud síla větru přesáhne hodnotu 25 uzlů a/nebo nárazy větru budou silnější než 40 uzlů, postup RNP AR APCH se nesmí provést. Stejně tak je zohledněna zadní složka větru, která nesmí být vyšší než 5 uzlů před počátkem přiblížení.

Poté následují kapitoly 2. *Preflight* a 3. *Inflight*, kde je popsáno v podobě kontrolních úkonů, co má pilot provést nebo zkontrolovat před zahájením letu (2.1 *Preflight Briefing* a 2.2. *Preflight Check*) a před zahájením přiblížení RNP AR APCH, resp. před počátkem klesání z cestovní hladiny (3.1. *Approach Briefing*) a během klesání z cestovní hladiny před fixem počátečního přiblížení (3.2. *Approach Preparations*).

Podkapitolou kapitoly 3. *Inflight* je 3.3. *Approach Procedure*, která popisuje dodatečné kroky, resp. informace ke standardním provozním postupům (SOP) k nepřesnému přístrojovému přiblížení, se kterými by měl být pilot seznámen před zahájením přiblížení. Následuje krátká podkapitola o úseku RF, která upozorňuje převážně na rychlost odpovídající kategorii C, do které se řadí Boeing 737-800, která nesmí být překročena z důvodu omezení v předpise nebo omezeních publikovaných na mapě přiblížení. V další podkapitole o dodatečných informacích jsou uvedeny instrukce a užitečné informace o vyčkávacích obrazcích, o systému TAWS a jeho varování před terénem a o opravě nízkých teplot. Tyto dodatečné informace jsem vložil do postupů pro piloty z důvodu připomenutí si některých užitečných informací o situacích, které mohou piloty během postupu přiblížení potkat. Tyto informace jsem získal převážně z dokumentů od Boeingu FCOM (angl. *flight crew operations manual*) a FCTM (angl. *flight crew training manual*).

Kapitola o nepředvídaných postupech uvádí situace, které představují nebezpečí během přiblížení RNP AR APCH a musí být vyřešeny okamžitým přechodem do postupu nezdařeného přiblížení. Nicméně pokud má pilot vizuální kontakt s dráhou, který lze až do doby přistání udržet nebo pokud je dostatečný čas na přechod na konvenční přiblížení „Special LOC/DME EAST⁸“ (se kterým se posádka seznámí před zahájením přiblížení RNP AR APCH), může pokračovat v přiblížení na dráhu až do bodu nezdařeného přiblížení, ve kterém se rozhodne, zdali přistane, nebo ne.

Pokud se objeví závada, která naruší způsobilost RNP AR (např. ztráta GNSS, selhání A/P nebo F/D), je nutné postupovat podle nepředvídaných postupů, které jsou uvedeny v kapitole 4.1. *Contingency Missed Approach Procedure (RNP Capability Loss)* a které si posádka musí sdělit před zahájením přiblížení (viz 3.1. *Approach Briefing*).

Tato kapitola je rozdělena do dvou částí: meteorologické podmínky pro let za viditelnosti (VMC) a meteorologické podmínky pro let podle přístrojů (IMC), které se dělí podle dráhy v používání.

Pokud jsou podmínky VMC, dojde k závadě ovlivňující způsobilost RNP a pilot má vizuální kontakt s dráhou, který lze udržet až do přistání, je možné v přistání pokračovat dle vlastního uvážení.

Během přiblížení RNP AR APCH nebo LOC R na dráhu 26 za podmínek IMC je potřeba zvolit správný postup pro neočekávané okolnosti, jehož výběr zaleží na vzdálenosti letadla na trati od dálkoměrného zařízení (DME) OEV.

Pokud posádka ztratí navigační způsobilost RNP AR během postupu přiblížení LOC R na dráhu 26 před bodem vzdáleného 4.0 NM, musí přejít na konvenční přiblížení „Special LOC/DME EAST“ a pokračovat tímto přiblížením na přistání na dráhu 26, nebo provést nezdařené přiblížení uvedené na mapě tohoto přiblížení. Pokud posádka ztratí navigační způsobilost RNP AR po přelétnutí bodu vzdáleného 4.0 NM nebo během postupu nezdařeného přiblížení, musí provést postup nezdařeného přiblížení a postupovat podle instrukcí, které jsou popsány v této kapitole přílohy 3.

Pokud posádka ztratí navigační způsobilost RNP AR během postupu přiblížení RNP AR APCH na dráhu 26 před bodem vzdáleného 6.3 NM od zařízení OEV DME, může přejít na konvenční

⁸ Special LOC/DME EAST je postup konvenčního přiblížení LOC/DME se schválenými nižšími minimálními nadmořskými výškami pro klesání (MDA) přímo pro TVS v závislosti na variantě letadla, hmotnosti na přistání a teplotním rozdílu od ISA

přiblížení „Special LOC/DME EAST“ a pokračovat tímto přiblížením na přistání na dráhu 26, nebo provést nezdařené přiblížení uvedené na mapě tohoto přiblížení.

Pokud dojde ke ztrátě způsobilosti RNP AR mezi bodem vzdáleného 6.3 NM od OEV DME a bodem vzdáleného 2.5 NM od OEV DME, posádka musí provést postup nezdařeného přiblížení publikované na mapě přiblížení „Special LOC/DME EAST“.

Proč jsem zvolil vzdálenost 6.3 NM? Ve vzdálenosti 6.3 NM od OEV DME je letadlo ve výšce 4 400 stop (podle postupu „Special LOC/DME EAST“). Podle konvenčního postupu „Special LOC/DME EAST“ je pro TVS B737-800 NON-SFP s winglety, s jedním pracujícím motorem CFM56-26K a s přistávací hmotností 65 tun spočítán bod nezdařeného přiblížení ve vzdálenosti 2.3 NM od DME OEV, kde bude letadlo ve výšce 2 820 stop (Austro Control, 2016). Tím pádem mezi bodem nezdařeného přiblížení a bodem vzdáleného 6.3 NM od OEV DME je výškový rozdíl 1 580 stop. Tento výškový rozdíl je časově nedostatečný na to, aby posádka přemýšlela nad rozhodnutím, jestli provést přistání podle postupu konvenční navigace LOC/DME, nebo přerušit přiblížení a provést postup nezdařeného přiblížení. Tím pádem, pokud letadlo přeletí bod vzdálený 6.3 NM od OEV DME, posádka nepřemýšlí a v případě ztráty RNP způsobilosti, provede postup nezdařeného přiblížení podle postupu přiblížení LOC/DME.

Ztratí-li posádka RNP AR způsobilost po minutí bodu vzdáleného 2.5 NM od OEV DME bez vizuálního kontaktu s dráhou, musí ihned provést postup nezdařeného přiblížení a postupovat podle instrukcí, které jsou popsány v této kapitole přílohy 3. Proč jsem zvolil vzdálenost 2.5 NM od OEV DME? I když má TVS povolené letět až na vzdálenost 2.3 NM od OEV DME a poté provést postup nezdařeného přiblížení, zvolil jsem vzdálenost 2.5 NM kvůli toleranci, resp. časové prodlevě, která je způsobena zorientováním se posádky a zadáním letadlu povel pro stoupání.

Pokud letadlo s oběma pracujícími motory na maximální přistávací váze (MLW 65 tun) stoupá s průměrným gradientem 12.3 % (tento údaj jsem získal během konzultace této práce s panem Nováčkem v TVS, z programu Performance Engineering Tool (PET) od firmy Boeing), tak vzdálenost, kterou potřebuje na vystoupení z výšky MDA 2 820 stop do bezpečné výšky

nad terénem 11 500 stop AMSL (s tlakem QNH 1013 hPa⁹), činí 11,6 NM¹⁰. Dané letadlo tedy vystoupá do výšky 11 500 stop nad mořem (AMSL) daleko dříve, než dosáhne bodu vzdáleného 19 NM od PAT DME (viz příloha 3), a tím pádem si členové letové posádky nemusí dělat starosti o dostatečné vzdálenosti od terénu. Po tomto bodě následuje levá zatáčka na trať 058° s 25° náklonem, která je velmi nebezpečná, pokud letadlo není v dostatečně bezpečné výšce nad terénem, jelikož se zatáčka (skoro o 180°) provádí bez žádné navigační reference. Tímto výpočtem dokazuji, že letadlo bude v této fázi letu dostatečně vysoko nad terénem, a proto tento nepředvídaný postup hodnotím jako bezpečný.

Ztráta způsobilosti RNP AR během přiblížení RNP AR APCH na dráhu 08 za podmínek IMC vyžaduje zvolení postupu pro neočekávané okolnosti podle aktuální výšky letadla na trati. Tuto výšku jsem stanovil na 9 500 stop nad mořem, jelikož letadlo, které ztratí způsobilost RNP AR, musí stoupat do výšky 12 000 stop nad mořem (podle minimální sektorové výšky MSA ARP), což mu zabere vzdálenost necelé 3.5 NM (stejně podmínky stoupání jako v předešlém příkladu s gradientem 12.3 %). Podle obrázku 7 vidíme, že od bodu, ve kterém bude mít letadlo zhruba 9 500 stop AMSL do bodu s nejvyšší překážkou v okolí s výškou 9500 stop, resp. 5 010 stop nad mořem, je vzdálenost 8 NM, resp. 13 NM (údaje o výškách a vzdálenostech jsou získány z programu Google Earth Pro a z map v AIP letiště Innsbruck). Tím pádem výšku 12 000 stop nastoupá letadlo před vysokým terénem a není možné, aby došlo ke střetu s tímto terénem. Po minutí směrníku 106° k zařízení INN NDB, může letadlo letět přímo na RTT NDB v bezpečné výšce nad terénem. Dosah zařízení RTT NDB je podle informací z AIP letiště Innsbruck 40 NM – podle programu Google Earth Pro rádius 40 NM od RTT NDB dosáhne letadlo již před bodem WI 751, kterým prochází i směrník od INN NDB (viz obrázek 8).

Pokud je letadlo již pod výškou 9 500 stop nad mořem a dojde ke ztrátě způsobilosti RNP, musí postupovat podle instrukcí, které jsou v této kapitole v příloze 3 popsány. Jednoduše řečeno – letadlo musí stoupat a držet stávající kurz, po zachycení směrníku 106° od INN NDB pokračovat tímto směrníkem k letišti, kde zachytí signál od OEJ LOC, po kterém letí kurzem 066° a po minutí OEJ LOC pokračuje přímo k zařízení RTT NDB.

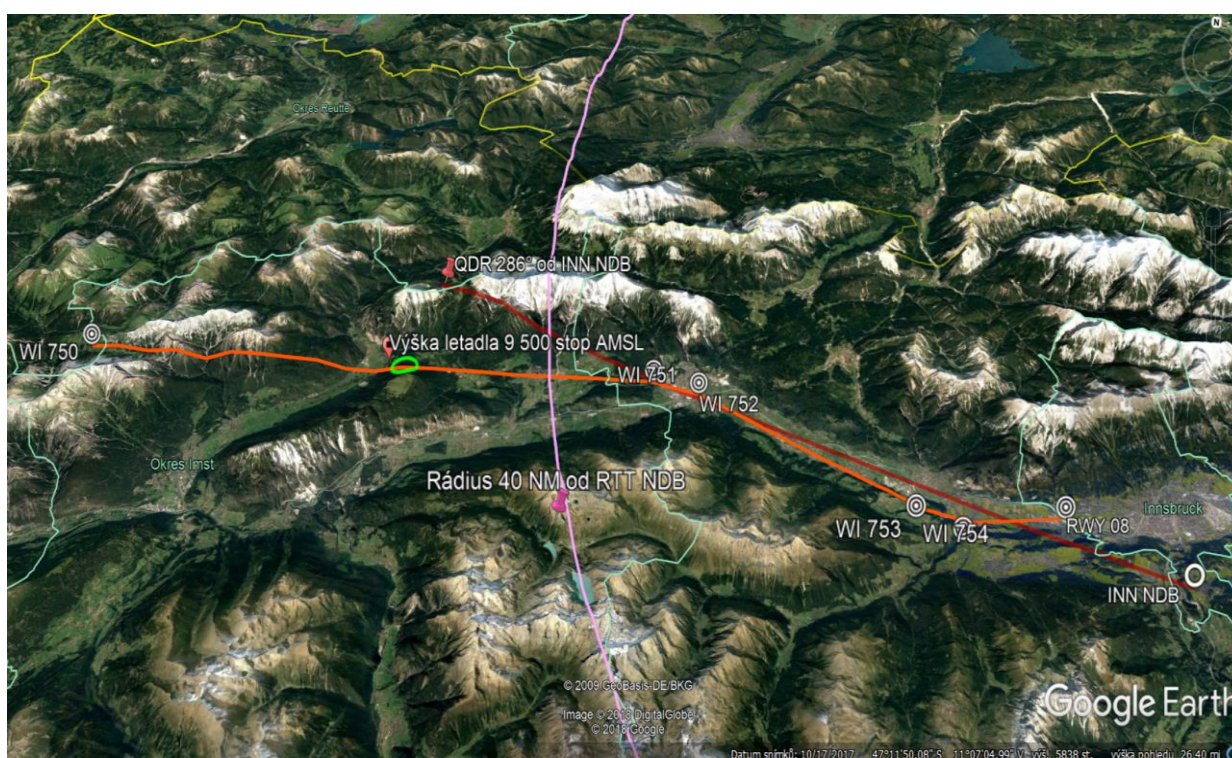
⁹ Pro zjednodušení jsem počítal s tlakem QNH 1013 hPa, s průměrným gradientem stoupání vůči zemi 12.3 % a bez účinku větru na trajektorii letadla

¹⁰ Letadlo musí vystoupat výšku 8680 stop (z výšky 2080 stop do výšky 11500 stop), převod 1 NM = 6076 stop → $8680:6076 = 1.429$ NM, gradient stoupání je 12.3% (stoupání o 0.123 NM na vzdálenost 1 NM) → trojčlenka (přímá úměrnost).

→ výsledek trojčlenky = 11.6 NM (vzdálenost, kterou letadlo urazí během vystoupaní výšky 8680 stop)



Obrázek 7: Naznačení nepředvídaného postupu RNAV(RNP) RWY 08 (výřez z (Austro Control, 2018))



Obrázek 6: Print screen postupu RNP AR APCH na dráhu 08 (oranžová barva) namodelovaného v programu Google Earth Pro¹¹ (vlastní)

¹¹ Veškeré body, které jsem do programu Google Earth Pro zanesl, jsem vložil pomocí souřadnic, které jsou k dispozici v AIP letiště Innsbruck a veškeré vzdálenosti jsem zakreslil pomocí nástroje „pravítko“, který umožňuje měření vzdálenosti mezi dvěma body na zemi v NM a kurzu ve stupních. Vysvětlivky k obrázku: tmavě červená čára = QDR 286° od INN NDB, oranžová trať = přiblížení RNP AR na dráhu 08, fialová kružnice = poloměr 40 NM od RTT NDB, zelené kolečko = místo, kde letadlo bude mít výšku 9 500 stop AMSL

Postup pro neočekávané okolnosti při ztrátě RNP AR způsobilosti během postupu nezdařeného přiblížení je také popsán instrukcemi v této kapitole. Tyto instrukce jsou velmi podobné instrukcím popsané v odstavci výše.

Provozovatel musí nechat zhotovit mapu (dodavatel map je například Jeppesen) nepředvídaných postupů odpovídající kapitole 4.1. *Contingency Missed Approach Procedure (RNP Capability Loss)* uvedené v příloze 3 a dát k dispozici posádkám před letem.

V příloze 3 v posledních dvou kapitolách 5. *Reportable Events* a 6. *RNP Monitoring Programme*, se píše o událostech podléhající hlášení, které musí každá posádka podat, pokud dojde k nečekaným chybám v systému, a o programu sledování RNP, který je popsán v kapitole D. Program sledování RNP.

B. Návrh provozní příručky (část D)

Návrh provozní příručky (OM) části D určený pro výcvik pilotů na postup RNP AR APCH je uveden v **příloze 2**.

Příloha 2 začíná úvodní kapitolou 1. *Training Purpose*, která popisuje, že tento postup je určen konkrétně pro letiště v Innsbrucku a že všichni piloti, kteří budou provozovat tento druh přiblížení musí projít výcvikem na RNP AR APCH, který zahrnuje pozemní přípravu (viz výše v podkapitole i. Pozemní příprava), výcvik na simulátoru FSTD (viz výše v podkapitole ii. Výcvik na simulátoru FSTD), a po úspěšném provedení přezkoušení tak získat oprávnění RNP AR APCH do Innsbrucku.

Kapitola následující popisuje požadavky, které pilot musí splnit, aby mohl být zařazený do tohoto výcviku. Piloti, kteří podstoupí tento výcvik musí být zkušení s minimálním náletem 1000 hodin na daném typu letadla na pozici kapitána nebo na pozici prvního důstojníka (nálet nelze kombinovat jako např. 500 hodin jako kapitán a 500 hodin jako první důstojník). Další požadavek na pilota, který podstoupí výcvik RNP AR APCH, je mít ICAO angličtinu úrovní 5 nebo 6 a být držitelem letištní kvalifikaci na Innsbruck. Letiště Innsbruck spadá do letišť kategorie C, tím pádem pilot musí projít dodatečným výcvikem, jehož požadavky jsou specifikovány v AIP letiště Innsbruck. (požadavek společnosti Travel Service, a. s.)

Kapitola 3, *Credit for Previous Experience*, hovoří o zkrácení výuky a započítání předchozích zkušeností pilotů s daným provozem. U člena letové posádky, který je již držitelem oprávnění provozovat RNP AR APCH u provozovatele TVS a přechází na jinou typovou kvalifikaci letadla,

je možné zkrátit teoretickou výuku z důvodu již získaných zkušeností s tímto postupem. Pokud člen letové posádky přechází pouze na jinou variantu letadla, na kterém získal praxi s tímto postupem, neprovádí znovu počáteční výcvik, ale podstoupí pouze opakovací výcvik. V tomto případě musí provozovatel zajistit dodatečnou výuku, která zahrnuje rozdíly a podobnosti ve variantách letadel, požadované vybavení letadlo pro provoz RNP AR APCH, navigační systémy, FMS, palubní systém sledování výkonnosti a varování, charakteristiky postupu, provozní postupy včetně nepředvídaných postupů a postupy při selhání motoru.

Člen letové posádky, který je držitelem oprávnění provozovat RNP AR APCH, které získal v minulém zaměstnání, nemusí procházet celou teoretickou výukou, ale pouze zkrácenou z důvodu již získaných zkušeností s tímto postupem. I když předpis dovoluje snížit i celkový počet hodin výcviku na simulátoru, tak z důvodu náročnosti postupu RNP AR APCH na letišti Innsbruck k tomuto snížení nedojde, a pilot, kterému je umožněno započítání předchozích zkušeností, musí na simulátoru odlétat stejný počet hodin jako pilot začínající s tímto postupem přiblížení.

U provozovatele TVS se jedná o první schválené letiště s RNP AR APCH postupem, je ale pravděpodobné, že další letiště s tímto provozem budou následovat. Tím pádem výcvik postupu RNP AR APCH může být redukován pro další případná letiště. Piloti, pro které je postup nový, absolvují úplný výcvikový program na jedno letiště a na další letiště již redukováný výcvik. Piloti, kteří zahájí výcvik na jiné v budoucnu schválené letiště a již mají klasifikaci RNP AR APCH na letišti v Innsbrucku, podstoupí pouze výcvik na simulátoru FSTD s časově méně náročnou teoretickou výukou.

Časovým vymezením na výcvik postupu RNP AR APCH, který je uvedený v kapitole 4. *Time Scale*, jsem se inspiroval z TVS výcviku provozu za podmínek nízké dohlednosti (LVO), který by mohl rozsahově odpovídat výcviku RNP AR APCH vzhledem k podobné komplexnosti provozu. Počáteční i zkrácený výcvik na FSTD jsem určil na tři hodiny. Opakovací výcvik jsem určil o hodinu méně, jelikož není nutné letět všechny situace uvedené v 6.1. *FSTD Syllabus*, nýbrž jen situace zahrnující nepředvídané postupy, úseky RF, postupy nezdařeného přiblížení a selhání motoru. Časovou náročnost si může provozovatel TVS následně upravit dle svých vlastních zkušeností a potřeb. Opakovací výcvik je uveden v kapitole 8. *Recurrent Training*, kde je zmíněno 6 scénářů obsahující plné přistání, ztrátu GNSS během přiblížení a během nezdařeného přiblížení, ztrátu FMC s nezdařeným přiblížením, selhání F/D během úseku RF s vizuálním kontaktem dráhy a následným přistáním, přiblížení bez vizuálního kontaktu dráhy v DA/H s následným postupem nezdařeného přiblížení, během kterého selže jeden motor.

Jednou z hlavních částí výcviku pilotů na přiblížení RNP AR APCH je kapitola 6.1. *FSTD Syllabus*, kde je uveden scénář všech cvičení na simulátoru. Tyto cvičení se rozdělují do třech částí:

- a) RWY 08 (RNP 0.30);
- b) RWY 26 (RNP 0.30);
- c) RWY 26 (RNP 0.15); a
- d) RWY 26 (LOC R).

V těchto částech jsou uvedeny konkrétní situace, které instruktor nastaví pro piloty procházející výcvikem. Situace obsahují údaje o prvotní poloze letadla, o počasí, o možné závadě nebo nedostatku a o konečném úsudku pilotů. Tyto konkrétní situace odpovídají obecným požadavkům, které jsou uvedeny na začátku kapitoly 6. *FSTD Training* a postupům pro RNP AR APCH na letišti Innsbruck (viz příloha 3). Obecné požadavky na FSTD výcvik jsou také uvedeny v kapitole V. - C. Výcvik členů letové posádky.

Scénář určený pro FSTD výcvik na postup RNP AR APCH na letišti Innsbruck (6.1. *FSTD Syllabus*) obsahuje tyto situace rozprostřené do všech výše zmíněných postupů:

1. celá přiblížení s úplným přistáním,
2. závady nebo nedostatek vybavení před zahájením přiblížení RNP AR,
3. závady během postupu přiblížení s vizuálním kontaktem s dráhou a následným přistáním,
4. závady během postupu přiblížení bez vizuálního kontaktu s dráhou a s následným postupem pro neočekávané okolnosti,
5. závady během postupu nezdařeného přiblížení a následný přechod na postup pro neočekávané okolnosti,
6. žádný vizuální kontakt s dráhou ve výšce rozhodnutí a následný postup nezdařeného přiblížení RNP AR,
7. selhání levého motoru během druhého úseku RF během přiblížení na dráhu 08 – zvolil jsem selhání levého motoru v tomto místě přiblížení, jelikož letadlo je právě v levém náklonu zatáčky RF a na levé straně 1.5 námořní míle od tratě je stoupající pohoří až do výšky 6 300 stop nad mořem (údaje o vzdálenostech a výškách jsou získány z programu Google Earth Pro) a naše letadlo se v této fázi nachází zhruba

také v 6 300 stop nad mořem¹². Za počasí jsem zvolil pravý boční vítr o rychlosti 5 uzlů a let v mraku,

8. selhání motoru během postupu nezdařeného přiblížení po aktivaci TOGA
9. situaci, kdy teplota okolí je nižší než teplotní minimum pro provoz RNP AR APCH a posádka tak nesmí pokračovat v tomto postupu přiblížení.

Je důležité, aby posádka během výcviku trénovala především stresově náročné situace, a proto většina scénářů končí postupem nezdařeného přiblížení nebo postupem pro nepředvídané okolnosti. Nepředvídané postupy jsou uvedeny v příloze 3 (4. *Contingency Procedures*).

Zkouška z teoretických znalostí a zkouška s examinátorem na FSTD je nutností pro zakončení výcviku. Pilot musí být přezkoušen na FSTD examinátorem typové kvalifikace (TRE).

Pokud pilot úspěšně projde těmito zkouškami, je mu udělena RNP AR APCH kvalifikace na letišti Innsbruck.

Oddělení provozního dispečinku a oddělení pro plánování a řízení letů ve společnosti TVS, musí být během podzimního výcviku jednou za rok proškoleni na specifika tohoto druhu provozu (viz. kapitola IV.B.vi. Školení dispečerů a personálu plánující lety).

¹² 29.1NM od THR 08...FAP, 11.5NM od THR 08...závada motoru, $29.1 - 11.5 = 17.6$ NM (vzdálenost od bodu FAP do bodu selhání motoru), gradient klesání je 6.3% (klesání o 0.063NM na vzdálenost 1NM) → trojčlenka (přímá úměrnost).

výsledek trojčlenky = 1.1088 NM, převod 1 NM=6076 stop → $1.1088 \cdot 6076 = 6737$ stop (výška, kterou sklesáme do bodu se závadou motoru)

Výška v bodě FAP = 13000 stop → $13000 - 6737 = 6263$ stop je výška v bodě závady motoru

VII. SCHVALOVACÍ PROCES POSTUPU RNP AR APCH V ČESKÉ REPUBLICE A V RAKOUSKU

A. Požadavky na schválení postupu RNP AR APCH pro ÚCL

Podle části SPA.PBN.105 „Oprávnění k provozu PBN“ je nutné, aby provozovatel doložil následující položky:

- a) příslušné schválení letové způsobilosti uvedené v letové příručce (AFM);
- b) zavedený program pro výcvik členů letové posádky a personálu, který se podílí na přípravě letu;
- c) posouzení bezpečnosti;
- d) příslušné provozní postupy, které stanoví:
 - vybavení na palubě, seznam minimálního vybavení MEL;
 - normální, mimořádné a nepředvídané postupy; a
 - řízení elektronických navigačních údajů.
- e) seznam událostí podléhajících hlášení; a
- f) program monitorování RNP pro provoz RNP AR APCH. (cit. nařízení 2016 1199 CS SPA)

B. Požadavky na schválení RNP AR APCH pro Austro Control

Aby společnost TVS mohla provozovat postup přiblížení RNAV (RNP) na dráhu 26 (RNP 0.3 a RNP 0.15), postup přiblížení RNAV (RNP) Z na dráhu 08 (RNP 0.3), RNAV (RNP) zvláštní postupy pro odlet z dráhy 26 a postup přiblížení LOC R na dráhu 26 na letišti v Innsbrucku musí poslat žádost na Austro Control, která bude obsahovat:

- typ letadla
- typ FMS a certifikace
- mapy pro přiblížení podle přístrojů
- výcvik letové posádky na normální a nepředvídané postupy
- změny v dokumentaci, které byly způsobeny zavedením provozu RNP AR APCH (OM, MEL)
- datový soubor postupů kódovaný v ARINC 424

- risk analýzu odkazující se na normální a nepředvídané postupy z hlediska přesnosti, integrity, kontinuity a dostupnosti
- kopii písemného schválení provozu RNP AR APCH od národního úřadu (ÚCL). (Austro Control, 2018)

Další požadavky, které provozovatel musí zajistit pro Austro Control:

- vybavení:
2×FMS se způsobilostí RNP ≤ 0.3 NM a schopností provést trať RF pomocí ARINC 424
2×GNSS a nejméně jedna jednotka IRU
- aktualizace dat pomocí DME/DME nebo VOR/DME není povoleno pro postup LOC R (pro RNP AR APCH navíc není povolena aktualizace dat pomocí LOC)
- funkce RNP AR APCH podle EASA AMC 20-26 a AMC & GM k Annexu V (část SPA)
- vytvoření nepředvídaných postupů – selhání RNP způsobilosti
- typy tratí kódované ve standardu ARINC 424 – IF, TF, RF a HM
- všechny přiblížení musí být provedeny se všemi pracujícími motory
- EGPWS musí být funkční před zahájením přiblížení
- pokud dojde k selhání jedné z funkcí uvedených výše během přiblížení, musí být zahájen nepředvídaný postup. (Austro Control, 2018) (E. Wieser, osobní e-mailová komunikace, 13.srpen 2018)

VIII. ZÁVĚR

Hlavním cílem této práce bylo zpracovat požadavky, které Úřad pro civilní letectví v České republice a Austro Control v Rakousku vyžaduje pro schválení provozu RNP AR APCH na letišti v Innsbrucku pro společnost Travel Service, a. s. Mezi vypracované požadavky na schválení provozu RNP AR APCH patří požadavky na způsobilost letadla, povinné vybavení letadla a požadavky funkcí, dále výcvikový program pro členy letové posádky, upravené provozní příručky a posouzení provozních rizik. Požadavky, které společnost Travel Service, a. s. doloží a které byly v rámci této práce vypracovány, jsou uvedeny v přílohách 1-4.

Teoretická část této bakalářské práce by měla čtenáři poskytnout základní přehled o navigační specifikaci RNP AR APCH, její výhody, provozní kritéria a schvalovací proces tohoto druhu provozu. V práci bylo také představeno samotné letiště Innsbruck se zaměřením na okolní terén, lokální aspekty počasí, odlety z letiště, druhy přiblížení a jejich srovnání.

Oproti jiným postupům přiblížení v Innsbrucku má postup přiblížení RNP AR APCH nižší výšky rozhodnutí, tím pádem plánování letu může proběhnout i za nepříznivého počasí (nízká oblačnost, mlhy apod.), zároveň klesne počet nezdařených přiblížení a počet divertování na jiná letiště, s čímž společnost ušetří palivo a zvýší komfort cestujícím. S tímto provozem se rovněž zvýší bezpečnost díky volbě přistávací dráhy bez složky zadního větru, obzvláště při fénových podmínkách.

Díky těmto poznatkům lze s jistotou říci, že postup přiblížení RNP AR APCH, resp. postup přiblížení LOC R by se vyplatil nejen společnosti Travel Service, a. s., ale i jiným leteckým společnostem provozující lety do Innsbrucku.

Během vytváření provozních postupů a výcvikového programu pro členy letové posádky, získal autor mnoho nových vědomostí z oboru dopravního létání, ze kterých se může poučit a využít je v budoucí praxi.

IX. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Austro Control. (9. Září 2016). *Travel Service - Special LOC/DME procedure east*. Rakousko: Austro Control.

Austro Control. (Únor 2018). *eaip.austrocontrol.at*. Načteno z https://eaip.austrocontrol.at/lo/180302/PART_3/AD_2/PRI/AD_2_LOWI/LO_AD_2_LOWI_en.pdf

BCAG Engineering - NAV/GUID/PERF. (5. Leden 2018). *RNP CAPABILITY OF FMC EQUIPPED 737, GENERATION 3*. Boeing.

Boeing. (2018a). *737 NG/MAX Flight Crew Training Manual*. Seattle: Boeing.

Boeing. (2018b). *737-700/-800/-900ER Flight Crew Operations Manual Travel Service, a.s.* Seattle: Boeing.

EASA. (23. Prosinec 2009). *AMC 20-26 Airworthiness Approval and Operational Criteria for RNP Authorisation Required (RNP AR) Operations*. Načteno z www.easa.europa.eu: <https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/agency-measures-docs-agency-decisions-2009-2009-019-R-Annex-II---AMC-20-26.pdf>

EASA. (Březen 2018a). *Commission Regulation (EU) No 965/2012 on air operations and related EASA Decisions*. Načteno z www.easa.europa.eu: https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/Air%20OPS%20965-2012_Rev.11_July%202018.pdf

EASA. (Únor 2018b). *Notice of Proposed Amendment 2018-02*. Načteno z www.easa.europa.eu: <https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/NPA%202018-02.pdf>

EUROCONTROL. (Leden 2013). *Introducing Performance Based Navigation (PBN) and Advanced RNP (A-RNP)*. EUROCONTROL.

Evropská komise . (22. Březen 2017). *Nařízení Komise (EU) č. 965/2012*. Načteno z www.eur-lex.europa.cz: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:02012R0965-20170322&from=EN>

Hafid, B. E., & Airbus, P. (23. Září 2015). *ICAO AFI/MID ASBU Implementation Workshop. PBN Implementation from Industry perspective*. Cairo.

- ICAO. (2006). *Doc 8168 PANS: Air OPS Volume 1*. ICAO.
- ICAO. (2008). *Performance-based Navigation (PBN) Manual 3th Ed*. Montréal: International Civil Organization.
- ICAO. (2009). *Doc 9905, Required Navigation Performance Authorization Required (RNP AR) Procedure Design Manual*. Montréal: ICAO.
- ICAO. (Červen 2013a). *Introduction to Navigation Specifications*. Načteno z www.icao.int:
<https://www.icao.int/safety/pbn/Seminar%20Material/Montreal,%20Canada%2013-15%20June%202007/A.2.pdf>
- ICAO. (13. Červen 2013b). *Development and Validation of Procedures*. Načteno z www.icao.int:
<https://www.icao.int/safety/pbn/Seminar%20Material/Montreal,%20Canada%2013-15%20June%202007/D.3.pdf>
- ICAO. (2013c). *Performance-based Navigation (PBN) Manual 4th Ed*. Montréal: International Civil Organization.
- ICAO. (2015). *Area Navigation (RNAV) to Required Navigation Performance (RNP) Instrument Approach Chart Depiction*. Montréal: International Civil Aviation Organization.
- Ing. František Vlček. (25. 3 2013). Poradní materiál k požadavku ORO.GEN.200 systém řízení. *Směrnice CAA-FOD-01/2013*. Praha, Česká republika: ÚCL.
- Jeppesen. (2018). *support.jeppesen*. Načteno z Jeppesen:
https://support.jeppesen.com/jeppdox/lib/view_attachment.php?id=306_2AzM8ZGZw9ibvIGdhNWasBHchxnZkBnL0J3bwVmUg0USBJFIBBib1JFivRFI39GS
- Jeppesen Sanderson, INC. (20. Říjen 2017). Jeppesen Airway Manual - LOWI. *JeppView for Windows*.
- Neznámý. (30. 1 2018). *Galileo is the European global satellite-based navigation system*. Načteno z GSA: <https://www.gsa.europa.eu/european-gnss/galileo/galileo-european-global-satellite-based-navigation-system>

X. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Splnění požadavků na způsobilost letadla

Příloha 2 – Výcvik členů letové posádky

Příloha 3 – Provozní postupy RNP AR APCH

Příloha 4 – Risk analýza