



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ

Bc. Kateřina Machula Půlpánová

**ANALÝZA IMPLEMENTACE PBN PŘIBLÍŽENÍ
PRO GA NA NEPŘÍSTROJOVÝCH DRAHÁCH**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Studijní program: Technika a technologie v dopravě a spojích

Studijní obor: Provoz a řízení letecké dopravy

Vedoucí práce: doc. Ing. Jakub KRAUS, Ph.D.

Ing. Tomáš DUŠA, Ph.D.

2020

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

děkan

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



K621Ústav letecké dopravy

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Kateřina Půlpánová

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – PL – Provoz a řízení letecké dopravy

Název tématu (česky): **Analýza implementace PBN přiblížení pro GA na nepřístrojových drahách**

Název tématu (anglicky): **Analysis of PBN Approach Implementation at Non-Instrument Runways for GA**

Zásady pro vypracování

Při zpracování diplomové práce se řiďte následujícími pokyny:

- Cílem práce je posouzení možností a nalezení vhodného řešení zavedení PBN přiblížení pro všeobecné letectví na nepřístrojových drahách v České republice
- Popis konceptu PBN přiblížení - teoretický úvod
- Analýza současného stavu problematiky v ČR a v zahraničí
- Analýza provozní bezpečnosti přístrojového přiblížení na nepřístrojových drahách
- Návrh změn pro zajištění přístrojového přiblížení na nepřístrojových drahách
- Zhodnocení navrhnutého řešení

- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího diplomové práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: GROVES, P. D. Principles of GNSS, Inertial, and Multisensor Integrated Navigation Systems. 1st ed. Norwood: Artech House, 2008.
ICAO. Doc 9849 : Global Navigation Satellite System Manual
ICAO. Doc 9613: Performance-based Navigation Manual

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Jakub Kraus, Ph.D.**
Ing. Tomáš Duša, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: **17. července 2019**
(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 diplomové práce: **18. května 2020**
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



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



doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.



Bc. Kateřina Půlpánová
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 17. července 2019

PODĚKOVÁNÍ

Chtěla bych poděkovat svým vedoucím práce, panu doc. Ing. Jakubu Krausovi, Ph.D., za jeho trpělivost, vstřícnost a obětavý přístup při psaní této práce a panu Ing. Tomáši Dušovi, Ph.D. za konzultace a poskytnuté materiály kdykoliv a kdekoliv.

Dále bych chtěla poděkovat Úřadu pro civilní letectví za velmi vstřícný přístup a konzultace, které mi byly poskytnuty Sekcí provozní.

A na závěr bych chtěla poděkovat své rodině, která mi po celou dobu studia byla oporou a bez jejich podpory by tato práce nikdy nevznikla.

PROHLÁŠENÍ

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

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně, a že jsem uvedla 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 10. 8. 2020


podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ

**ANALÝZA IMPLEMENTACE PBN PŘIBLÍŽENÍ PRO GA NA
NEPŘÍSTROJOVÝCH DRAHÁCH**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

srpen 2020

Bc. Kateřina Machula Půlpánová

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá implementačním procesem, analýzou současných regulačních scénářů a možnosti dosažení implementace PBN (Performance Based Navigation) přiblížení pro všeobecné letectví (GA) na nepřístrojové dráhy v České republice. Po zanalyzování současného stavu v České republice a v zahraničí, jsou uvedeny provozní analýzy bezpečnosti přístrojového přiblížení na nepřístrojové dráhy při současném znění předpisů řady L. Z analýzy implementací PBN přiblížení v zahraničí vyplývají návrhy změn pro zajištění PBN přiblížení na nepřístrojových drahách. V poslední kapitole je zhodnocení navrženého řešení a předpokládaný budoucí vývoj pro Českou republiku.

ABSTRACT

This diploma thesis deals with the implementation process, analysis of current regulatory scenarios, and the possibility of achieving the implementation of PBN (Performance Based Navigation) Approach for General Aviation (GA) at Non-Instrument Runways in the Czech Republic. An operational analysis of the safety of Instrument Approaches to Non-Instrument Runways is performed with the current wording of L-series Regulations after analyzing the current situation in the Czech Republic and abroad. The last chapter evaluates the proposed solution and the expected future development for the Czech Republic.

KLÍČOVÁ SLOVA

PBN, RNAV, RNP, GNSS, navigační výkonnost, nepřístrojová dráha, ATZ, RMZ, výcvik, AFIS, vzdušný prostor třídy G, letiště, EGNOS, meteorologické podmínky, mitigační procesy, implementační plán

KEY WORDS

PBN, RNAV, RNP, GNSS, Navigational Performance, Non-Insturment Runway, ATZ, RMZ, Training, AFIS, Airspace class G, Aerodrome, EGNOS, meteorological conditions, Mitigation Procedures, Implementation Plan

Obsah

Obsah	4
Seznam zkratk.....	7
Seznam obrázků	11
Seznam tabulek.....	12
1. Úvod.....	13
2. Koncept PBN přiblížení	14
2.1. Historie PBN.....	14
2.2. Prostorová navigace (RNAV)	17
2.3. Navigace založená na výkonnosti (PBN).....	18
2.3.1. Navigační specifikace.....	19
2.3.2. Navigační infrastruktura	29
2.3.3. Navigační aplikace	29
2.3.4. Budoucí rozvoj	30
3. Analýza současného stavu problematiky v ČR a v zahraničí	31
3.1. Single European Sky (SES)	31
Cíle návrhu SES.....	31
Implementace SES.....	31
3.2. Single European Sky ATM Research (SESAR)	32
3.3. Mezinárodní legislativa.....	32
3.4. Národní legislativa.....	36
3.4.1. Letecký předpis L2 – Pravidla létání.....	36
3.4.2. Letecký předpis L3 – Meteorologie.....	36
3.4.3. Letecký předpis L4 – Letecké mapy	37
3.4.4. Letecký předpis L10 – O civilní letecké telekomunikační službě.....	37
3.4.5. Letecký předpis L11 – Letové provozní služby	38
3.4.5.1. Letecký předpis L 11, Dodatek N – Letištní letová informační služba (AFIS).....	38
3.4.6. Letecký předpis L 14 - Letiště.....	39
3.4.7. Letecký předpis L 4444 – Postupy pro letové navigační služby, uspořádání letového provozu	40
3.4.8. Letecký předpis L 8168/I – Provoz letadel – Letové postupy	41
3.5. Země, kde jsou zavedeny PBN postupy pro přístrojové přiblížení pro GA.....	42
3.5.1. Německo.....	42
3.5.2. Francie.....	44
3.5.3. Švýcarsko	45
3.5.4. Velká Británie.....	47
3.5.5. Nový Zéland.....	48
3.5.6. Spojené státy americké	50

3.6.	Shrnutí kapitoly 3 – Analýza současného stavu v ČR a v zahraničí	51
4.	Analýza provozní bezpečnosti přístrojového přiblížení na nepřístrojových drahách	52
4.1.	Díličí charakteristiky bezpečnosti provedení letu	52
	Dráha (RWY).....	52
	Světla	52
	Stanoviště řídicího letového provozu, dispečera AFIS a dispečera RADIO	52
	Palubní přijímač GNSS.....	52
	Minima	53
	Úkony	53
4.2	Aplikace vybraných analýz na bezpečnost provedení přístrojových postupů v neřízeném prostoru a na nepřístrojovou dráhu	53
4.2.1	Fault Hazard Analysis (FHA) a Preliminary Safety Analysis (PSSA).....	55
4.2.2	Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)	64
4.3	Shrnutí kapitoly 4 – Analýza provozní bezpečnosti přístrojového přiblížení na nepřístrojových drahách.....	70
5.	Návrh změn pro zajištění přístrojového přiblížení na nepřístrojových drahách.....	71
5.1.	Koncepční návrh pro Českou republiku	71
5.2.	Národní legislativa.....	72
5.2.1.	L2 – Pravidla létání	72
5.2.2.	L 4444 – Postupy pro letové navigační služby, uspořádání letového provozu .	74
5.2.3.	L 14 – Letiště.....	74
5.3.	Pilotní výcvik a kvalifikace PBN.....	75
5.3.1.	Návrh osnovy pilotního výcviku pro získání kvalifikace PBN.....	75
5.4.	Letecké systémy	78
5.4.1.	TC (Type Certificate)	78
5.4.2.	STC (Supplemental Type Certificate)	78
5.4.3.	Avionika dle standardů jiných států	78
5.4.4.	Požadavky na parametry avioniky	78
5.5.	Letiště	80
5.5.1.	Ostatní personál.....	82
5.6.	AFIS.....	82
5.7.	Vzdušný prostor	87
5.7.1.	Frekvence UNICOM.....	88
5.8.	EGNOS NOTAM	88
5.9.	Meteorologické informace podporující PBN přiblížení	91
6.	Zhodnocení navrženého řešení – budoucnost.....	92
6.1.	Mapové podklady k přístrojovému přiblížení s podporou GNSS	93
6.2.	Mitigační procesy	93

6.3.	Implementační a racionalizační plán PBN na nepřístrojové dráhy – národní úroveň	95
6.4.	Implementační a racionalizační plán PBN na nepřístrojové dráhy – lokální úroveň	97
6.4.1.	Proces pozemního ověření.....	97
6.4.2.	Proces letového ověření.....	101
6.5.	Ekonomický návrh implementace PBN na nepřístrojovou dráhu	101
6.5.1.	Změna typu provozu z VFR den na VFR noc	101
6.5.2.	Požizovací náklady	102
6.5.3.	Fixní měsíční náklady	105
6.6.	Návrh sítě letišť se zavedeným přístrojovým přiblížením na nepřístrojové dráhy ..	105
7.	Závěr.....	110
	Zdroje.....	113
	Seznam příloh	120
	Příloha č. 1	121
	a) Mapa letiště LSZG.....	121
	b) Mapa Přístrojového přiblížení a bodů RNAV (GNSS) RWY 25 LSZG.....	122
	Příloha č. 2	123
	c) Mapa letiště NZKK	123
	d) Mapa RNAV (GNSS) NZKK	124
	Příloha č. 3	126
	e) Mapa přístrojového přiblížení a bodů RNAV (GNSS) EDME [53]	126
	Příloha č. 4	127
	f) Mapa letiště LFEG.....	127
	g) Mapa přístrojového přiblížení a bodů RNAV (GNSS) LFEG	128
	Příloha č. 5	130
	h) Mapa přístrojového přiblížení a bodů RNAV (GPS) KTZV	130
	Příloha č. 6	132
	i) Mapa letiště LFAY	132
	j) Mapa přístrojového přiblížení a bodů RNAV (GNSS) LFAY.....	133

Seznam zkratek

Zkratka	Význam	Překlad
ADF	Automatic Directional Finder	Automatický radiokompas
AFIS	Aerodrome Flight Information Service	Letištní letová informační služba
AFPL	Active Flight Plan	Aktivní letový plán
AIC	Aeronautical Information Circular	Letecký oběžník
AIM	Aeronautical Information Manual	Správa leteckých komunikací
AIP	Aeronautical Information Publication	Letecká informační příručka
AIS	Aeronautical Information Management	Správa leteckých služeb
AMC	EASA Certificate Memorandum	Přijatelné způsoby průkazu (EASA)
ANS	Air Navigation Services	Služba řízení letového provozu
AOC	Air Operator's Certificate	Oprávnění leteckého provozovatele
APAPI	Abbreviated Precision Approach Path Indicator	Zkrácená světelná sestupová soustava pro vizuální přiblížení
ASM	Airspace Management	Uspořádání vzdušného provozu
ATC	Air Traffic Control	Řízení letového provozu
ATCO	Air Traffic Controllers	Řídící letového provozu
ATM	Air Traffic Management	Uspořádání toku letového provozu
ATM	Air Traffic Management	Řízení letového provozu
ATO	Approved Training Organisation	Schválená výcviková organizace
ATS	Air Traffic Services	Letecká informační služba
ATZ	Aerodrome Traffic Zone	Letištní provozní zóna
CAT	Category Operation	Kategorizace přiblížení a přistání
CDFA	Continuous Descent Final Approach	Ustálené kontinuální klesání v konečné fázi přiblížení
CTR	Control Zone	Řízený okresek
CWY	Clear Way	Předpolí
ČR	Czech Republic	Česká republika
D	Dangerous	Nebezpečný prostor
DA	Decision Altitude	Výška rozhodnutí
DME	Distance Measuring Equipment	Měřič vzdálenosti

DOC	Document	Dokument
DTO	Declared Training Organisation	Deklarovaná výcviková organizace
EASA	European Union Aviation Safety Agency	Evropská agentura pro bezpečnost letectví
EGNOS	European Geostacionary Navigation Overlay Service	Evropská geostacionární navigační satelitní služba
ENR	EN-route	Trať
EU	European Union	Evropská Unie
FAA	Federal Aviation Administration	Letecký úřad v USA
FCL	Flight Crew Licensing	Letecký personál
FHA	Functional Hazard Assessment	Funkční analýza rizik
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis	Analýza možného výskytu a vlivu vad
FTE	Flight Technical Error	Letově technická chyba
GA	General Aviation	Všeobecné letectví
GALILEO	Galileo	Evropský autonomní družicový polohový systém
GBAS	Ground Based Augmentation System	Pozemní rozšiřující systém GNSS
GLONASS	Global Navigation Satellite System	Globální družicový polohový systém
GNSS	Global Navigation Satellite System	Globální systém satelitní navigace
GPS	Global Positioning System	Globální systém určení polohy
GSA	European GNSS Agency	Evropská GNSS agentura
IAC	Instrument Approach Chart	Mapa přiblížení podle přístrojů
IAS	Indicated Air Speed	Indikovaná vzdušná rychlost
ICAO	International Civil Aviation Organisation	Mezinárodní organizace pro civilní letectví
IFP	Instrumental Flight Procedures	Letové postupy pro přístrojové létání
ILS	Instrument Landing System	Systém pro přesné přiblížení a přistání
IMCR	Instrument Meteorological Conditions Rating	Kvalifikace pro podmínky pro let podle přístrojů

INS	Inertial Navigation Systems	Inerciální navigační systémy
IR	Instrument Rating	Přístrojová doložka
IZS	Integrovaný záchranný systém	Integrated Rescue Systém
LAAS	Local-area Augmentation System	Lokální rozšiřující systém GBAS
LDA	Landing Distance Available	Délka přistání
LNAV	Lateral navigation	Laterální navigace
LORAN	Longe Range Navigation	Navigační systém Loran
LP	Localizer Performance	Výkonnost směrového majáku
LPV	Localizer Performance with Vertical Guidance	Výkonnost směrového majáku s vertikálním vedením
MDA	Minimum Descent Altitude	Minimální nadmořská výška pro klesání
MDH	Minimum Descent Height	Minimální výška pro klesání
MLS	Microvawe Landing System	Mikrovlnný systém pro přesné přiblížení a přistání
MPLW	Maximum Payload Weight	Maximum platícího zatížení
MTOW	Maximum Take Off Weight	Maximální vzletová hmotnost
NAVAID	Navigational Aid	Navigační infrastruktura
NDB	Non-directional Beacon	Nesměrový radiomaják
NPA	Non-precision Approach	Nepřesné přístrojové přiblížení
NSE	Navigation System Error	Chyba navigačního systému
OFZ	Obstacle Free Zone	Bezpečnostní prostor
P	Prohibited Area	Zakázaný prostor
PA	Precision Approach	Přesné přiblížení
PAPI	Precision Approach Path Indicator	Světelná sestupová soustava pro vizuální přiblížení
PANS-OPS	Procedures for Air Navigation Services – Aircraft Operations	Pravidla pro vytváření procedur pro přístrojové přílety a odlety
PBN	Performance Based Navigation	Výkonnostní navigace
PDE	Path Definition Error	Chyba definice letové cesty
PEE	Positioning Estimation Error	Chyba předpokládané polohy letadla
PIC	Pilot in Command	Velitel letadla
PSE	Path Steering Error	Kurzová chyba autopilota
RAIM	Receiver Autonomous Integrity Monitoring	Autonomní monitorování integrity přijímače

RF	Radius to fix	zatáčky s konstantním poloměrem typu RF
RMT	Rule Making Task	
RMZ	Radio Mandatory Zone	Oblast s povinným rádiovým spojením
RNAV	Area Navigation	Prostorová navigace
RNP	Required Navigation Performance	požadovaná navigační výkonnost
RVR	Runway Visibility Range	Dráhová dohlednost
RWY	Runway	Dráha
ŘLP	Air Navigational Services	Řízení letového provozu
SBAS	Satellite Based Augmentation System	Satelitní rozšiřující systém GNSS
SID	Standard Instrument Departure	Standardní přístrojový odlet
SMS	Safety Management System	Systém řízení provozní bezpečnosti
STAR	Standard Arrival Route	Standardní přístrojový přílet
STC	Supplement Type Certificate	Doplňkové typové osvědčení
SWY	Stop Way	Dojezdová dráha
TC	Type Certificate	Typový certifikát
TCAS	Traffic Collision Avoidance System	Palubní protisrážkový systém
TODA	Take-off Distance Available	Použitelná délka vzletu
TORA	Take-off Run Available	Použitelná délka rozjezdu
TRA	Temporary Reserved Area	Dočasně rezervovaný prostor
TSA	Temporary Segregated Area	Dočasně vyhrazený prostor
TTA	Time To Alert	Čas do výstrahy
TWY	Taxiway	Pojížděcí dráha
ÚCL	Civil Aviation Authority	Úřad pro civilní letectví
UK	United Kingdom	Spojené Království
VFR	Visual Flight Rules	Pravidla pro let za viditelnosti země
VNAV	Lateral navigation	Vertikální navigace
VOR	VHF Omnidirectional Radio Range	Všesměrový radiomaják
VPD	RWY	Vzletová a přistávací dráha
WAAS	Wide Area Augmentation System	Systém rozšíření pro velké oblasti

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Vývoj navigace, zdroj autor	17
Obrázek 2 - Koncept PBN [7] [23]	19
Obrázek 3 - Celková chyba systému TSE [27]	21
Obrázek 4 - Dostupnost navigační specifikace [25]	22
Obrázek 5 - Specifikace PBN [7]	23
Obrázek 6 - LPV přiblížení v provozu [33]	28
Obrázek 7 - Fáze letu s pokrytím navigačních specifikací RNP [7]	29
Obrázek 8 - ICAO reklasifikace typů přiblížení [36].....	35
Obrázek 9 - Snížení vzdušného prostoru třídy E v Německu [51].....	43
Obrázek 10 - Švýcarsko, OCA/H je 500 ft [13].....	45
Obrázek 11 - Body hlášení při přiblížení IFR v NZ vzdušném prostoru [13].....	49
Obrázek 12 - Mandatory Broadcast Zone – řešení vzdušného prostoru na Novém Zélandu [13]	50
Obrázek 13 - Životní cyklus GNSS NOTAMů [64].....	89
Obrázek 14 - Proces vydání GNSS NOTAM [64].....	90
Obrázek 15 - Návrh implementační plánu PBN [autor]	96
Obrázek 16 - Analýza současného stavu při procesu pozemního ověření [autor].....	98
Obrázek 17 - Aplikovatelnost dráhových návěstidel [77].....	103
Obrázek 18 - Osvětlený ukazatel směru větru [76]	104
Obrázek 19 - Návrh sítě vnitrostátních letišť v ČR pro PBN.....	109

Seznam tabulek

Tabulka č. 1 – Požadavky na navigační výkonnost pro jednotlivé části přiblížení [32]	26
Tabulka č. 2 – Přehled dokumentů, které mají největší vliv na implementační proces IFR (PBN) pro GA [13].....	35
Tabulka č. 3 – Kódové značení letišť podle L 14 [39].....	39
Tabulka č. 4 – Kategorie letadel podle indikované vzdušné rychlosti nad prahem dráhy [41]	41
Tabulka č. 5 – Provozní doba služby řízení a letové informační služby na letišti LSZG [45] .	46
Tabulka č. 6 – Závazné body pro tvorbu přístrojového přiblížení na nepřístrojové dráze [57]	48
Tabulka č. 7 – Hodnocení bezpečnosti přiblížení [59].....	53
Tabulka č. 8 – Kvalitativní stanovení závažnosti následků (SOCS) [65]	55
Tabulka č. 9 – Matice rizik (RCS) [65]	55
Tabulka č. 10 – Legenda k použitým zkratkám v FHA analýze [65]	56
Tabulka č. 11 – Analýza provozní bezpečnosti – Plánování letu, na letišti se zavedeným IFR provozem, částečně převzato z [65]	57
Tabulka č. 12 – Analýza provozní bezpečnosti – Meteorologické informace, na letišti se zavedeným IFR provozem, částečně převzato z [65]	58
Tabulka č. 13 – Analýza provozní bezpečnosti – Letové postupy, na letišti se zavedeným IFR provozem, částečně převzato z [65]	59
Tabulka č. 14 – Analýza provozní bezpečnosti – Vybavení letiště, na letišti se zavedeným IFR provozem, částečně převzato z [65]	61
Tabulka č. 15 – Analýza provozní bezpečnosti – Lidská výkonnost a omezení, na letišti se zavedeným IFR provozem, částečně převzato z [65]	63
Tabulka č. 16 - Stanovení pravděpodobnosti a frekvence vzniku události (P) [67].....	64
Tabulka č. 17 - Stanovení pravděpodobnosti a odhadu četností události (F) [67]	64
Tabulka č. 18 – Kvalitativní stanovení závažnosti následků událostí (Z) [67]	65
Tabulka č. 19 – Stanovení kritérií závažnosti [67].....	65
Tabulka č. 20 – Určení míry rizika (R) [67].....	65
Tabulka č. 21 – Matice rizik (RCS) [67]	66
Tabulka č. 23 – Návrh osnovy výcviku kvalifikace PBN	75
Tabulka č. 24 – SBAS přijímače pro GA [13].....	80
Tabulka č. 25 – Příklady postupu sjednocení RNAV přiblížení	93
Tabulka č. 26 – Přehled aplikace mitigačních procesů v ČR [11].....	93
Tabulka č. 27 – Přehled letišť, kde je možné uvažovat o zavedení PBN postupů [49]	106

1. Úvod

Trh všeobecného letectví obsahuje miliony pohybů letadel, které již jsou vybaveny GNSS (Global Navigation Satellite System) přijímači a mohou tedy těžit z nových leteckých technologií. Evropská Unie (EU) má otevřené dveře k zavedení nových postupů IFR (Instrument Flight Rules), což povede ke zvýšení bezpečnosti na malých VFR (Visual Flight Rules) letištích a zároveň dojde k evropské harmonizaci celého projektu. Je nutné konstatovat, že chybí i celosvětová harmonizace a standardizace. Dříve byl tento krok nemyslitelný z důvodu nutné potřeby finanční investice do pozemní infrastruktury. Díky spuštění systému EGNOS v říjnu 2009, který byl doplněn o signál zahrnující informaci o integritě SoL (Safety of Life) je možné využívat všechny výhody navigace PBN. Investice do pozemní infrastruktury se tím značně snižuje.

Mezinárodní předpisy nejsou kompletně ucelené, ale je již znám možný obraz budoucnosti v oblasti PBN. V současné době je však na konkrétních státech, jak tuto podobu implementují a jak jsou akceschopné jejich státní orgány vykonávající dozor nad civilním letectvím.

Česká republika má nejhustěji pokrytou síť malých letišť, kde jsou nepřístrojové dráhy. Trend zvyšování bezpečnosti začíná pronikat i do všeobecného letectví. Ze zhodnocení současného stavu legislativy, konkrétně předpisů řady L, v oblasti navigace PBN vyplývá, že není možné provést let IFR mimo řízený vzdušný prostor nebo RMZ (Radio Mandatory Zone, oblast v okolí letiště, ve které je nutnost mít na palubě obousměrné radio zařízení) a na neřízeném letišti s nepřístrojovou dráhou přistát či z něho odletět. Provozovatelé letišť se snaží rozšířit dostupnost letišť i pro další uživatele vzdušného prostoru, kteří preferují přesné časy, dostupnost a služby poskytované letišťem. Zároveň díky vývoji navigace můžou být tradiční konvenční přiblížení nahrazována navigací založenou na výkonnosti a letové trasy mohou vést mimo zastavěnou oblast či v terénu, který neumožňoval aplikaci konvenční navigace pro přístrojové přiblížení.

Tato diplomová práce popisuje implementační proces, analýzu současných regulačních scénářů a možnosti dosažení implementace PBN (Performance Based Navigation) přiblížení pro všeobecné letectví (GA) na nepřístrojové dráhy. Cílem této práce je nalézt nejvhodnější řešení využívání PBN pro všeobecné letectví v českém prostředí a pokud toto řešení není dostupné ze současného znění platné legislativy, tak navrhnout jeho znění.

2. Koncept PBN přiblížení

Pro správné a úplné pochopení konceptu PBN je potřeba prvně zmínit vývoj navigačního prostředí, prostředky a zařízení používané v minulosti a zároveň vysvětlit podstatu současných navigačních prostředků využívající GNSS.

2.1. Historie PBN

Počátek letecké navigace řadíme do období po první světové válce. Tento počátek jde ruku v ruce s počátkem civilního letectví. Lety, které byly řízeny dobrodruhy a poté vojáky, kteří objevovali veškerá pozitiva přepravy vzduchem, byly ve 20. letech vystřídány lety s nákladem a prvními pasažéry. V tomto období je letecká doprava plně závislá na počasí. Mezi vybavení na palubě patřil kompas, stopky a mapa. Ohromnou roli zde hrály zkušenosti pilota. Let, který byl odstartován do špatného počasí, často končil tragicky. Objevují se první osvětlená letiště a letové cesty pro lety v noci. Na konci 20. let začínají být zaváděny obousměrná rádiová spojení (země – letadlo), k průlomů však dochází až ve 30. letech, kdy se na trh dostávají vícemotorová letadla a nosnost letadel se zvětšuje. Do této doby jsou řazeny počátky řízení letového provozu. Poloha letadla byla zjišťována pouze pomocí vizuálních návěstidel a srovnávací navigace. Díky novým goniometrickým stanicím, je možné určit polohu letadla bez vizuální reference. dochází k použití prvních radionavigačních zařízení, a to nejen k lokalizaci letadla na trati, ale i na přistání. 40. léta jsou nejvíce ovlivněna 2. světovou válkou a probíhá překotný rozvoj a pokrok v oblasti letectví. Podstatným přínosem války pro civilní letectví je radar. Pro zvýšení přesnosti navigace byly využívány systémy Oboe a Gee. Gee je hyperbolický navigační systém založený na měření časové prodlevy mezi rádiovými signály používaný pro navigaci během 2. světové války. Přesnost systému Gee je přibližně 0,5 km ve vzdálenosti 1000 km od pozemní stanice. Oboe byl využíván pro lety v noci a slepé navádění letadel na cíl při bombardování nepřátelského území. Funkčnost zařízení je založena na technologii rádiového transpondéru [14]. V průběhu války vznikl americký hyperbolický navigační systém LORAN (Longe Range Navigation). LORAN byl původně určen pro navigaci zásobovacích konvojů v Atlantiku a Pacifiku. [15]

Revolucí v letecké dopravě byl nástup proudových letounů. Došlo k zásadní úpravě parametrů přepravní výkonnosti a k navýšení tzv. platicího zatížení MPLW (Maximum Paying Landing Weight) tedy sedačková kapacita, náklad a dolet. Rychlost přepravy, díky přechodu z pístových motorů na proudové, zvýšila hodnotu nabízené služby. Zde se rodí potřeba přesné přístrojové navigace na podstatně větší vzdálenosti, než tomu bylo doposud. Jako základ byly využity již existující systémy z dob 2. světové války. Nejznámější je systém LORAN C, který byl vyvinut ze systémů Cyclan a Cytax. Loran C je pulzní, hyperbolický systém, využívající dlouhé vlny. Systém má dosah až 1800 km s chybou 200 m ve vzdálenosti maximálního dosahu. Byl používán od roku 1957 do roku 2010. Dalším ze systémů byla OMEGA, DECCA,

DECTRA nebo Sonne. [16] Provoz hyperbolických navigačních prostředků byl do současné doby ukončen. Důvodem je rozvoj satelitních navigačních systémů, které mají větší přesnost a dostupnost. Hyperbolické systémy jim proto nejsou schopny konkurovat.

Pro navigaci na krátké vzdálenosti a pro přiblížení či odlety je využíván dodnes princip radiového zaměřování. Tento princip tvoří základ pro nesměrové radiomajáky NDB (Non-directional Beacon). Pro vyhodnocování signálu z NDB se v letadle používá automatický palubní radiokompas ADF (Automatic Direction Finding). Po nesměrových radiomajácích byly zavedeny všesměrové radiomajáky VOR (VHF Omnidirectional Radio Range), které pracují se signálem velmi krátkých vln. Zařízení bylo doplněno měřičem vzdálenosti DME (Distance Measuring Equipment). DME je založeno na výpočtu časového zpoždění odeslaného signálu z letadla, přijmutí a zpracování přijatého signálu pozemní stanicí a zpětného odeslání na palubu letadla. VOR a DME tvoří dvojici pozemních radiových zařízení, které se velmi účelně doplňují. [17] VOR, DME a NDB jsou základem pro 2D přiblížení.

Další snahou o zpřesnění používané navigace bylo doplnění tradičních způsobů, o inerciální navigační systémy INS (Inertial navigation system). INS představuje plně soběstačný navigační systém, který je založen na senzorech pohybu a otáčení ve všech třech osách. Skládá se z akcelerometru, gyroskopu, kompasu a řídicí jednotky. Zpracováním získaných dat o změny polohy od původní známé se vypočte poloha aktuální. Výchozí poloha může být získána z nezávislého třetího vstupu nebo inicializována ručním zadáním. Nezávislým vstupem je nejčastěji systém GPS (Global Positioning System). [18]

S vývojem a rozšířením letecké dopravy rostla i potřeba zabezpečit kritické fáze letu, z hlediska navigace se jedná o přiblížení na přistání a samotné přistání. Rostoucí tlak a poptávka létat za každého počasí dala vzniknout přiblížením podle přístrojům, dříve označovaným jako přístrojovým přiblížením, v současnosti označována jako 2D přiblížení. Nejrozšířenějším zařízením pro přesné přiblížení podle přístrojů je v současnosti ILS (Instrument Landing System). ILS je založeno na vyzařování velmi krátkých vln a je často doplněno zařízením DME. Právě systémy jako ILS, VOR, DME, NDB jsou označovány za konvenční způsoby navigace. Ta se vyznačuje tím, že letadlo musí přeletět body na zemi a letová cesta se tak prodlužuje.

Zásadním milníkem vývoje letecké navigace je implementace družicových navigačních systémů. Ty se později začaly označovat jako globální družicový polohový systém GNSS. Prvním satelitním navigačním systémem byl TRANSIT. Spojené státy americké jej uvedli do provozu v roce 1964. Jeho princip je založen na doplerovské metodě určování polohy. Satelitní systém byl v roce 1967 uvolněn pro civilní účely a svoje využití našel i v letecké

dopravě. Sloužil k zpřesňování polohy letadla při použití jiných navigačních systémů – OMEGA a INS. [19]

První družicová navigace měla velké nedostatky, které byly odstraněny až nástupem nových systémů. Konkrétně GPS a Glonass s podpůrnými systémy SBAS (Satellite Based Augmentation System), GBAS (Ground Based Augmentation System) a ABAS (Aircraft Based Augmentation System), které jsou označovány jako systémy první generace (GNSS-1).

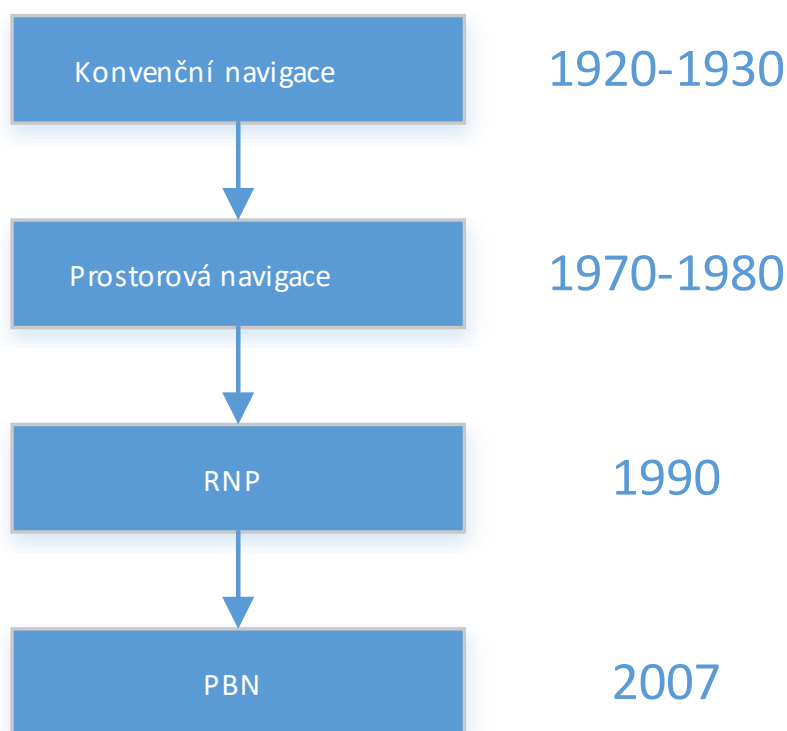
Do systémů druhé generace (GNSS-2) je řazeno GPS-III, Galileo, a Compass. GNSS-2 je schopno zajišťovat dostatečnou přesnost a spolehlivost pro aplikace SoL (Safety of Life). [20]

Se zvyšováním rychlosti letu a naplňováním kapacity vzdušného prostoru byly zaváděny přesnější a spolehlivější pozemní navigační zařízení. Nejednotný přístup k novým navigačním technologiím, různé implementace regulací národních úřadů a různé uplatnění postupů služeb řízení letového provozu, vedlo v letecké dopravě ke stále zvětšujícímu se počtu zpoždění, nemožnosti využití navigačních technologií a nevyužitelnosti potenciální kapacity vzdušného prostoru. Nejvíce si problémy plýtvání kapacitou a nekompatibilitou navigačních řešení uvědomovaly evropské aerolinky, které takto přicházely o potenciální zisky. Významnou roli zde hrála také organizace ICAO, která viděla potenciál ve zvýšení bezpečnosti. Tyto podněty vedly k zahájení probíhající restrukturalizace vzdušného prostoru. Probíhá hledání optimálního řešení a společné standardy nejsou dosud plně zavedeny.

Evolucí navigačních služeb, využitím nejnovějších technologií a dostupných řešení se nabízí příležitost efektivně implementovat prostorovou navigaci PBN ve stávajících navigačních službách, ale i pro provádění přístrojového přiblížení na letištích s nepřístrojovými dráhami. Pro správné a úplné pochopení PBN, která je založena na výkonnosti, resp. na limitech použitých zařízení, je potřeba vysvětlit navigační specifikaci a související pojmy RNAV a RNP.

Navigační specifikace je soubor požadavků kladené na letadlo a na samotnou posádku při použití navigace, která je založená na výkonnosti. Existují dva druhy navigační specifikace: specifikace požadované navigační výkonnosti RNP (Required Navigation Performance) a specifikace prostorové navigace RNAV (Area Navigation). PBN přiblížení je globálně celosvětově standardizované přiblížení RNAV podle RNP specifikací. Koncept PBN je popsán v ICAO (International Civil Aviation Organisation) Doc 9613 PBN Manual.

Stručná historie navigačních prostředků je znázorněna v obrázku č. 1. První fází vývoje je konvenční navigace, která byla vytvořena ve dvacátých letech 20. století. Druhou fází je prostorová navigace, třetí je vznik navigačních specifikací a poslední fází je prezentování Konceptu PBN.



Obrázek 1 - Vývoj navigace, zdroj autor

2.2. Prostorová navigace (RNAV)

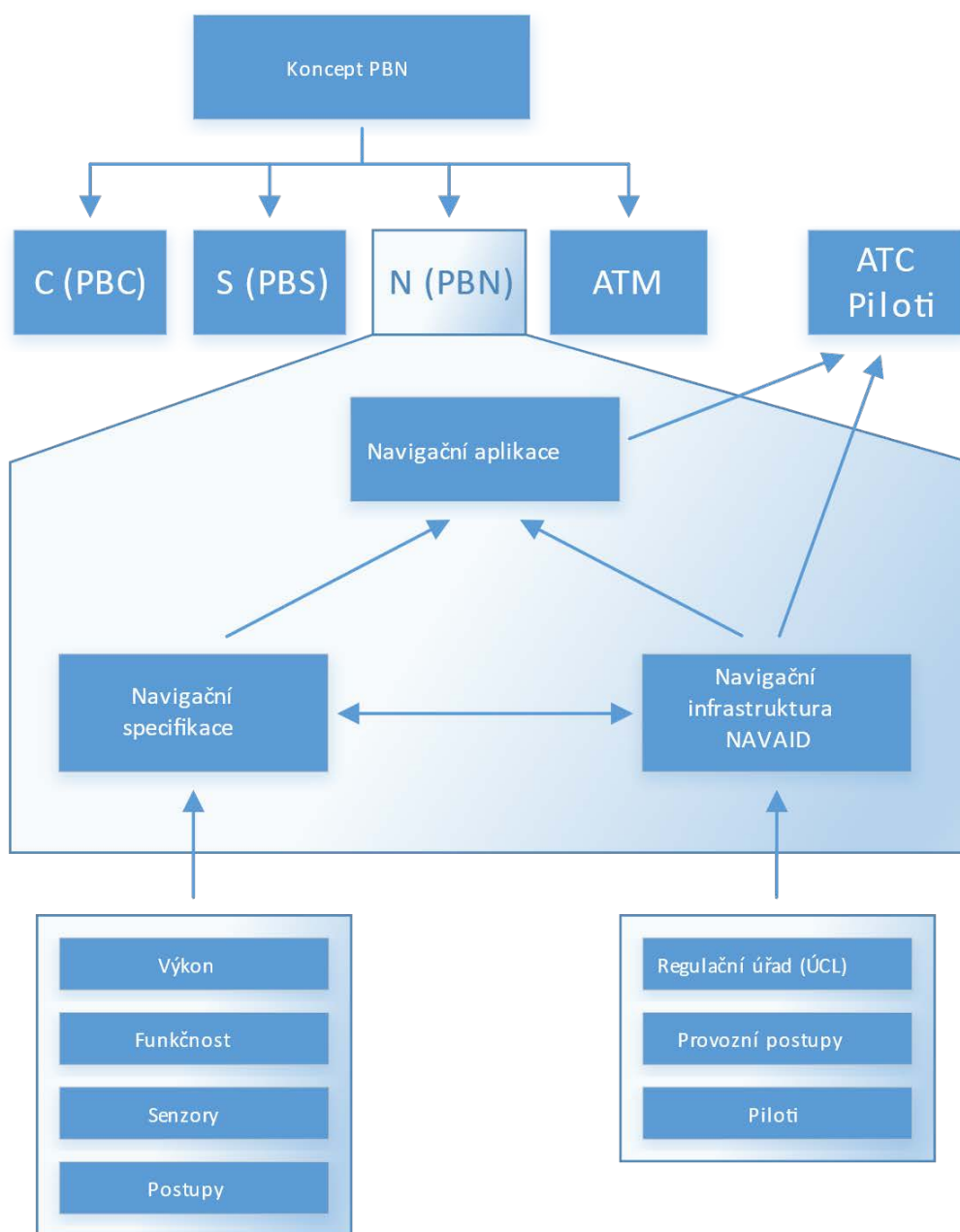
RNAV je prostorová navigace, kdy je možné letadlo vést po jakékoliv zamýšlené trati, která je pokrytá signálem dostupných navigačních prostředků, nebo je trať určena výkonností autonomních navigačních zařízení či jejich kombinací. Hlavní výhodou oproti konvenční navigaci je, že není potřeba přeletět navigační zařízení umístěné na zemi (pozemní infrastruktura) a ani není potřeba letět v průsečíků signálů hyperbolické navigační infrastruktury. RNAV lze implementovat do všech fází letu.

Základním předpokladem je, že letadlo je vybavené avionikou, která umožňuje prostorovou navigaci. Tato navigace je označována jako RNAV systém. Základem RNAV systému je, že obsahuje navigační databázi, sběr dat o letu ze sensorů konvenční navigace a GNSS, postupy pro přístrojové přílety a odlety (STAR a SID). Díky funkcím RNAV systému lze v reálném čase určit vzdálenost od traťového bodu, čas do tohoto bodu a jeho případnou odchylku. Tyto funkce umožní dosáhnout optimalizace letové cesty a zvýšit využitelnost kapacity vzdušného prostoru. Konstrukce nových tratí nemusí vést přes pevné body (radiomajáky) a je možné stanovit nové letové cesty a tratě, a to i STAR a SID nebo naopak provést STAR a SID tam, kde to doposud nebylo možné, např. na nepřístrojové dráze.

2.3. Navigace založená na výkonnosti (PBN)

Koncept PBN byl představen a schválen na shromáždění ICAO v roce 2007. Do roku 2007 byl předchůdcem Koncept RNP (Required Based Performance). Tento Koncept nezanikl a jeho poznatky a rozšíření do současného Konceptu PBN.

Navigace založená na výkonnosti je jednou z metod využití vzdušného prostoru. Dalšími částmi metodiky, která je založena na výkonnosti a možnostech, jak efektivně zvyšovat kapacitu a bezpečnost využití vzdušného prostoru jsou: Komunikace založená na výkonnosti PBC (Performance Based Communications), provoz s přehledem založeným na výkonnosti PBS (Performance Based Surveillance) a ATM (Air Traffic Management). Mezi ATM, PBN, PBC a PBS existuje vztah a vazby. Tento vztah a vazby vychází z návrhu FANS (Special Committe on Future Air Navigation Systems). FANS je výbor, který ustanovila v roce 1983 rada ICAO na základě snahy nalezení optimálního řešení, jak zvrátit trend zvyšování zpoždění. Dalším podstatným cílem je zvyšování kvality poskytované úrovně dotčených služeb. Výbor FANS se zaměřil na identifikování nedostatků v systému, a na následující oblasti: sledování letu, navigační a komunikační systémy se zažitým názvem CNS (Communication, Navigation and Surveillance). Výbor FANS navrhl nové uspořádání organizace letového provozu ATM. Rozdělil ATM na tři základní komponenty: letové provozní služby ATS (Air Traffic Service), tok letového provozu ATFM (Air Traffic Flow Management) a uspořádání vzdušného prostoru ASM (Aviation Service Management). FANS klade důraz na budoucí potřebu využívání družicové navigace pro všechny fáze letu. Podporuje prostorovou navigaci a zavádí koncept navigační specifikace RNP (Required Navigation Performance). Vztahy v nově navrženém uspořádání systému PBN, CNS (Communication, Navigation and Surveillance) a ATM, je znázorněn v obrázku č. 2. [23]



Obrázek 2 - Koncept PBN [7] [23]

Koncept PBN se skládá ze tří komponentů, a to [7]:

- Navigační specifikace;
- Navigační infrastruktury (Navaid);
- Navigační aplikace.

2.3.1. Navigační specifikace

Navigační specifikace předepisuje výkonnostní požadavky z hlediska přesnosti, integrity a kontinuity dané letové operace (fáze letu) v konkrétním vzdušném prostoru. Specifikací je také

určeno, jakým způsobem mají být tyto požadavky na výkon dosaženy, resp. které navigační funkce jsou požadovány pro dosažení předepsaného minimálního výkonu. Ve specifikaci jsou určeny nejen požadavky na zařízení, ale také na znalosti pilotů, výcviku a provozního schválení. Specifikace navigace je buď specifikace RNP nebo specifikace RNAV. Specifikace RNP zahrnuje požadavek na nezávislé palubní monitorování výkonu a varování, pokud požadovaná přesnost není dostupná. Specifikace RNAV varování o ztrátě výkonnostních požadavků mít nemusí.

Přesnost

Navigační přesnost se skládá ze tří komponentů. Ty jsou znázorněny v obrázku č. 3, konkrétně však:

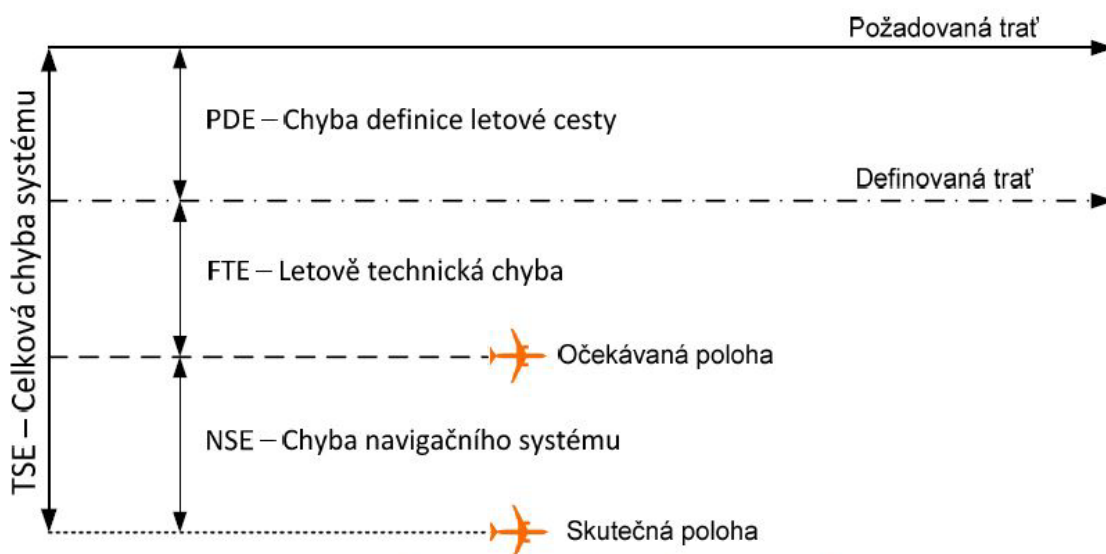
- PDE (Path Definition Error) – chyba definice letové cesty,
- FTE (Flight Technical Error) – letově technická chyba,
- NSE (Navigation System Error) – chyba navigačního systému.

Při použití RNAV systému musí být plánovaná letová cesta zanesena (být v databázi) v přijímači GNSS. Chyba PDE nastává při odchylce definované trati v RNAV systému od trati skutečné.

FTE, udávána také jako PSE (Path Steering Error), indikuje odchylku autopilota a jeho schopnost udržet požadovanou letovou trať.

NSE, udávána také jako PEE (Positioning Estimation Error) indikuje rozdíl mezi zamýšlenou a skutečnou polohou.

Celková chyba systému TSE (Total System Error) je dána sumou PDE, FTE a NSE. Celková chyba systému nesmí přesáhnout 95% přípustné hodnoty, udávané v námořních mílích, za dané specifikace, po celou dobu letu a při daném postupu. Například RNP 4 znamená, že po 95 % doby letu nesmí být chyba větší než 4 NM. [27]



Obrázek 3 - Celková chyba systému TSE [27]

Integrita

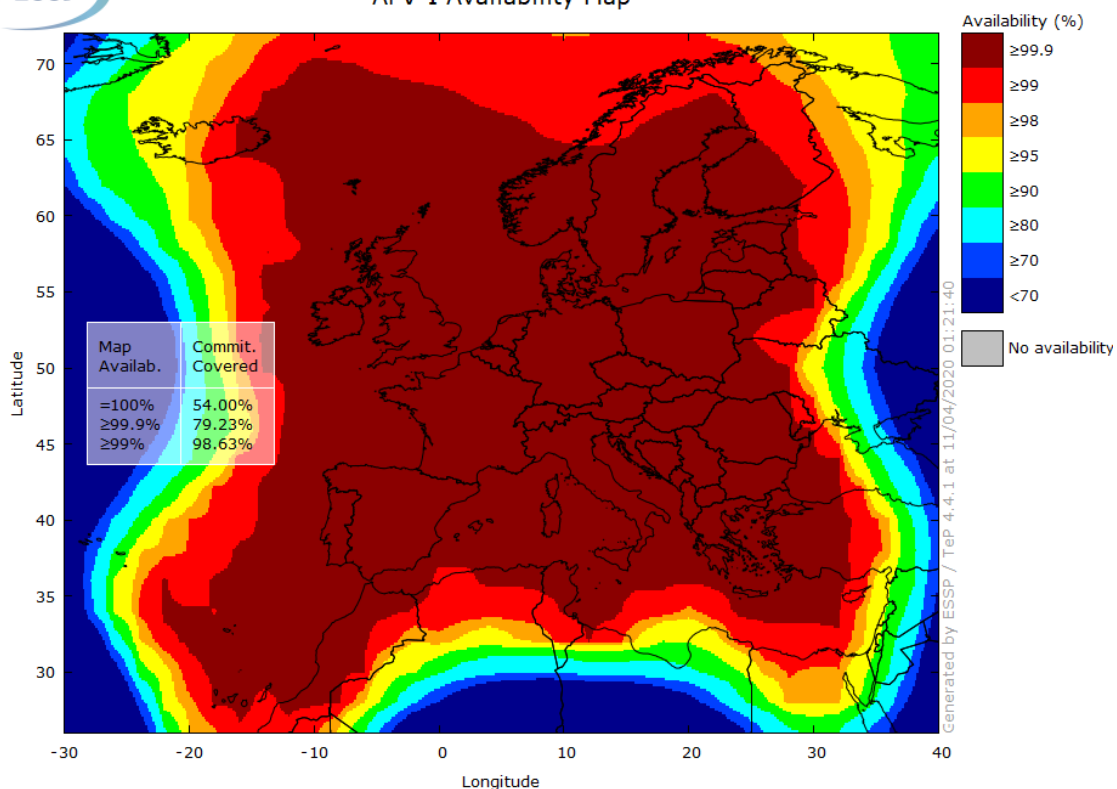
Integrita vypovídá o kritériu jistoty ve správnost informací poskytovaných systémem. V případě PBN tedy jistota správnosti RNP a RNAV. Integrita systému RNP zahrnuje schopnost včasné výstrahy v té situaci, kdy již systém či některé jeho funkce pro konkrétní postup není bezpečné použít. Výstraha je indikována při překročení definovaného času, označovaného jako TTA (Time To Alert). Integrita se vyjadřuje číselně v procentech. Pravděpodobnost výskytu chyby, značená jako R_i s jednotkou h^{-1} označuje riziko integrity.

Kontinuita

Při nepřetržité průchodnosti systému (kontinuitě) v průběhu doby zamýšleného provozu dochází k uskutečnění potřebné funkce bez neplánovaných přerušení. Průchodnost systému je dána přesností určení polohy, integritou polohových informací a schopností systému tyto informace průběžně monitorovat. Kontinuita je vyjádřena pravděpodobnostní funkcí s parametrem R_c , který vyjadřuje hranici dostupnosti služby. [28]

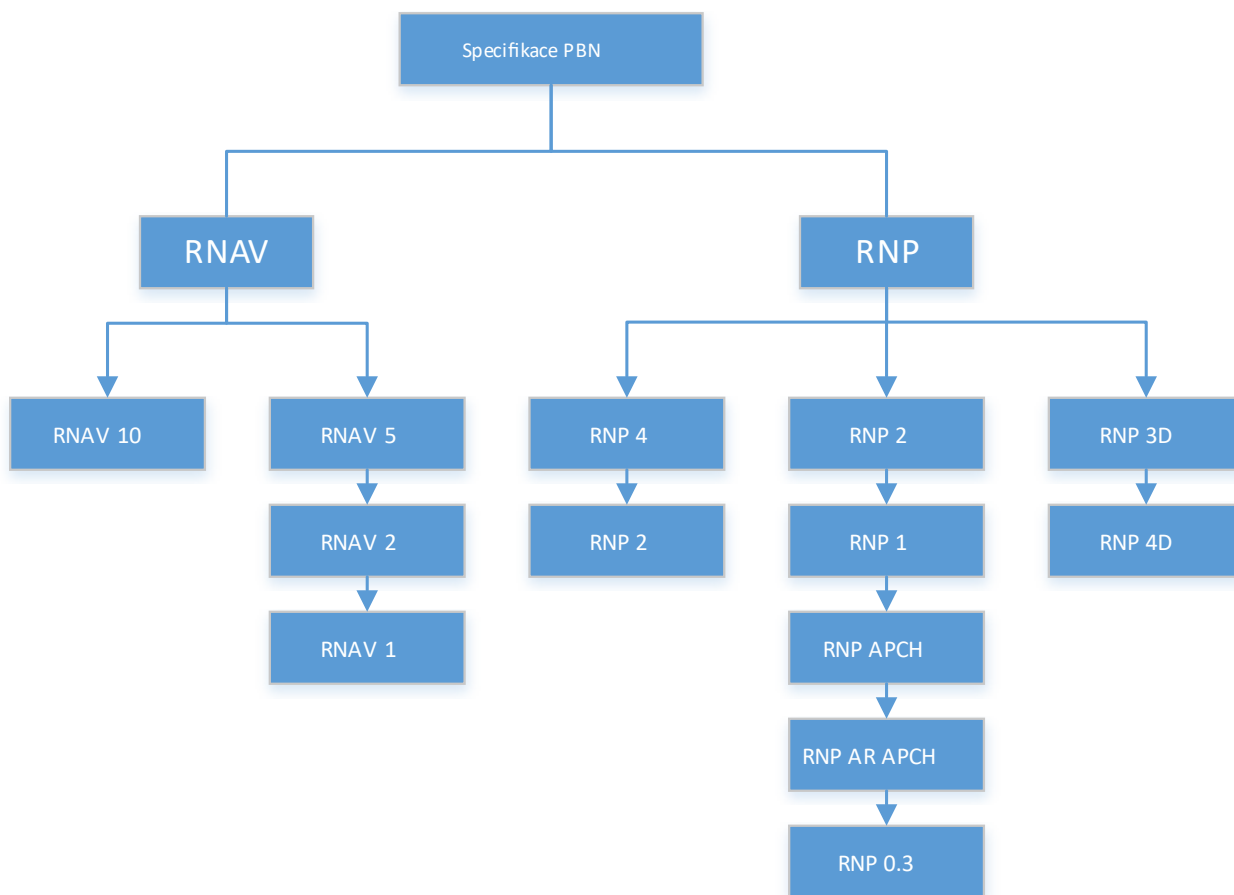
Dostupnost

Systém je dostupný, když je naplněna funkce přesnosti, integrity a kontinuity. Jedná se o podíl doby dostupnosti služby a celkové doby v konkrétní letové fázi (postupu). Započítávají se všechny výpadky systému bez ohledu na jejich příčinu vzniku (nedostupnost).



Obrázek 4 - Dostupnost navigační specifikace [25]

Dělení navigační specifikace PBN uvádí obrázek č. 4. Z obrázku je patrné, že navigační specifikace je dělena na RNAV a RNP. Pro potřeby PBN přiblížení a IFP (Instrument Flight Procedure) postupy je možné využít navigační specifikace: RNAV 1, RNAV 2, RNP 0.3, RNP AR APCH, RNP APCH a RNP 1 a 2.



Obrázek 5 - Specifikace PBN [7]

V současné době dochází k překlasifikování specifikace PBN. Dělení specifikace PBN je uvedené na obrázku č. 5 je dle dokumentu ICAO PBN Manual Doc 9613 [7].

2.3.1.1. Navigační specifikace RNAV

Zavádění RNAV specifikací je snaha o zavedení PBN do vzdušného prostoru s dostatečným radarovým pokrytím. Jak již bylo popsáno v kapitole 2.3.1 Navigační specifikace, RNAV systémy nevyžadují monitorování výkonu a varování při jeho ztrátě. Koncept PBN zahrnuje čtyři specifikace RNAV, tři pro traťové lety nad kontinentem (RNAV 1, 2, 5) a jednu pro lety nad oceánem a nad odlehlou pevninou (RNAV 10).

2.3.1.1.1. RNAV 1 a RNAV 2

Číslovka za Specifikací RNAV udává informaci o navigační přesnosti, tedy o maximální chybě systému (TSE) po 95 % doby letu v horizontálním i vertikálním směru (laterální a podélné vedení). Maximální TSE je 1, resp. 2 NM (námořní míle). Před potřebou harmonizace názvosloví, se RNAV 1 původně označoval v Evropě jako P-RNAV (přesné) a ve Spojených

státech amerických se označuje jako US-RNAV (Type A a Type B). RNAV 1 a 2 jsou určeny pro lety v řízeném vzdušném prostoru typu CTR (Controlled Traffic Region) a TMA (Terminal Control Area). Jsou využívány pro počáteční fáze přiblížení, pro postupy STAR a SID. Systémy RNAV 1 a 2 jsou navrženy tak, že je možné je doplnit o pozemní infrastrukturu, a to buď radionavigačními prostředky (DME/DME) nebo autonomními nezávislými prostředky (INS) anebo satelitní navigací (GNSS).

2.3.1.1.2. RNAV 5

Maximální chyba systému (TSE) po 95% doby letu v horizontálním a vertikálním směru je 5 NM. V Evropě byl RNAV 5 označován jako B-RNAV (základní) a byl využíván s touto přesností pro lety nad pevninou. Pro B-RNAV, dnes RNAV 5, je možno využívat pozemní infrastruktury, konkrétně VOR/DME a DME/DME), autonomní navigaci (INS, IRS) a satelitní navigace (GNSS).

2.3.1.1.3. RNAV 10

Specifikace RNAV 10 udává maximální chybu systému 10 NM v 95% doby letu. Minimální rozstup letadel je 50 NM. Při takto velkých rozstupech a TSE 10 NM, je specifikace RNAV 10 určena pro oceánské lety a odlehlé pevninské lety. RNAV 10 je určena pro navigaci pouze za současného použití dalších navigačních prostředků, autonomních nebo satelitních anebo jejich kombinace. [24]

2.3.1.2. Navigační specifikace RNP

Specifikace RNP je používána tam, kde se vyžaduje vysoká navigační výkonnost, konkrétně přesnost a integrita. V tomto případě se jedná o využití RNP 4, RNP 2 a RNP 1 pro Standardní přístrojové přílety a odlety (STAR a SID). Další využití RNP specifikace je tam, kde není dostatečné pokrytí radarovými službami. Pro tyto oblasti se využívá vlastnosti palubního monitorování (sledování) a následné výstrahy, pokud dojde ke ztrátě požadované výkonnosti. Zde se pak nabízí použít specifické manévry, které jsou stanovené pro tyto konkrétní situace, jedná se hlavně o zatáčky s konstantním poloměrem. Tyto navigační specifikace jsou používány při užití RNP APCH a RNP AR APCH. Doplnkem je nejpřesnější specifikace RNP 0.3, která je určena pro letadla s rotujícími nosnými plochami.

Navigační specifikace RNP 10 není zahrnuta do PBN RNP a RNAV specifikací z důvodu nekonzistence. RNP 10 nezahrnuje požadavky na palubní monitorování a výstrahu. RNP 10 je v rámci práce uváděna jako RNAV 10 a popsána v kapitole 2.3.1.1.3. [29]

2.3.1.2.1. RNP 4

Specifikace RNP 4 je určena pro lety nad oceánem a odlehlou pevninou. Minimální separace letadel je stanovena na 30 NM (Pro RNP 10 je nejmenší separace 50 NM). Maximální chyba systému (TSE) jsou 4 NM po 95 % doby letu. Z důvodu použití na vzdálených místech při

letech nad oceánem a odlehlou pevninou je RNP 4 založena primárně na GNSS. Při ztrátě funkčnosti GNSS je zásadně ohrožena kontinuita a pro zachování integrity vyžaduje RNP 4 doplněk duálního a nezávislého navigačního systému na dlouhé vzdálenosti. Navigační výstraha bude indikována, pokud TSE v laterálním směru překročí 8 NM nebo hodnota integrity (R_i) překročí 1×10^{-5} . [29]

2.3.1.2.2. RNP 2

RNP 2 je primárně určeno do zeměpisných oblastí bez nebo s minimální pozemní infrastrukturou. Tyto oblasti nemají nebo mají limitovanou funkci monitorování a výstrahy. RNP 2 vyžaduje GNSS jako primární sensor. RNP 2 je obecně používáno při kontinentálních letech a je možné jej využít i při oceánských operacích. Hodnota integrity je stejně jako u přechozích RNP specifikací vyjádřeno hodnotou $R_i = 1 \times 10^{-5}$. TSE je ± 4 NM v laterálním i podélném směru po 95% doby letu. Další podmínkou je, že FTE nepřesáhne 1 NM. [30]

2.3.1.2.3. RNP 1

Všechny následující RNP specifikace budou výhradně určeny pro koncové řízené oblasti letišť. RNP 1 nemá tak přesnou navigační specifikaci, přesto je s ní počítáno pro využití při postupech SID, STAR a ve fázích přiblížení. Je využívána hlavně tam, kde je nízká nebo střední hustota provozu a částečné pokrytí přehledovými službami. U specifikace RNP 1 je využíváno konvenční pozemní infrastruktury, konkrétně radionavigačního zařízení DME/DME. DME/DME nepokrývá celou potřebnou oblast, a tak hlavní navigační specifikaci zajišťuje GNSS. Požadavek na sledování a výstrahu je totožný s RNP 2, požadavky na integritu jsou totožné s RNAV 1. RNP 1 podporuje využití zatáček s konstantním poloměrem (typu RF¹ (radius to fix)). [31]

2.3.1.2.4. RNP APCH

Specifikace RNP APCH se používá výhradně na přiblížení a přistání. Konkrétně na úseky počátečního, středního a konečného přiblížení. Tato navigační specifikace se dělí na 2D a 3D přiblížení (přiblížení s vertikálním vedením). Pod RNP AR APCH spadají ty specifikace RNP APCH, která potřebují potvrzení. V současnosti jsou pouze malé množství provozovatelů (letišť, letadel) na tento způsob navigace vybaveni. [79]

¹ Jedná se o specifickou funkci podporovanou PBN. Hlavním cílem zatáček je, aby zajistily přechod mezi jednotlivými přímými úseky tratí, a zároveň jde o poskytnutí předvídatelných a opakovatelných trajektorií. PBN je díky navigační specifikaci schopné garantovat přesnost i v průběhu zatáčky. Zatáčka typu RF je charakteristická tím, že je známa délka oblouku a jeho střed. Aplikuje se rychlostní omezení maximální indikované rychlosti (IAS). Používá se v nízkých hladinách, většinou na přiblížení či při nezdařeném přiblížení. [31]

GNSS je primární navigační systém pro RNP APCH procedury. Při nezdařeném přiblížení je možné použít jako primární navigační zdroj konvenční navigaci (např. DME). Požadavky na sledování nejsou specificky požadovány.

Fáze přiblížení je rozdělena na počáteční, střední a koncové přiblížení a nezdařené přiblížení. Požadavky na přesnost, integritu a kontinuitu jsou uvedeny v tabulce č.1:

Tabulka č. 1 – Požadavky na navigační výkonnost pro jednotlivé části přiblížení [32]

Fáze přiblížení	Navigační specifikace	Chyba
Počáteční (Initial Approach)	Přesnost	Laterální celková chyba systému (TSE): 1.0 NM, 95 %
		Chyba navigačního systému (NSA): 1.0 NM, 95 %
		Letově technická chyba (FTE): <0.5 NM, 95 %
	Integrita	<1 x 10 ⁻⁵
	Kontinuita	Pravděpodobnost laterální chyby >2.0 NM přesahuje 1 x 10 ⁻⁷
Střední (Intermediate Approach)	Přesnost	Laterální celková chyba systému (TSE): 1.0 NM, 95 %
		Chyba navigačního systému (NSA): 1.0 NM, 95 %
		Letově technická chyba (FTE): <0.5 NM, 95 %
	Integrita	<1 x 10 ⁻⁵
	Kontinuita	Pravděpodobnost laterální chyby >2.0 NM přesahuje 1 x 10 ⁻⁷
Koncové (Final Approach)	Přesnost	Laterální celková chyba systému (TSE): 0.3NM, 95 %
		Chyba navigačního systému (NSA): 0.3 NM, 95 %
		Letově technická chyba (FTE): <0.25 NM, 95 %
	Integrita	<1 x 10 ⁻⁵
	Kontinuita	Pravděpodobnost laterální chyby >0.6 NM přesahuje 1 x 10 ⁻⁷
Nezdařené přiblížení (Missed Approach)	Přesnost	Laterální celková chyba systému (TSE): 1.0 NM, 95 %
		Chyba navigačního systému (NSA): 1.0 NM, 95 %
		Letově technická chyba (FTE): <0.5 NM, 95 %
	Integrita	<1 x 10 ⁻⁵

	Kontinuita	Pravděpodobnost laterální chyby >2.0 NM přesahuje 1×10^{-7}
--	------------	--

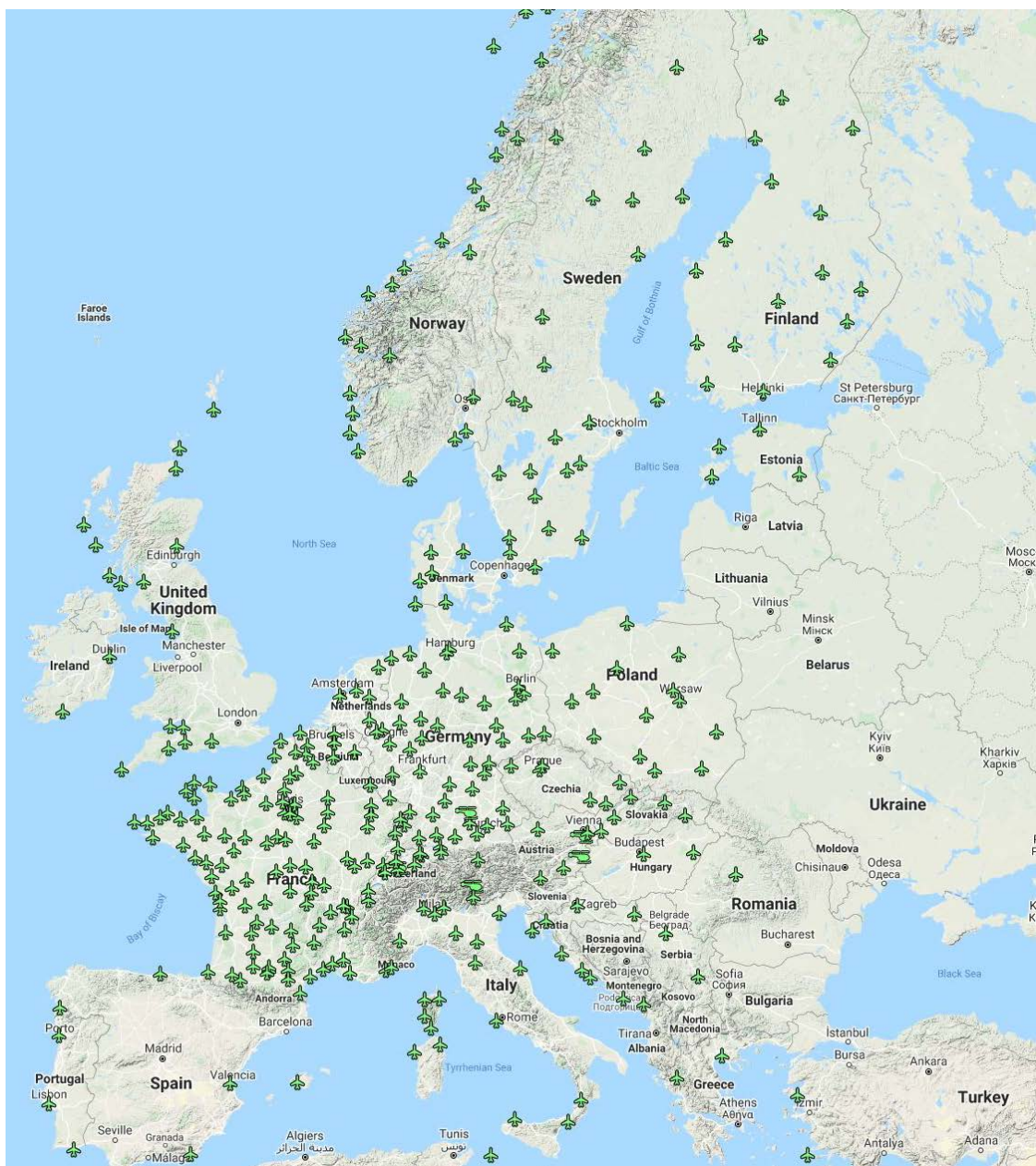
Specifikaci RNP APCH můžeme rozdělit podle navigační výkonnosti. První skupina je přiblížení s podporou vertikálního vedení a druhá skupina bez podpory vertikálního vedení, pouze s laterálním vedením. Pod první skupinu patří LNAV/VNAV (Lateral Navigation with Vertical Guidance) a LPV. [81]

Princip konstrukce LPV přiblížení vychází z konvenční navigace, konkrétně ILS. Poskytují letadlu větší přesnost v konečné fázi přiblížení. Přiblížení LPV je charakteristické tím, že je ekvivalentem ILS 1. kategorie, je založené na GNSS a zpřesněno pomocí SBAS. Do nedávna byla výška rozhodnutí stanovená na 250 ft, 3. 5. 2016 bylo však poprvé v letecké historii implementováno přiblížení SBAS Cat I, LPV – 200, s výškou rozhodnutí sniženou na 200 ft bez nutnosti implementace pozemní infrastruktury ILS. [31, 32]

LNAV/VNAV je přiblížení s vertikálním vedením. Barometrická vertikální navigace je systém, který předkládá pilotovi vypočítané vertikální vedení odkazované na určený svislý úhel sestupové roviny (VPA), nominálně 3°. [81]

Pod druhou skupinu patří LP (Localizer Performance) a LNAV. LNAV je postup, který je podporován GNSS pro určení polohy v horizontálním směru a barometrickým systémem pro vertikální směr, jedná se o nepřesné přiblížení. LP je nepřesné přístrojové přiblížení s podporou augmentace SBAS, které nepodporuje vertikální vedení. [81]

Na obrázku č. 6 jsou vyobrazeny funkční a provozuschopné LPV přiblížení v Evropě. Aktuálnost snímku je k dubnu 2020. [35]

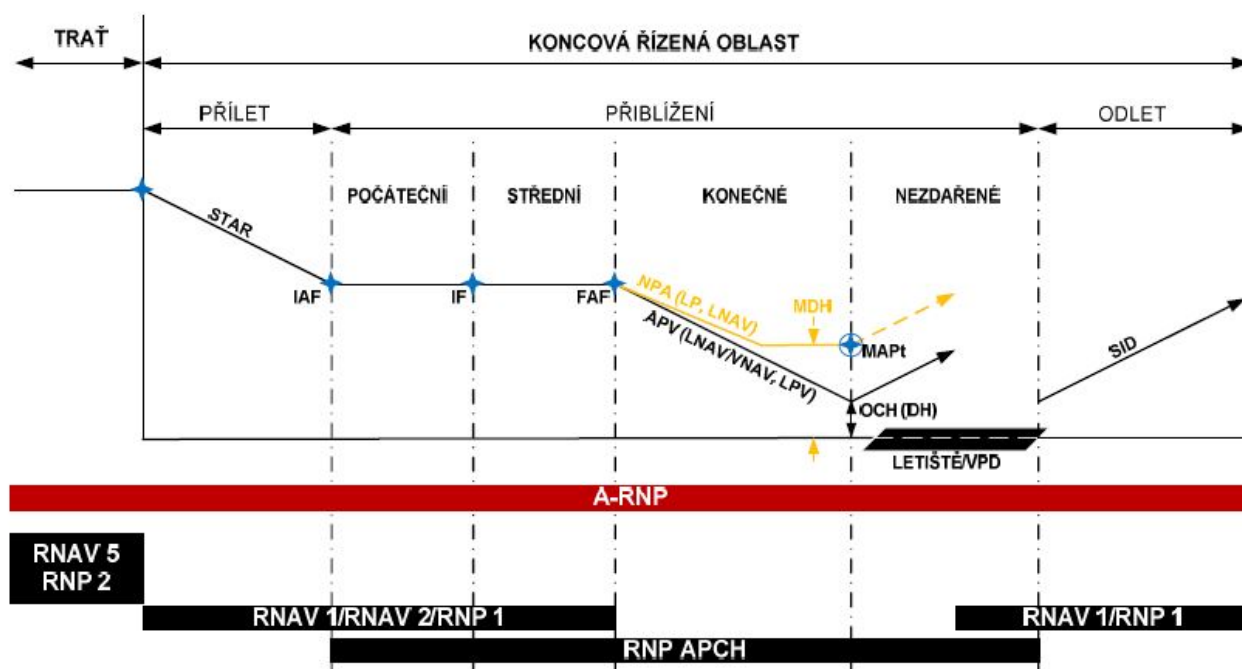


Obrázek 6 - LPV přiblížení v provozu [33]

2.3.1.2.5. RNP AR APCH

Tato navigační specifikace je určena do míst, kde není možno použít jiného druhu přiblížení. Specifikace nabízí podporu speciálních postupů, jako jsou zatáčky s konstantním poloměrem (RF) a konečné přiblížení se zatáčkou. Pro tyto specifické postupy je nutná odpovídající kvalifikace posádky a letadla. Přípona AR značí Authorization Required (AR). RNP AR APCH lze srovnat s RNP 1, avšak v koncové fázi přiblížení je minimální specifikace stanovena na 0.3 NM (stejně jako u postupů pro letadla s pohyblivými nosnými plochami). Pro každou fázi letu je nutné mít zvlášť certifikaci pro použitou navigační specifikaci. Což dalo vzniku A-RNP, tedy Advanced RNP, které reaguje na současné trendy vývoje v přesnosti PBN. [31] A-RNP

definuje požadavky a specifikace pro všechny fáze letu. A-RNP je znázorněno v porovnání s ostatními specifikacemi v obrázku č. 7. [7]



Obrázek 7 - Fáze letu s pokrytím navigačních specifikací RNP [7]

2.3.2. Navigační infrastruktura

Navigační infrastruktura (Navaid) lze rozdělit na tři segmenty, a to pozemní, kosmickou a autonomní. Pro přiblížení PBN je nejdůležitější pozemní část, která je kompatibilní s radionavigačními zařízeními. Nejčastěji je využíváno DME/DME pro postupy v koncových oblastech. Pro traťové lety je využívána podpora DME/VOR. V kosmické části je, jak je zmíněno již několikrát, využíváno GNSS. GNSS je využíváno ve všech fázích letu – tedy v koncových oblastech, traťových a dálkových. Pro dálkové lety je nevhodné při Konceptu PBN využívat hyperbolické navigační systémy. Navigační specifikace uvedené výše přesně uvádějí, jakých hodnot se dá dosáhnout při využití dalších radionavigačních prostředků. Co je ale potřeba vždy prověřit, zda daná oblast je dostatečně pokryta signálem GNSS. [1]

2.3.3. Navigační aplikace

U konvenčních aplikací je stanoveno, jakým způsobem musí být výkonnostní navigace dosažena. Letadlo, které provádí let podle přístrojů, musí mít palubní vybavení kompatibilní s pozemní infrastrukturou. Standardy pozemní infrastruktury nejsou sjednocené a liší se v jednotlivých zemích. Například v Evropské unii regulované Agenturou pro bezpečnost v civilním letectví – European Union Aviation Safety Agency (EASA) a ve Spojených státech regulované Federálním úřadem pro letectví – Federal Aviation Administration (FAA).

PBN a nevyžaduje implementaci pozemní infrastruktury, která je nahrazena GNSS. Navíc umožňuje různě kombinovat navigační systémy tak, aby bylo dosaženo požadovaných minim. Navigační výkonnosti lze dosáhnout použitím systémů GPS (Global Positioning System), GLONASS (Global Navigation Satellite System), GALILEO (Evropský navigační družicový systém), EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service), WAAS (Wide Area Augmentation System), či systému, který teprve bude uveden na trh [7]. Navigační aplikace je tvořena navigační specifikací. Navigační specifikace je dosažena díky navigační infrastruktuře. Navigační aplikace může být jiná v různých částech tratě a většinou je navržena pro daný vzdušný prostor tak, aby splňovala potřebné požadavky. Může také vzniknout situace, kdy jedna navigační specifikace je díky dostupné navigační infrastruktuře implementována rozdílně.

2.3.4. Budoucí rozvoj

Rozvoj PBN probíhá vývojem specifikací z dvourozměrné navigace (laterální) na třírozměrnou (s přidaným rozlišením výšky) a případně čtyřrozměrnou (doplněnou o časový parametr navigace). Časový vývoj a provozní požadavky není možné v současné době odhadnout. Velký prostor k inovacím a rozvoji v palubním systému monitorování a výstrahy je ve vertikální rovině a časových parametrech tratí. Znalost časových parametrů umožní vyšší optimalizaci využití vzdušného prostoru, zvýší úroveň poskytovaných služeb, sníží provozní náklady dopravců a přinese snížení emisí leteckého provozu. Zároveň by mělo dojít k harmonizaci jednotlivých výkonnostních požadavků. Kromě vývoje navigační specifikace bude nutné rozvíjet oblasti komunikace a koherentní (souvislé) integrity navigace. [42]

3. Analýza současného stavu problematiky v ČR a v zahraničí

V současné době došlo k několika změnám v rámci legislativy Evropské unie (EU). Tyto změny mají přímý dopad na legislativu České republiky. Koncept PBN a následná implementace tohoto typu přiblížení, pro všeobecné letectví označované jako GA (General Aviation), na nepřístrojových drahách volně navazuje na projekty Evropské komise SES a SESAR. Pro úplné pochopení legislativních podkladů jsou v podkapitole 3.1 a 3.2 vysvětleny základní cíle a parametry těchto dvou projektů. Podkapitola 3.3 Mezinárodní legislativa dává do souvislosti legislativní vývoj PBN a zároveň stanoví, které dokumenty je potřeba vzít v úvahu při implementaci PBN přiblížení v ČR. Podkapitola 3.4 Národní legislativa je shrnutí veškerých leteckých předpisů, které se týkají provozu IFR či konkrétně PBN. Podkapitola 3.5, analyzuje země, kde již tyto postupy jsou proveditelné.

3.1. Single European Sky (SES)

Iniciativa "Jednotné evropské nebe" (SES) byla zahájena v roce 2000 Evropskou komisí v návaznosti na značné zpoždění letů v Evropě v roce 1999. Byla zřízena expertní skupina, na základě jejíchž doporučení v roce 2001 připravila Evropská komise balíček legislativních opatření. Tento balíček byl přijat Evropským parlamentem a Radou v březnu 2004 a vstoupil v platnost o měsíc později.

Cíle návrhu SES

- Zvýšení bezpečnosti a účinnosti letecké dopravy v Evropě.
- Snížit zpoždění zlepšením využívání vzdušného prostoru a letištních zdrojů.
- Zlepšit služby a snížit náklady cestujícím v letecké dopravě snížením roztříštěnosti řízení letového provozu v Evropě.
- Zlepšit integraci vojenských systémů do evropského systému řízení letového provozu.

Velké úsilí o modernizaci a zefektivnění evropského systému řízení letového provozu vedlo ke zvýšení bezpečnosti při poměrně velkých nákladech. Proces modernizace je narušen heterogenními pracovními postupy a omezením leteckých traťových sítí, které jsou z velké části založeny na národních hranicích, a nikoliv na tocích letecké dopravy. Iniciativa SES předkládá legislativní přístup k vyřešení těchto otázek a umožňuje ATM vypořádat se s předpokládanou rostoucí poptávkou v letecké dopravě.

Implementace SES

Zavedení ustanovení SES by přineslo řadu výhod:

- Zvýšenou úroveň bezpečnosti letových navigačních služeb.
- Účinnější a integrovanější architekturu řízení letového provozu.
- Nárůst poptávky po leteckých navigačních službách.

- Zlepšení koordinace přeshraniční spolupráce.
- Zlepšení rozhodování a posílení prosazování priorit v ATM.

Čtyři základní regulace jsou doplněny podrobnějšími prováděcími pravidly přijatými Evropskou komisí. Finální výsledek musí splňovat požadavky na opatření, která mají být přijata prostřednictvím konzultačního orgánu pro průmysl.

V důsledku svých odborných znalostí připravuje EUROCONTROL různá prováděcí pravidla na základě mandátů vydaných Evropskou komisí a v úzké koordinaci se všemi příslušnými zúčastněnými stranami. Konečným výsledkem mandátové práce je zpráva obsahující návrh prováděcího pravidla. Evropská komise poté přijme návrh prováděcího pravidla na základě příznivého stanoviska Výboru pro jednotné nebe. [21]

3.2. Single European Sky ATM Research (SESAR)

Program SESAR (Single European Sky ATM Research) je součástí Jednotného evropského nebe. První fáze SESAR, první vývojová fáze (2008-2020+), je zaměřená na výzkum a vývoj nových technologií a postupů a druhá fáze (2014-2020+) se zabývá zaváděním těchto výzkumů do praxe.

SESAR 2020 podporuje projekty, které se zabývají čtyřmi klíčovými okruhy [22]:

- Airport Operations (provoz letiště).
- Network Operations (síťové operace).
- Air Traffic Services (letecký provoz).
- Technology Enablers (technologické možnosti).

Koncept PBN navazuje na SES a SESAR a původně byl zahrnut pod těmito projekty. Postupem času, vývojem technologií a událostí se stal samostatným projektem. V další podkapitole 3.3 je shrnut vývoj legislativy ovlivňující možnosti zavedení PBN navigace a PBN přiblížení na nepřístrojových drahách.

3.3. Mezinárodní legislativa

Prvotní finanční investice do pořízení a zajištění pozemní infrastruktury je vysoká, pro některá menší letiště nereálná. Na některých letištích není možné pozemní infrastrukturu instalovat z důvodu orografie okolního terénu. Až s příchodem GNSS se některá letiště stávají dostupná, konkurenceschopná a více využívaná, právě díky možnosti použití PBN přiblížení a odletu. Stávající postupy mohou být optimalizovány k zajištění vyšší efektivity a snížení dopadů na životní prostředí. Standardní příletové tratě (STAR) mohou vést jinudy, mimo zastavěnou oblast, mimo nepříznivý terén či je možné tratě pouze upravit a zkrátit tak letěnou vzdálenost. Doba zlatých let, kdy bylo letectví na svém vrcholu, finance nebylo tak obtížné sehnat a nebyly brány ohledy na životní prostředí, je již dávno za námi.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 216/2008, ze dne 8. února 2008 o společných pravidlech v oblasti civilního letectví v části 4 (3a) stanovuje podmínky, které mají být dodrženy, aby na letišti mohly být zavedeny postupy pro IFR. Konkrétně se jedná o [6]:

- Letiště je veřejné.
- Jsou zde prováděny komerční lety.
- Zpevněná dráha je delší než 800 metrů nebo je plocha pouze vyhrazená pro vrtulníky.
- Je použito přístrojové přiblížení nebo odlet.

ICAO (International Civil Aviation Organisation) pozměnila definici nepřístrojové dráhy v Annexu 14 tak, aby korespondovala s nově vzniklou problematikou, tedy aby bylo legální zavést přístrojové přiblížení do bodu, za nímž už lze pokračovat v letu za viditelnosti (národní implementací je Letecký předpis L14 – Letiště). Konkrétně se jedná o:

- Původní znění: Reg. 139/2014 (Feb 2014) – „*Nepřístrojová dráha – RWY (runway) určená pro provoz letadel používajících postupy pro vizuální přiblížení.*“ [4]

Došlo k úplnému nahrazení této definice na:

- ICAO Annex 14 Amendent 11-B (Nov 2014) [2]: „*Nepřístrojová dráha – RWY určená pro provoz letadel používajících postupy pro vizuální přiblížení nebo postupy pro přístrojové přiblížení do bodu, za nímž přiblížení může pokračovat v meteorologických podmínkách pro let za viditelnosti.*“ [3]

Na tyto změny v ICAO Annexech reaguje EASA komentářem č. 03/2016: Pokud má být použito přiblížení založené na GNSS s vertikálním vedením anebo přístrojové přiblížení na nepřístrojovou dráhu, není v obou případech potřeba navyšovat infrastrukturu dráhy. [4]

Dalším krokem k naplnění PBN Konceptu je vydání Dodatku 6 k PANS-OPS (Procedures for Air Navigation Services – Aircraft Operations), DOC (Document) 8168 s účinností od 13. listopadu 2014. DOC 8168 představuje ve dvou částech Letové postupy (procedury) a Konstrukce letových postupů pro VFR a IFR lety. První část, Letové procedury, popisuje provozní postupy doporučené pro provedení letu posádkou. Jsou zde vyjmenovány parametry, na nichž jsou založena kritéria pro zveřejněné postupy. Jenom tak je možné zaručit dosažení a udržení přijatelné úrovně bezpečnosti provozu. Druhá část, Konstrukce letových postupů pro VFR a IFR lety, je určena hlavně konstruktérům tratí, a popisuje základní oblasti a požadavky na stanovení minimálních výšek nad překážkami pro dosažení bezpečného letu podle přístrojů. Poskytuje základní pokyny státům a provozovatelům, organizacím a koncepční

skupině ASM, která upravuje uspořádání letového provozu. Cílem těchto pokynů je sjednocení postupů na všech letištích, kde jsou prováděny lety podle přístrojů.

Obě části (Letové postupy a Konstrukce letových postupů pro VFR a IFR lety) představují pokrytí provozních postupů nad rámec standardů a doporučených postupů, ale zároveň jsou nutné k dosažení mezinárodní jednotnosti. [12]

EASA však zavedla rozdělení kvalifikací (dle nařízení EK č. 2016/539, kterým se mění původní Nařízení EK č. 1178/2011 v platném znění) na kvalifikaci IR (Instrument Rating) a kvalifikaci PBN. Kvalifikace PBN (létání podle postupů navigace založené na výkonnosti) může být zapsána pouze pilotovi, který je již držitelem kvalifikace IR. Zapisuje se do průkazu pilota za lomítko za kvalifikací IR (případně za kvalifikaci LVO), příklad: MEP land/IR/PBN. Platnost kvalifikace PBN je stejná jako IR, tudíž 1 rok. Získání kvalifikace PBN je možné třemi způsoby:

- S prvním získáním kvalifikace IR. Pokud kvalifikace PBN je součástí výcviku IR a následné zkoušky dovednosti.

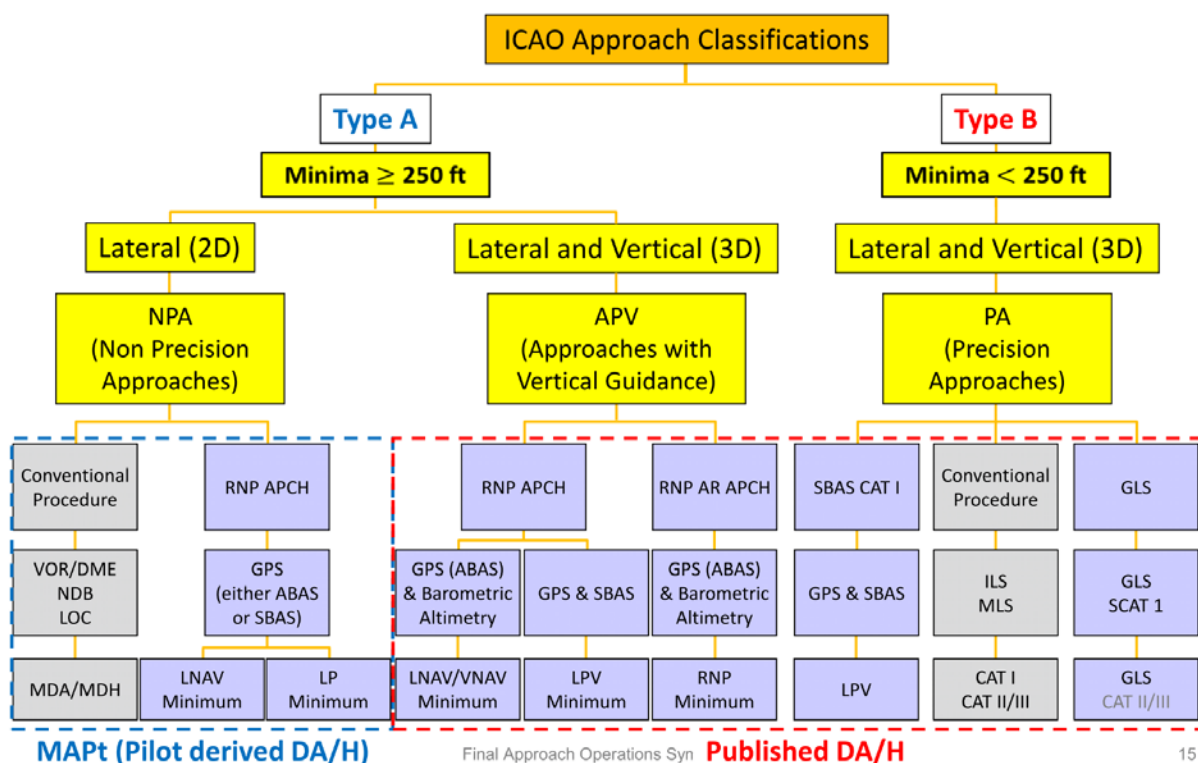
Nebo

- Rozšíření již platné kvalifikace IR, a to absolvováním teoretického kurzu a letového výcviku v ATO (Approved Training Organisation) nebo u držitele AOC (Air Operator's Certificate) a následné absolvování zkoušky dovednosti / přezkoušení odborné způsobilosti IR, jehož součástí je i prokázání znalostí PBN.

Nebo

- Rozšíření již platné kvalifikace IR, prokázáním zkušeností s provozem PBN u obchodní letecké dopravy či jiného provozovatele na základě vydaného potvrzení. Letový examinator potvrdí formulář žádosti po absolvování přezkoušení z PBN (praktické i teoretické části, teorie je přezkušována za letu, ve formě 8 otázek, kdy pilot musí správně zodpovědět alespoň 6 otázek).

ICAO reklasifikace přiblížení po zahrnutí funkčnosti a využitelnosti EGNOS SoL (Safety of Live) Service Levels je patrná z obrázku č. 8. ICAO reklasifikace typů přiblížení je reakce na vývoj technologií využívaných na přiblížení. Představení nové ICAO klasifikace RWY je v dokumentu RMT.0591.



Obrázek 8 - ICAO reklasifikace typů přiblížení [36]

V tabulce č. 2 je přehled dokumentů, které mají největší vliv na možnosti zavedení IFP (Instrument Flight Procedures) pro GA a které jsou založeny na GNSS přijímačích.

Tabulka č. 2 – Přehled dokumentů, které mají největší vliv na implementační proces IFR (PBN) pro GA [13]

Oblast	Dokument	Obsah	Publikováno v
Základní legislativní – EK	úprava EU – Nařízení	Základní a přiměřené požadavky EASA na GA	Reg. 2018/1139
		Pro implementaci IFR již není potřeba certifikát EASA ADR na GA letištích	
ADR	RMT.0591	Nová ICAO klasifikace drah	CR 2018/401
ATM/ANS	RMT.0464	Požadavky na stanoviště AFIS/stanoviště bez řízení (UNICOM)	IR 201/373 Opinion 03-2018
	RMT.0477	Technické požadavky a provozní postupy pro AIS a AIM	Opinion 02-2018
	RMT.0455	Technické požadavky a provozní postupy pro tvorbu vzdušného prostoru zahrnující letové postupy	Opinion 02-2018

FCL	RMT.0677	Jednodušší přístup pro VFR piloty k IFR létání	Opinion 01-2019
		- Získání kvalifikace BIR (basic instrument rating)	CR (EU) 2018/1119
		- Deklarované organizace (DTO)	
AIR-OPS	RMT.256-257	Provozní postupy pro PBN navigaci	CR 2016/1119
	RMT.0379	Meteorologické provozní postupy. Návrh na minimální výšky rozhodnutí pro IFR postupy na nepřístrojových drahách	NPA 2016-08
AUR	RMT.0639	PBN postupy a PBN přiblížení jako součástí IR kvalifikace. Aplikace pro poskytovatele letových služeb a ŘLP	CR 2018/1048
SERA	RMT.0476	Pravidelná aktualizace leteckých předpisů	Opinion 03-2018

3.4. Národní legislativa

3.4.1. Letecký předpis L2 – Pravidla létání

Letecký předpis 2 - Pravidla létání, velice konkrétně upravuje podmínky, za kterých lze povést let IFR. Taktéž jsou zde uvedeny informace pro obecné provedení letu, obecné zásady, postupy a pravidla.

V hlavě 2 je definována použitelnosti pravidel létání. Jsou zde vyjmenovány odpovědnosti a pravomoci velitele letadla. Žádná část se přímo netýká PBN a tyto pravidla jsou zároveň zahrnuta ve všech IFP.

Hlava 3 se zabývá všeobecnými pravidly létání, konkrétně ochranou osob, majetku, předcházení srážkám letadel, letovým plánům, službě řízení letového provozu, minimy VMC dohlednosti a vzdálenosti od oblačnosti a další. Konkrétní texty a případné úpravy jsou dále v kapitole 5.

Hlava 4 je zaměřena na lety za viditelnosti. Hlava 5 pro lety podle přístrojů. [5] Ani jedna z částí kromě obecných povah sdělení nijak dále neupravuje lety podle PBN. Představa, že piloti ke svým letům nevyužívají zařízení podporující příjem GNSS je lichá. Ministerstvo dopravy, resp. jím pověřený Úřad pro civilní letectví by měl velmi striktně kontrolovat výkon práv v rozsahu kvalifikace.

3.4.2. Letecký předpis L3 – Meteorologie

Letecký předpis L3 je složen ze dvou částí, kdy v části I se nachází jedenáct hlav a v části II se nachází doplňky k těmto hlavám. Celý předpis se zabývá všeobecnými ustanoveními, meteorologickými služebnami, pozorováními a zprávami, pozorování a hlášení z letadel,

předpovědi, informace (SIGMET, AIRMET, výstrahy, klimatologické informace), služby pro provozovatele a členy posádek, pátrání a záchrana a požadavky na komunikaci a užívání komunikace. [37] Jsou zde uvedeny automatizované informační systémy pro předletovou přípravu a briefing. V případě IFR letu z letiště, kde nejsou tyto služby zajišťovány handlingovou společností, je na pilotovi zjistit si tyto potřebné informace samostatně. Velmi důležitá jsou hlášení ATIS a VOLMET pro úspěšné provedení letu, nejenom podle PBN.

3.4.3. Letecký předpis L4 – Letecké mapy

V tomto předpisu jsou stanovené požadavky na letecké mapy ICAO, mapy standardních příletů a odletů ICAO, a dalších, velmi specifických map (mapa přiblížení podle přístrojů, letištní mapy atp.). [38] Mapy se týkají přístrojového přiblížení, avšak v předpisu není zmíněna implementace jednotného názvosloví ohledně RNP (GNSS) přiblížení. Toto sjednocení již probíhá v zemích EASA a je dále rozebráno v kapitole 5.9 Globální harmonizace a implementace.

3.4.4. Letecký předpis L10 – O civilní letecké telekomunikační službě

Letecký předpis L10 Letecké telekomunikační služby, konkrétně svazek I – Radionavigační prostředky se nejvíce teoreticky věnuje PBN. V hlavě 2 jsou uvedeny specifikace globálního družicového navigačního systému (GNSS). Z této sekce je nejvíce odkazováno na další části předpisu, konkrétně na Dodatek B, D a H. [28] Nejpodstatnější pro tuto diplomovou práci je Dodatek H – Strategie racionalizace konvenčních radionavigačních prostředků a vývoj směrem k podpoře navigace založené na výkonnosti.

V této strategii se píše, že GNSS v nejbližší době převezme hlavní navigační úlohu a konvenční způsoby navigace budou využívány pouze v případě nedostupnosti GNSS a zároveň konvenční prostředky budou sloužit těm uživatelům vzdušného prostoru, kteří ještě nejsou vybaveni GNSS přijímači.

Zavádění a implementace PBN je možná pouze tehdy, je-li zajištěna pomocí GNSS alespoň stávající úroveň bezpečnosti navigace. Dalším cílem a strategií je, že je nutné zohledňovat ekonomické, provozní a technické otázky. Je vysloven předpoklad, že dojde ke snížení současného počtu konvenčních radionavigačních zařízení o 50 i více procent. Aby to bylo dosažitelné, státy by měly vytvořit plán racionalizace. Ten by měl být součástí implementačního plánu PBN.

Při dodržení strategických plánů by mělo dojít k jednotné hustotě stanic DME, a naopak dojde k zásadnímu snížení počtu až úplnému odstranění VOR. Jednotná hustota stanic znamená, že oblasti, které jsou více pokryty zařízeními DME sníží svůj počet a naopak oblasti s nižší pokrytím a rozložením stanic DME navýší počty. DME bude nadále sloužit jako záloha při výpadku signálu GNSS při traťových letech a v konečných fázích letu.

3.4.5. Letecký předpis L11 – Letové provozní služby

V části 2.7 Letecké předpisu L 11 jsou přesně definovány požadavky na provoz s navigací založenou na výkonnosti (PBN). V České republice jsou využívány specifikace B-RNAV a P-RNAV. Navigační specifikace B-RNAV odpovídá specifikaci RNAV 5 a navigační specifikace P-RNAV odpovídá specifikaci RNAV 1, nesmí se však použít zařízení VOR/DME.

Požadavek na provoz s přehledem založeným na výkonnosti (PBS) a komunikaci založenou na výkonnosti (PBC) není v L 11 stanoven, pouze odkazuje na ICAO Doc Performance-based Communication and Surveillance (PBCS) Manual (ICAO Doc 9869). [8]

3.4.5.1. Letecký předpis L 11, Dodatek N – Letištní letová informační služba (AFIS)

Z předpisu L11 vyplývá, že k provedení letu podle pravidel IFR v letištní provozní zóně (ATZ), musí být dodrženy následující podmínky:

- V ATZ se službou AFIS (Aerodrome Flight Information Service) musí být zřízena RMZ (Radio Mandatory Zone).
- Trať IFR letu musí být konstruována tak, aby všechny letové části přiblížení a nezdařeného přiblížení byly uvnitř RMZ. Trať musí být horizontálně vzdálen od hranic RMZ minimálně 1 NM (Nautical Mile) a vertikálně 500 ft (Feet).
- Při aktivaci RMZ (tedy v prostoru ATZ, do kterého zasahuje RMZ kde je prováděn let IFR) je hranicí ATZ nově hranice RMZ.
- Provoz IFR lze uskutečnit pouze po dobu provozní doby stanoviště AFIS.
- Po dobu aktivace RMZ, která zasahuje do ATZ, je potřeba mít uzavřenou koordinační dohodu s ostatními účastníky provozu (dalšími subjekty působícími na daném letišti), kde jsou stanoveny další postupy při aktivaci RMZ (přerušení místní činnosti apod.)
- Aktivaci RMZ je potřeba provádět v souladu se schválenými postupy. Tyto postupy musí schválit ÚCL (Úřad pro civilní letectví). Součástí schválení je žádost o publikaci letových postupů IFR.
- Pro lety IFR musí stanoviště AFIS předávat informace, které jsou blíže specifikovány v předpisu L11 dodatku N.
- Dispečer AFIS musí mít k výkonu funkce odpovídající znalosti, zkušenosti a výcvik problematiky IFR postupů..
- Správu vybavení a technického zařízení pro stanoviště AFIS vykonává servisní personál v souladu se schválenou dokumentací – příručkou AFIS. Výcvik a kvalifikace pro servisní personál jsou popsány v předpisu L1, dodatku O. [8]

3.4.6. Letecký předpis L 14 - Letiště

Tento předpis vychází z Annexu 14. Jsou zde stanoveny minimální požadavky na implementaci PBN do národního prostředí z hlediska přístrojového přiblížení na nepřístrojovou dráhu. Požadavky na letiště, dráhy, jejich značení atp. jsou mezinárodně sjednoceny. Požadavky plynoucí z předpisu L 14 jsou uvedeny dále.

Umístění a směr vzletové a přistávací dráhy (RWY) ovlivňuje několik zásadních parametrů. Primárně se směr dráhy určuje podle převládajících meteorologických podmínek. Délka a šířka dráhy se nejčastěji posuzuje podle zamýšleného provozu či již současného provozu a požadavků na budoucí rozvoj RWY, které vyplývají z nedostatečné kapacity či obsluhovatelnosti současného stavu.

Letiště jsou základně kategorizována dle svých rozměrů a uvedeny v tabulce č. 3. [39]

Tabulka č. 3 – Kódové značení letišť podle L 14 [39]

Kódový prvek		Kódový prvek 2		
Kódové číslo	Délka dráhy vzletu L_z [m]	Kódové písmeno	Rozpětí křídla b [m]	Vzdálenost mezi vnějšími okraji kol hlavního podvozku b_0 [m]
1	$L_z < 800$	A	$b < 15$	$b_0 < 4,5$
2	$800 \leq L_z < 1200$	B	$15 \leq b < 24$	$4,5 \leq b_0 < 6$
3	$1200 \leq L_z < 1800$	C	$24 \leq b < 36$	$6 \leq b_0 < 9$
4	$L_z \geq 1800$	D	$36 \leq b < 52$	$9 \leq b_0 < 14$
		E	$52 \leq b < 60$	$9 \leq b_0 < 14$

Aby mohlo být zřízeno přístrojové přiblížení, musí RWY splňovat následující kritéria:

- Délka dráhy alespoň 800 m.
- Šířka dráhy alespoň 30 m.
- Typ povrchu není definován.

- Pás RWY musí přesahovat před práh RWY a za konec RWY o:
 - 60 m, kde je kódové číslo je 2,3,4,1 přístrojová.
 - 30 m, kde je kódové číslo je 1 nepřístrojová.
- Šířka pásu RWY musí sahat, pokud možno do vzdálenosti (přístrojová RWY):
 - 140 m, kde kódové číslo je 3,4; z toho 75 m musí být upravena (hlavně únosnost) pro letouny, pro které je RWY určena.
 - 70 m, kde kódové číslo je 1,2; z toho 40 m musí být upravena pro letouny, pro které je RWY určena.
- Šířka pásu RWY musí sahat, pokud možno do vzdálenosti (nepřístrojová RWY):
 - 75 m, kde kódové číslo je 3,4; z toho 75 m musí být upravena (hlavně únosnost) pro letouny, pro které je RWY určena.
 - 40 m, kde kódové číslo je 2; z toho 40 m musí být upravena (hlavně únosnost) pro letouny, pro které je RWY určena.
 - 30 m, kde kódové číslo je 1; z toho 30 m musí být upravena (hlavně únosnost) pro letouny, pro které je RWY určena. [39]
- Přibližovací světelná soustava, postranní dráhová návěstidla, prahová návěstidla, koncová návěstidla RWY, osová návěstidla RWY, návěstidla dotykové zóny RWY a osová návěstidla pojezdové dráhy². [39]

3.4.7. Letecký předpis L 4444 – Postupy pro letové navigační služby, uspořádání letového provozu

Předpis L 4444 stanoví veškeré podmínky pro lety IFR v řízených vzdušných prostorech. Pro lety PBN jsou nejpodstatnější Hlava 2 a 3. V ostatních hlavách nalezneme obecné podmínky pro vykonání letu podle pravidel bez viditelnosti země.

Řízení bezpečnosti ATS, který je obsažen v hlavě 2, nařizuje, že odpovídající regulační úřad musí zajistit úroveň letových provozních služeb, komunikací, navigace, informací, postupů atd. tak, aby byla nastavena odpovídající úroveň bezpečnosti provádění letů a harmonizace poskytování služeb ATS. K tomu je nutné implementovat vhodný způsob shromažďování a evidenci informací z širokého okruhu zdrojů. Zdrojem jsou hlášení údaje o provozuschopnosti ATS zařízení, služeb, incidentů, nehod ale i z běžných provozních záznamů. Systém pro povinné a dobrovolné hlášení událostí je definován v Safety Management Manual ICAO Doc 9859.

² Detailní informace o konstrukci světelných zařízení jsou uvedeny v dokumentu ICAO Aerodrome Design Manual.

Získaná data musí být podrobně analyzována a na základě výstupů musí být přijímána opatření vedoucí k zvyšování bezpečnosti a předcházení incidentům.[40]

Kapacita systému ATS a uspořádání toku letového provozu, obsažen v hlavě 3, se aplikuje pro stanoviště s přehledovým radarem. Stanoviště AFIS / RADIO nemusí být přehledovým radarem vybaveno.

3.4.8. Letecký předpis L 8168/I – Provoz letadel – Letové postupy

Tento předpis popisuje letové postupy podle konvenční navigace, ale i postupy podle prostorové navigace. Jsou zde uvedeny všeobecné informace o letových postupech prostorové navigace, ale podrobnosti o použitelnosti navigačních specifikací PBN na postupy jsou uvedeny jen v dokumentu PBN Manual Doc 9613.

K vykonání letu podle pravidel PBN musí mít pilot kvalifikaci IR rozšířenou o doložku PBN. Tato doložka je od 25. 8. 2020 součástí kvalifikace IR. Pokud pilot plánuje na jakékoliv části trati využít PBN, musí před zahájením letu ověřit, že existuje provozní schválení odpovídající navigační specifikace v souladu s předpisem L 8168 (RNAV 2, RNAV 1, RNP 1, RNP 0.3 a A-RNP). Pilot musí mít informaci o provozu všech požadovaných navigačních prostředků (pozemní a kosmický segment). Přijímače GNSS na palubě letadla jsou funkční, používaná navigační databáze je platná a aktualizovaná a data traťových bodů a úseků odpovídají mapovým podkladům. Je potřeba stále kontrolovat konzistenci dat v navigační databázi před zahájením nové fáze letu.

Při konstrukci přibližovací části letových cest pro PBN navigaci je potřebné správně určit, jaká kategorie letadel bude trať používat. Kategorie letadel se určuje podle indikované vzdušné rychlosti nad prahem dráhy (v_{at}). Tento kategorizační údaj slouží ke stanovení nejmenší potřebné délky RWY.

Tabulka č. 4 – Kategorie letadel podle indikované vzdušné rychlosti nad prahem dráhy [41]

Kategorie letadel	limity v_{at}
Kategorie A	$v_{at} < 169 \text{ km / h}$
Kategorie B	$169 \text{ km / h} < v_{at} < 224 \text{ km / h}$
Kategorie C	$224 \text{ km / h} < v_{at} < 261 \text{ km / h}$
Kategorie D	$261 / \text{h} < v_{at} < 307 \text{ km / h}$
Kategorie E	$307 / \text{h} < v_{at} < 391 \text{ km / h}$
Kategorie H	vrtulníky

V případě GA je možné konstruovat přiblížení pro kategorii A letadel, kdy jejich rychlost nad prahem dráhy nepřesahuje 169 km/h (91 kt). V kategorii všeobecného letectví se rychlejší

letadla nevyskytují a pokud ano, převážně jsou využívána velká regionální letiště, která svými nabízenými službami odpovídají úrovni letadlům a požadavkům zákazníků. Tyto lety nejsou rekreační, ale většinou již soukromé v kategorii business.

Dále je nutné dodržet výšky nad překážkami, a zvolit nejlepší možný postup pro přiblížení (konečné přiblížení stálým klesáním, klesání pod konstantním úhlem nebo přiblížení postupným klesáním). Při volbě postupu vizuálního manévrování pro přiblížení okruhem, není možné stanovit jednotná pravidla, jelikož každý terén v okolí letiště je specifický. Pak je potřeba vycházet ze zkušeností z dlouhodobého provozování přiblížení za podmínek VFR. Pro kategorii letadla A je minimální výška pro přiblížení vizuálním manévrováním (přiblížení okruhem) nad překážkami stanovena na 90 m (295 ft) a minimální dohlednost 1,9 km (1 NM). [41]

3.5. Země, kde jsou zavedeny PBN postupy pro přístrojové přiblížení pro GA

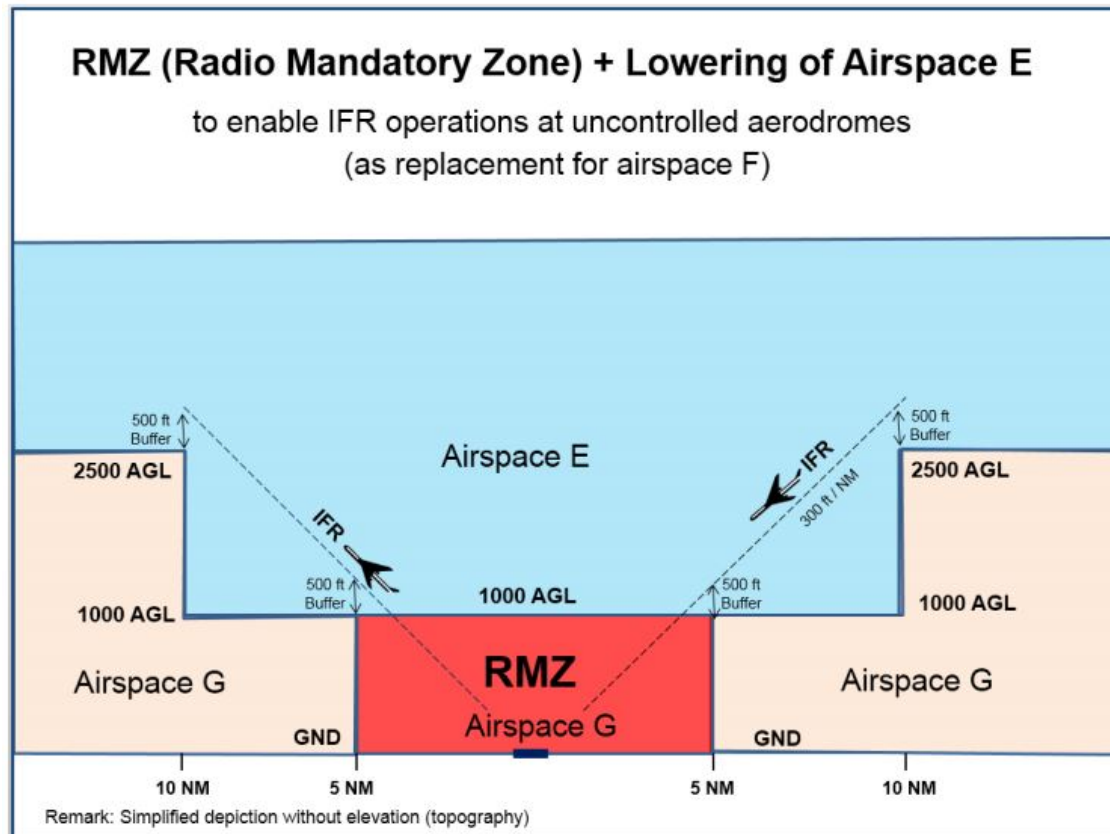
Některé země, ať spadají pod EASA či nikoliv, implementovali IFP pro lety GA na nepřístrojových drahách. Prvotním základem je, že vyřešili problém vzdušného prostoru nad letištěm a zajistili, že v dané vzdušné oblasti se nachází pouze jedno IFR letadlo.

Země, které jsou v této kapitole uvedeny, jsou vybrány primárně z toho důvodu, že mají nejvíce nepřístrojových drah v Evropě (cca 5300 nepřístrojových drah a cca 2700 letišť), většina z nich je nekomerčních. Tři čtvrtiny drah se nachází v Německu, Francii, Velké Británii a Itálii. [13]

3.5.1. Německo

Německý vzdušný prostor disponuje dvěma variantami řešení. První řešení zakládá na tom, že dojde ke snížení třídy E vzdušného prostoru z původních 2500 ft na 1000 ft. Druhou variantou je, že prostor RMZ bude naopak rozšířen, obdobně jako CTR, které sahá od země do stanovené výšky pomocí stavění válců různých průměrů na sebe tak, aby byl zajištěn a ochráněn prostor pro přilétávající IFR letadla.

Hlavní výhodou prvního řešení je ta, že počátek sestupu (přiblížení) je na základě povolení ATC. Ten zajišťuje rozstupy okolního provozu. Pokud dojde ke snížení třídy E vzdušného prostoru, tak velkou část IFR provozu bude stále pod dohledem kontrolovaného vzdušného prostoru. Další podmínkou provozu a přístrojového přiblížení na nepřístrojovou dráhu je ten, že na letišti musí být v provozu služba AFIS. Požadavky na dispečery AFIS nejsou ještě stanoveny, tento proces teprve probíhá. Přesto je již možné provést přilet IFR na neřízené letiště a na nepřístrojovou dráhu.



Obrázek 9 - Snížení vzdušného prostoru třídy E v Německu [51]

Před snížením vzdušného prostoru třídy E byl v Německu dočasně zaveden vzdušný prostor třídy F. Ten byl však zrušen s platností od 11. 12. 2014 (Viz AIC VFR 01/14). Místo vzdušného prostoru třídy F byla zavedena RMZ zóna. Ta zcela leží ve vzdušném prostoru třídy G, hranice třídy E byla snížena.

Před vstupem do RMZ je nutné kontaktovat řízení letového provozu nebo letovou letištní informační službu (AFIS/RADIO) na publikovaném kmitočtu a předat následující informace:

- ID volané stanice,
- imatrikulaci a typ letadla,
- polohu, nadmořskou výšku a úmysly pilota.

Pro let IFR v řízeném vzdušném prostoru (ve vzdušném prostoru třídy E) je nutné dodržování IFR procedur, které jsou v ICAO Doc 8168. Tyto procedury platí stejně i v třídě G, ale postupy nepodléhají povolení. Pokud pilot učiní jiný postup, nebudou letu IFR poskytnuty navigační služby. [52]

Je nutné vždy udržovat příposlech frekvence a vysílat, i když je letiště mimo provozní dobu. Jako příklad letiště s IFR provozem je letiště Eggenfelden (EDME) a mapa přiblížení je v příloze č. 3. [53]

3.5.2. Francie

Ve Francii jsou povolené IFR lety ve vzdušném prostoru třídy G, a to pouze za předpokladu, že se let nachází v RMZ či TMZ (Transponder Mandatory Zone) zónách. Vždy by měla být zajištěna obousměrná komunikace (letadlo – země). Před vstupem do RMZ / TMZ je nutné, aby se pilot na publikovaném kmitočtu ohlásil s informacemi:

- ID volané stanice,
- volací znak,
- typ letadla,
- polohu, nadmořskou výšku,
- a úmysly pilota.

Francouzský AIP (Aeronautical Information Publication) upravuje i situace, kdy let IFR vstupuje buď do řízeného okrsku / letové informační služby; nebo do prostoru neobsazeného letiště. V případě neobsazeného letiště je pouze na pilotovi, aby si zjistil potřebná data nutná k přistání a zvážil, zda je bezpečné přistát. To stejné je i s přiblížením na přistání, pilot by měl postupovat podle zveřejněných postupů, pokud mu to meteorologické podmínky dovolují. Pokud ne, může se odchýlit od zveřejněné tratě, je však pouze na jeho úsudku, zda je to bezpečné. To však platí pouze na letištích, která mají ATS (tj. ATC či AFIS).

Pokud má být provedeno IFR přiblížení na nepřístrojovou dráhu bez ATS, pak musí být dodržena následující pravidla:

- Údaj o letištním QNH je přenášen automatickým rádiovým systémem pro poskytování pravidelných informací.
- QNH je vysíláno stanicí uvedenou v IAC (Instrument Approach Chart).
- Záložní letiště, zvolené provozovatelem nebo pilotem poskytuje v plánované provozní době služby ATC.

Přístrojové přiblížení vždy končí přiblížením po okruhu. Výšková minima jsou uvedena v AIP daného letiště. [54] Přístrojové přiblížení na nepřístrojovou dráhu nejsou implementována, přesto je v příloze č. 4 [55] uveden příklad, kde je RNP přiblížení na letiště s nepřístrojovou dráhou a je povolené i mimo provozní dobu AFIS. Přiblížení podle přístrojů musí být ukončeno ve stanovené výšce nad terénem (1000 ft) a provést přiblížení okruhem. Minima jsou pak vyšší, než když je dostupná služba AFIS. Let a počátek přiblížení je pod službou nejbližšího řízení letového provozu. To předá pilotovi pouze informace o lokálním QNH. Osvětlení dráhy je ovládáno klíčováním (stisknutím tlačítka pro rádiové vysílání) na přiděleném kmitočtu letiště. Obecně platí, že pokud pilot provede tři klíčování, veškeré letištní osvětlení se rozsvítí nízkou intenzitou (dráha, pojízděcí dráha, větrný rukáv, stojánka). Pokud je klíčování provedeno

pětkrát, veškeré osvětlení se rozsvítí vysokou intenzitou. Pokud pilot klíčuje sedmkrát, pak se veškeré osvětlení vypne. V úkonech v posledním úseku přiblížení je pilot povinen alespoň třikrát znovu klíčovat, aby nedošlo k zhasnutí osvětlení letiště ještě před přistáním. [63]

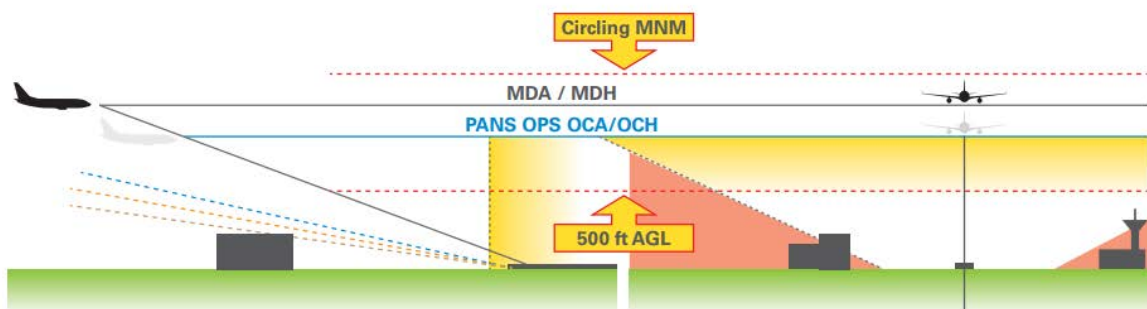
Pokud pilot nenaváže vizuální kontakt v předepsaných minimech, pak zahájí postup nezdařeného přiblížení a přiblížení opakuje. Pokud ani poté nenaváže vizuální kontakt, pak ho řídicí divertuje na jiné, buď záložní letiště uvedené v plánu, nebo nejbližší možné, podle situace. Tento případ je uveden v příloze č. 6. [62]

3.5.3. Švýcarsko

Švýcarsko je velmi členitá země. Přiblížení a přistání zde, zvláště pokud se jedná o letiště v Alpách, bude samo o sobě náročné. IFR procedury jsou zde více než nutné, jelikož počasí v Alpách se mění velmi rychle a IFR procedury zvyšují bezpečnost. Švýcarská konfederace vydala nařízení, ve kterém stanovuje minima pro IFR přiblížení na nepřístrojových drahách. Jediné letiště ve Švýcarsku, které splňuje požadavky ICAO Annex 14, je Zürich Geneva. Legálnost tohoto nařízení je na základě ICAO Doc 8168 (PANS OPS) a ICAO Annex 14, Volume I (Aerodrome design and operations). Toto nařízení vešlo v platnost 1. ledna 2010. [13]

Stanovení minim pro IFR přiblížení

Ochranné roviny (pásma) přístrojových drah jsou předmětem požadavků na volnost od překážek. Překážky, které se nacházejí v okolí, musí být zaznamenány v databázi, aby k nim pilot měl přístup. To je nevhodnější skrz navigační přijímač GNSS. Překážky musí být označené a osvětlené. Tyto překážky v okolí stanovují MDH/MDA (Minimum Decision Height a Minimum Decision Altitude). Pro Švýcarsko je stanovena minimální výška na 500 ft, která se může v závislosti na překážkách zvyšovat. [44]



Obrázek 10 - Švýcarsko, OCA/H je 500 ft [13]

První letiště, které bylo „otevřeno“ pro přístrojové přílety mimo provozní dobu letiště je letiště Grenchen. Postup pro přílety, tedy řešení vzdušného prostoru nad tímto letištěm, je prezentován v dokumentu AIC 007/2017 A; Představení konceptu RMZ na letišti Grenchen

(LSZG). Je zde popsáno, že vzdušný prostor nad letištěm je v pracovní době charakteru CTR, tedy třída vzdušného prostoru D do 4500 ft. Mimo provozní dobu letiště je toto CTR převedeno do RMZ, tedy třída vzdušného prostoru G do 2000 ft. Jediným radionavigačním prostředkem, který lze využít je DME. VOR ani INS nejsou dostupné. Osvětlení drah je následující: Osvětlení RWY (Runway), TWY (Taxiway), vyčkávací body (pro RWY i TWY) (PSN Markings), značení konce TWY. Stop příčky nejsou osvětleny.

Provozní principy:

- Pravidlo, které je nastaveno v době mimo provozní dobu k zabránění kolizí je: „koukej a vyhni se,“ v souladu se všeobecnými pravidly pro létání mimo oblačnost v třídě G.
- Do prostoru RMZ může vstoupit pouze jeden IFR let. To je zajištěno nejbližším CTR stanovištěm, které je v provozu. V tomto případě se jedná o Bern APP.
- Toto stanoviště APP podá pouze letu IFR informace o QNH a dráze v používání. Žádné další informace nejsou předávány.
- Všechny lety v RMZ musí udržovat obousměrné radiové spojení.
- Všechny posádky vstupující do prostoru RMZ musí vysílat slepé zprávy ve specifických bodech a jakékoliv změny od plánu, výšky či směru letu budou okamžitě hlásit i mimo tyto body.
- Další detaily provozu jsou popsány v AIP.

Pokud pilot chce další meteorologické informace, musí si je zjistit sám. V AIPu (Aeronautical Information Publication) je uveden způsob, jak se k těmto doplňujícím informacím dostat, obecně ale pilot provádí samostatný briefing za použití webové stránky www.skybriefing.com.

Parametry RNAV dráhy LSZG [45]:

- Rozměry: 1060 x 60 m;
- Povrch: Asfalt;
- SWY (Stop Way), CWY (Clear Way), OFZ (Obstacle Clear Zone) nejsou aplikovány;
- Provozní doba služby řízení, AFIS je dle následující tabulky č. 5.

Tabulka č. 5 – Provozní doba služby řízení a letové informační služby na letišti LSZG [45]

Čas UTC	Pondělí	Úterý	Středa	Čtvrtek	Pátek	Sobota	Neděle
2000–0700	NIL	NIL	NIL	NIL	NIL	NIL	NIL
0700–1015	AFIS	ATC	ATC	ATC	AFIS	AFIS	AFIS
1015–1045	NIL	NIL	NIL	NIL	NIL	NIL	NIL
1045–1500	AFIS	ATC	ATC	ATC	AFIS	AFIS	AFIS
1500–2000	NIL	NIL	NIL	NIL	NIL	NIL	NIL

Mapa letiště a přístrojového přiblížení RNAV (GNSS) LSZG jsou v příloze č. 1. [45]

3.5.4. Velká Británie

Velká Británie je jediná země, která má implementováno přístrojové přiblížení na nepřístrojových drahách. Anglický úřad pro civilní letectví (CAA UK) vydal dokument, který implementuje přiblížení podle přístrojů, již v roce 2014 (CAP 1122). Dokument řeší všeobecné představení konceptu, právních odpovědností, požadavků na přiblížení, cíle aplikace, proces aplikace, bezpečnostní analýzu, bezpečnostní argumenty, konstrukci přístrojových přiblížení, přístrojové postupy se zvýšenými minimy, postup pro stanovení minimálních výšek a kontrola po implementaci.

Přístrojové postupy by měly být použity tam, kde je v provozu alespoň služba AFIS. Pokud tomu tak není, provozovatel letiště musí předložit velmi silné argumenty, že v daném prostoru nedojde ke sblížení VFR a IFR provozu. Jedním z argumentů může být velmi nízký provoz nebo odlišné postupy pro VFR přiletů a IFR přiletů, hlavně se jedná o nezdařené IFR přiblížení, aby se letadlo nemohlo potkat s VFR letem. Zároveň by nemělo docházet k velkým odlišnostem ve standardních IFR postupech, pokud to terén a prostředí letiště dovolují. Jsou to tedy přístrojové postupy s vyššími minimy (výška rozhodnutí). Tento dokument povoluje možné národní úpravy pro dráhy, které nemusí být plně vybaveny přístrojově, dovoluje určité odchylky. Vždy záleží na individuálním letišti a jeho možnostech. Zde jsou uvedeny výstupy z části „Přístrojové postupy s vyššími minimy“:

- Přístrojové postupy budou v souladu s PANS-OPS, a proto pro piloty nebudou procedury neznámé.
- Výška rozhodnutí OCH (Obstacle Clearance Heights) bude vyšší než na letištích s vybavením přístrojovými drahami a tam, kde je služba ATS.
- Přístrojové postupy budou určeny pouze pro letadla kategorie A, B a H a dále mohou být limitována letadla podle uvážení provozovatele letiště.
- Přístrojové postupy budou používány pouze piloty, kteří mají kvalifikaci IR nebo IMCR (Instrument Meteorological Conditions Rating)

Přístrojové postupy budou publikovány v UK (United Kingdom) AIP a kde to bude vhodné, změny budou vyznačeny v leteckých mapách. [57]

Výsledek přístrojového postupu pro dané letiště bude založen na následujících bodech:

Tabulka č. 6 – Závazné body pro tvorbu přístrojového přiblížení na nepřístrojové dráze [57]

OCH – systém minim	Nebude nižší než 500 ft (za předpokladu, že neexistují žádné omezující překážky)
RVR (dráhová dohlednost)	Nebude nižší než 1800 m
Požadavky na RWY	Dráhová klasifikace 1 – není uplatňován dokument CAP 232 Aerodrome Survey Dráhová klasifikace 2 – dráhové vybavení na APV (Approach Procedure with Vertical Guidance) přiblížení
Vzdušný prostor / prostředí	Služba řízení nebo letištní letová informační služba; nebo vytvoření bezpečného systému, který zamezí vstupu dalších letadel do prostoru a současného použití provozování přístrojového přiblížení s přechodem na let po okruhu s vizuálním kontaktem

3.5.5. Nový Zéland

Nový Zéland je zde uveden jako příklad ne-evropské země. Nový Zéland má několikaleté zkušenosti s postupy IFR na neřízených a neobsazených letištích. Výukový materiál, který je uveřejněn na webových stránkách novozélandského úřadu pro civilní letectví, byl vytvořen podle letiště Kerikeri / Bay of Islands (NZKK) a následně zanesen do novozélandského AIPu (dále jen AIP NZ), část ENR (En-route). Mapa letiště a přiblížení RNAV (GNSS) je uvedeno v příloze č. 2. [56]

Výňatky z AIP NZ ENR 1.1–36

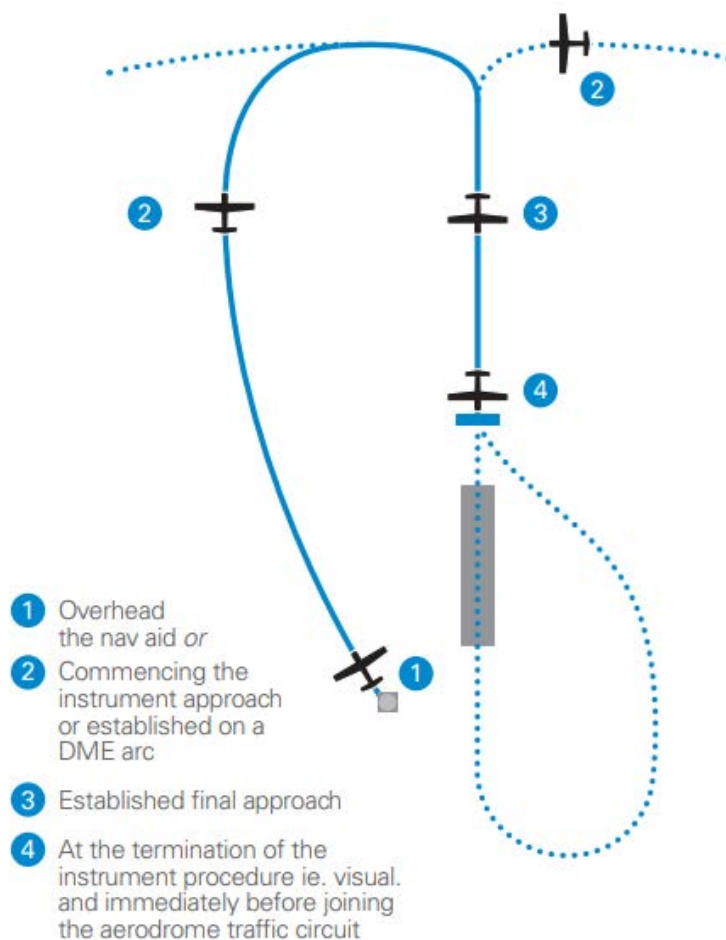
- Neobsazená letiště zahrnují letiště, která mají službu řízení letového provozu nebo AFIS, ale jsou mimo provozní dobu (ENR 6.2.1)
- Poziční hlášení při přístrojovém přiletu:
 - Všichni piloti, kteří se nacházejí mimo CTR / TMA, zároveň ve vzdušném prostoru pod 3000 ft nad terénem a zároveň v okolí 10 NM od letiště, na které zamýšlejí přistát přístrojově, budou monitorovat provoz na pracovním kmitočtu letiště. (ENR 6.2.2)
 - Pro sjednocení, zjednodušení a zajištění bezpečnosti, budou piloti hlásit v bodech vyobrazených na obrázku č. 11 (ENR 6.2.3)

Bod 1.: Při přeletu radionavigačního pozemního zařízení.

Bod 2.: Při zahájení přístrojového přiblížení nebo ustálení na DME.

Bod 3.: Při ustálení na koncovém přiblížení.

Bod 4.: Při ukončení přístrojového přiblížení (např. vizuální kontakt s dráhou) a bezprostředně před zařazením se do letištního okruhu.



Obrázek 11 - Body hlášení při přiblížení IFR v NZ vzdušném prostoru [13]

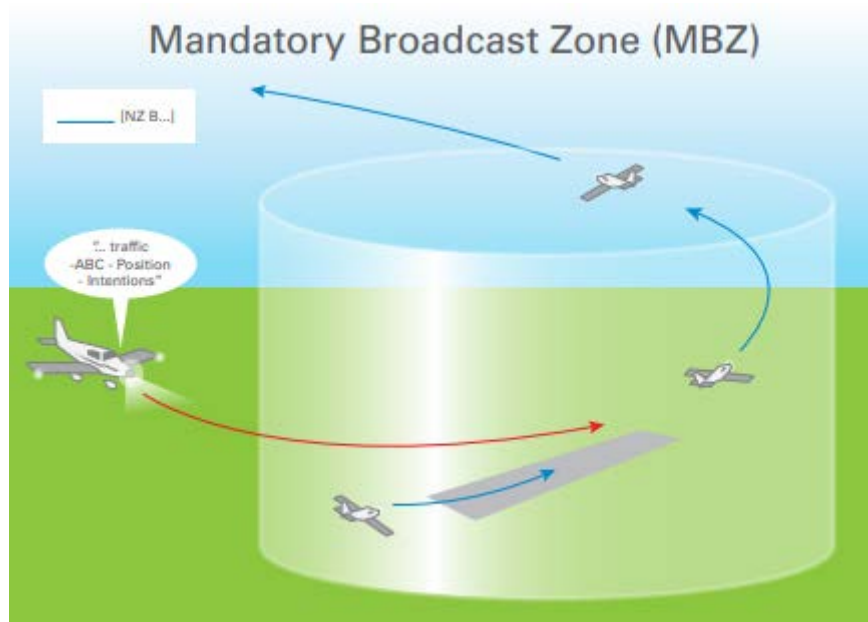
Rozstupy od dalšího provozu mimo řízení letového provozu se řídí následujícími pravidly:

- Primárně si piloti zajišťují rozstupy sami.
- Na žádost pilota může služba řízení letového provozu předat informaci o hrozící srážce či kolizním kurzu s dalším provozem či může předat zprávu jinému IFR provozu a již existujícím provozu v dané oblasti. (ENR 9.8)

MBZ (Mandatory Broadcast Zone) je prostor podobný RMZ, který česká legislativa zná a definuje ho jako prostor, kde je povinné mít radiové zařízení na palubě. RMZ je z vlastní definice ještě o něco dál, jedná se o prostor, kde je povinné mít zařízení, které je schopno vysílat a přijímat radiové vlny. V MBZ platí další, následující pravidla [47]:

- Oznamit polohu před vstupem, záměr vstoupit do prostoru, zařazení se do okruhu, před vstupem na dráhu a ve specifických intervalech hlásit polohy definované v AIP ENR 6.2.3 (poziční hlášení).
- Protisrážkový maják a přistávací světla (pokud je jimi letadlo vybaveno) musí být zapnuta.
- Letadlo bez funkčního rádiového zařízení nesmí vstoupit do tohoto prostoru.

Znázornění MBZ prostoru je na obrázku č. 12. Tento prostor je srovnatelný s prostorem RMZ (viz kapitola 3.4.5.1 Letecký předpis L 11, Dodatek N – Letištní letová informační služba (AFIS)).



Obrázek 12 - Mandatory Broadcast Zone – řešení vzdušného prostoru na Novém Zélandu [13]

3.5.6. Spojené státy americké

Povolení k zahájení sestupu uděluje nejbližší stanoviště řízení letového provozu. RNP přiblížení začíná již ve vzdušném prostoru třídy E. Ve Spojených státech je třída E vzdušného prostoru od 700 do 14 500 ft nad terénem. Do tratě přiblížení může vstoupit pouze jedno letadlo. Po udělení povolení letadlo přechází na kmitočet označovaný jako UNICOM, který je často totožný s provozním kmitočtem letiště. Při vstupu do neřízeného prostoru G, kde není zajištěna separace od ostatního provozu (IFR / VFR), je aplikována metoda „see and avoid“ – „koukej a vyhnij se“. Kontakt s ostatními uživateli vzdušného prostoru je zajištěn díky frekvenci UNICOM a přístrojové procedury jsou zajištěny díky SBAS. Poté je možné snížit minima RNP APCH na LPV minima (tedy výška rozhodnutí je 200 ft) či LNAV. Meteorologické informace jsou poskytovány automatickým systémem AWOS (Automated Weather Observation System). Ten přenáší data o: rychlosti a směr větru; teplotě; vlhkosti; výšce oblačnosti. V případě

potřeby je možné zainvestovat do rozšířené verze systému a získat doplňkové údaje o: QNH, teplotě rosného bodu, hustotě vzduchu a převládající a poryvové složky větru. [60]

Cena AWOS systému se pohybuje mezi 150.000 USD až 200.000 USD s náklady na roční údržbu okolo 10.000 USD.

Mapa přístrojového přiblížení je v příloze č. 5. Jedná se o letiště Tompkinsville-Monroe County v Kentucky (KTZV) [61].

3.6. Shrnutí kapitoly 3 – Analýza současného stavu v ČR a v zahraničí

Potřebu přístrojového přiblížení v neřízeném prostoru a na nepřístrojové dráhy si světové regulační organizace uvědomily již před nějakým časem a začaly podnikat kroky k regulaci odpovídajících postupů. Přesto ani mezinárodní předpisy nejsou kompletně ucelené, ale je již znám možný obraz budoucnosti v oblasti PBN. V současné době je však na konkrétních státech, jak tuto podobu implementují a jak jsou akceschopné jejich státní orgány vykonávající dozor nad civilním letectvím.

Ze zhodnocení současného stavu legislativy, konkrétně předpisů řady L, jejichž znění se týká oblasti navigace PBN, vyplývá, že není možné provést let IFR mimo řízený vzdušný prostor nebo RMZ a na neřízeném letišti s nepřístrojovou dráhou přistát či z něho odletět. Předpis L11 sice lety IFR v rámci RMZ povoluje, v současnosti však neexistuje žádný schválený prostor RMZ. Koncept, kdy by nedošlo k navýšení pozemní infrastruktury letiště, ale byl by možný přilet a odlet podle přístrojů až „do země“, je neproveditelný podle současného znění českého legislativního prostředí.

V některých evropských i mimoevropských zemích je koncept PBN na neřízeném letišti a na nepřístrojově vybavenou dráhu již proveditelný. Některé země tuto problematiku vyřešily celostátně, některé se tomu naopak vyhýbají a nechají letiště si implementovat tento typ procedur samostatně.

4. Analýza provozní bezpečnosti přístrojového přiblížení na nepřístrojových drahách

Tato kapitola je rozdělena na 3 podkapitoly a jejich shrnutí. V podkapitole 4.1 jsou stanoveny dílčí charakteristiky bezpečnosti provedení letu. Co všechno má přímý i nepřímý vliv na bezpečnost letu.

V poslední podkapitole 4.2 je aplikována analýza FHA (Fault Hazard Analysis), která slouží k systematickému a úplnému rozboru poruchových stavů – skutečností / situací, které mohou vzniknout při implementaci přístrojového přiblížení v ATZ na nepřístrojovou dráhu.

4.1. Dílčí charakteristiky bezpečnosti provedení letu

Dráha (RWY)

RWY nemá přímou vazbu na bezpečnost, avšak vizuální kontakt pilota s dráhou je velmi důležitý ke správnému vedení letadla na přistání. Tento prvek je možné považovat za velmi důležitý zvláště, pokud přístrojové přiblížení na nepřístrojovou dráhu bude končit v určité výšce nad terénem, kde pilot musí navázat po vizuálním kontaktu s dráhou letem po okruhu. Rozpoznatelnost dráhy v okolním terénu je dána jejím povrchem (tráva, asfalt, beton atd.), její délkou, šířkou a značením.

Světla

Osvětlení dráhy, potažmo letiště, je dalším velmi důležitým faktorem mající vliv na bezpečnost provedení letu. Osvětlení pomáhá pilotovi se orientovat a včas rozpoznat umístění a směr dráhy v terénu. Největší vliv na bezpečnost má právě dráhové osvětlení, to se skládá z: světla osy dráhy, postranní dráhová světla, práh dráhy, označení místa dotyku, sestupová světelná soustava a přibližovací světelná soustava.

Stanoviště řídicího letového provozu, dispečera AFIS a dispečera RADIO

Předáním aktuálních informací o probíhajícím provozu se zvyšuje úroveň bezpečnosti provedení letu. Potřebné informace jsou dvojího charakteru: provozní informace a meteorologické informace. Informace o provozu zamezuje sblížení a srážkám letadel. Meteorologická informace pomáhá v rozhodování, zda pokračovat v přiblížení či provést proceduru nezdařeného přiblížení anebo divertování na záložní letiště.

Palubní přijímač GNSS

Zařízení použité pro navigaci na palubě letadla má vliv na přijímání signálu GNSS, tedy má vliv na integritu, kontinuitu, dostupnost a přesnost. Pokud je palubní vybavení lepší, než požadují minima, anebo pokud se na palubě nachází i záložní vybavení, pak se úroveň bezpečnosti ekvivalentně zvyšuje.

Minima

Minima jsou rozdělena do dvou kategorií na dohlednost a výšku základny oblačnosti. Čím je dohlednost vyšší, a čím je vyšší základna oblačnosti, tím se snižuje pracovní zátěž a pilot má více času na rozhodování. Minima lze tedy označit jako časový úsek potřebný k provedení reakce (opakování přiblížení, vyhnutí se srážce, diverze atd.).

Úkony

Úkony, které je nutné vykonat v jednotlivých fázích letu jsou přímo závislé na náročnosti postupu na přiblížení. Pokud má pilot k dispozici vertikální a/nebo horizontální vedení, výskyt chyb se snižuje. Zároveň s údajem o vzdálenosti (od letiště) se snižuje zátěž pilota.

Z definic dílčích charakteristik bylo možné stanovit bezpečnost podle jednotlivých typů přiblížení. Výsledky bezpečnosti jsou uvedeny v tabulce č. 7. [59]

Tabulka č. 7 – Hodnocení bezpečnosti přiblížení [59]

Pořadí	Typ přiblížení	Střední hodnota bezpečnosti
1.	APV	0,2509
2.	ILS	0,2456
3.	VOR	0,2426
4.	GNSS(RNAV)	0,2394
5.	NDB	0,2199

4.2 Aplikace vybraných analýz na bezpečnost provedení přístrojových postupů v neřízeném prostoru a na nepřístrojovou dráhu

V kapitole č. 3 *Analýza současného stavu problematiky v ČR a v zahraničí* je shrnutí, které říká, že v České republice je možné legálně provést let podle přístrojů mimo řízený vzdušný prostor, ale nelze přistát na nepřístrojovou dráhu. Zároveň jsou uvedeny příklady, jak jiné státy implementovaly přístrojové létání do svých předpisů. Má smysl usilovat o implementaci letů podle přístrojů v nekontrolovaném vzdušném prostoru v České republice? Je provedení přístrojového přiblížení na nepřístrojově vybavenou dráhu bezpečné?

V první řadě je potřeba analyzovat, zda je přístrojové přiblížení na nepřístrojovou dráhu a v neřízeném prostoru bezpečné.

K tomuto cíli je možné použít teorii bezpečnosti dle modelu STAMP nebo dle modelu FHA. Na první pohled se zdá, že model STAMP je pro tento typ metodiky vhodnější než FHA. STAMP hledá příčiny selhání v modelu řízení celého systému, nezabývá se konkrétními selháními, ale selháními jako celku. Metodika pro tvorbu studií bezpečnosti v letecké dopravě s využitím

kvantitativních metod (STAMP) je příliš rozsáhlá a odpovídá procesům řízení změn v rámci systémů řízení provozní bezpečnosti leteckých organizací (SMS). SMS (Safety Management System) se neuplatňuje na malých letištích, na které je uvažováno zavedení postupů podle přístrojů. [68]

K tomuto cíli byla vybrána metoda FHA (Functional Hazard Analysis), PSSA (Preliminary System Safety Analysis) a SSA (System Safety Analysis). Tyto analýzy se využívají k dokumentaci bezpečnostního procesu systému. Pro každé selhání systému, které je zapříčiněno konkrétním scénářem, může existovat mnoho různých kombinací selhání. [66]

Tato metoda již byla použita při analýze provozní bezpečnosti na letišti v Hradci Králové. Zde však bylo vycházeno z předpokladu, že let podle přístrojů nekončí v určité výšce v blízkosti letiště, ale je provedeno úplné přiblížení a přistání podle přístrojů. Tato analýza byla provedena již v roce 2016, kdy potřebné mitigační procesy mohou být jiné či zastaralé. Uvedené pravděpodobnosti výskytu jsou založené na interních datech ŘLP (Řízení letového provozu ČR). Analýza uvedená v této diplomové práci vychází z předpokladu, že let IFR končí v 1000 ft a konečná fáze přiblížení a přistání je provedena za pravidel VFR.

Druhou analýzou aplikovatelnou na scénář letu IFR do 1000 ft a následného přechodu na pravidla VFR je FMEA (Failure Mode and Effect Analysis).

4.2.1 Fault Hazard Analysis (FHA) a Preliminary Safety Analysis (PSSA)

Tabulka č. 8 – Kvalitativní stanovení závažnosti následků (SOCS) [65]

Vážnost	Katastrofická	Nebezpečná	Vážná	Nízká	Zanedbatelná
Vliv na provoz	Nehoda	Vážný incident	Incident	Lehký incident	Bez dopadu na bezpečnost

Tabulka č. 9 – Matice rizik (RCS) [65]

			Pravděpodobnost výskytu				
			1	2	3	4	5
			Častá	Pravdě- podobná	Občasná	Velmi malá	Nepravdě- podobná
Vážnost	1	Katastrofální	A	A	A	B	C
	2	Nebezpečná	A	A	B	C	D
	3	Vážná	A	B	C	C	D
	4	Nízká	C	C	C	D	D
	5	Zanedbatelná	D	D	D	D	D

Vyjádření četnosti výskytu událostí je následující:

- 1 - Častá: Událost se může vyskytovat mnohokrát.
- 2 - Pravděpodobná: Je velmi pravděpodobné, že událost se vyskytne několikrát.
- 3 - Občasná: Je pravděpodobné, že čas od času k této události dojde.
- 4 - Velmi malá: Událost se vyskytne pouze ve vzácných případech.
- 5 - Nepravděpodobná: Je nepravděpodobné, že událost se vyskytne po celou dobu fungování systému.

Pro komplexnost daného problému a ucelení analýz budou analýzy FHA a PSSA spojeny dohromady, stejně tak nástroje na posuzování, tedy dojde k propojení matice rizik a kvalitativním stanovení závažnosti následků vlivu na provoz. Analýza SSA nebyla aplikována. SSA se používá na již existující systémy.

Pro analýzu byly na základě dílčí charakteristiky bezpečnosti provedení letu vytvořeny logické oblasti, které pod sebou zahrnují dílčí charakteristiky bezpečnosti. Konkrétní oblasti jsou:

- plánování letu (PL);
- meteorologické informace (MI);

- letové postupy (LP);
- vybavení letiště, jehož součástí je i infrastruktura (VL);
- lidská výkonnost a omezení (LO).

Pro zpřehlednění analýzy (tabulka č. 10) byla použita následující legenda, kde jsou uvedeny předpokládané vlivy na poskytování letištní letové informační služby, jsou vyjmenovány v tabulce č. 11 [65]:

Tabulka č. 10 – Legenda k použitým zkratkám v FHA analýze [65]

Označení v analýze	Význam
ATZ 1	neschopnost poskytovat letištní letovou informační službu
ATZ 2	částečná neschopnost poskytovat letištní letovou informační službu
ATZ 3	ukončení poskytování letištní letové informační služby
ATZ 4	zvýšené pracovní zatížení

Vyslovené míry bezpečnosti v analýze jsou uvedeny za následujících podmínek a závažnost nebezpečí je definována podle nejhoršího důvěryhodného scénáře. Jedná se o: [65]:

- Složitá situace (více letadel ve vzdušném prostoru ATZ / RMZ; pohyb letadel, osob i dalších dopravních prostředků po provozních plochách letiště).
- Nepříznivé povětrnostní podmínky (střihy větru, stálý boční vítr, silný přízemní vítr, silné sestupné a vzestupné proudy v prostorech po vzletu či v prostoru 3. a 4. zatáčky).
- Absence dalšího pozemního personálu (výpomoc na provozních plochách, tankování, předávání informací). Na malých letištích je obsluha pumpy, navádění letounu po přistání na parkovací stání, vybírání přistávacích poplatků a další služby jsou na dispečerovi AFIS/RADIO.

Analýza vychází z platného znění předpisů. Také vychází z předpokladu, že dle inspirace z okolních států je možné kombinovat IFR a VFR přílet, a ne vždy je vhodné trvat na IFR přiblížení až do úplného přistání. Po konzultaci s ÚCL, která jednoznačně podpořila návrh IFR letu do 1000 ft a následného přechodu na VFR, je tento scénář analyzován.

Pro úplnost posouzení analýzy je nutné si stanovit přijatelné riziko. Vážnost a pravděpodobnost výskytu se nesmí dostat do oblasti A, graficky znázorněnou červeně. Do oblasti B, graficky znázorněná oblast oranžově, se nesmí kombinace vážnosti a pravděpodobnosti vyskytovat ve více jak 10 % všech scénářů. Ve žluté oblasti grafu se nesmí kombinace vyskytnout více jak ve 40 % všech případů.

Tabulka č. 11 – Analýza provozní bezpečnosti – Plánování letu, na letišti se zavedeným IFR provozem, částečně převzato z [65]

#	Definované riziko	Vliv	ATM	Vážnost	Pravděpodobnost	RCS	Mitigační proces
PL-1	Nevědomost stanoviště RADIO o příletu IFR letu	Na dotčeném letišti nebudou povoleny žádné další IFR lety	ATZ 4	Zanedbatelná	Velmi malá	D	Letový plán předmětného letu je k dispozici, povinné radiové hlášení při příletu do RMZ/ATZ
PL-2	Ostatní složky letového provozu nemají aktuální informace o dotčeném letišti	Na dotčeném letišti nebudou povoleny žádné další IFR lety	ATZ 4	Nízká	Velmi malá	D	--
PL-3	Ostatní složky letového provozu nemají data letového plánu IFR odletu z dotčeného letiště	Letový plán by měl být konzultován s provozovatelem letiště	ATZ 4	Nízká	Velmi malá	D	--
PL-4	Přílet letu IFR mimo provozní dobu AFIS	Nemožnost na cílovém letišti přistát, nutnost diverze na jiné letiště	ATZ 4	Nízká	Velmi malá	D	--

Tabulka č. 12 – Analýza provozní bezpečnosti – Meteorologické informace, na letišti se zavedeným IFR provozem, částečně převzato z [65]

#	Definované riziko	Vliv	ATM	Vážnost	Pravděpodobnost	RCS	Mitigační proces
MI-1	Nedostatečné/nesprávné informace o meteorologické situaci poskytnuté pilotovi (síla a směr větru, QNH, dráhová dohlednost, výška základny oblačnosti, pokrytí oblohy oblačností atd.)	Nezdařené přiblížení	ATZ 2	Nebezpečná	Nepravděpodobná	D	Automatická informační METEO služba, automatické vydávání zpráv METAR
MI-2	Pilot nemá informace o meteorologické situaci	Nezdařené přiblížení, diverze	ATZ 1	Nebezpečná	Nepravděpodobná	D	Automatická informační METEO služba, automatické vydávání zpráv METAR
MI-3	Nedostatečné/nesprávné informace o stavu RWY poskytnuté pilotovi	Prohlídka dráhy	ATZ 1	Nebezpečná	Nepravděpodobná	D	Povinné prohlídky RWY v časových intervalech
MI-4	Nedostatečná/nesprávná aktualizace informací při změně meteorologické situace poskytnutých pilotovi (síla a směr větru, QNH, dráhová dohlednost, výška základny oblačnosti, pokrytí oblohy oblačností atd.)	Vážný incident	ATZ 1	Nebezpečná	Nepravděpodobná	D	Povinnost provozovatele letiště informovat o význačných změnách

Tabulka č. 13 – Analýza provozní bezpečnosti – Letové postupy, na letišti se zavedeným IFR provozem, částečně převzato z [65]

#	Definované riziko	Vliv	ATM	Vážnost	Pravděpodobnost	RCS	Mitigační proces
LP-1	Odložení ostatních aktivit kvůli IFR provozu	Zpoždění, možné zvýšení pracovní zátěže	ATZ 4	Nízká	Velmi malá	D	Koordinace provedení IFR letu před jeho zahájením s provozovatelem cílového letiště, stanovení standardních postupů
LP-2	Konflikt IFR a VFR provozu	Nedodržení rozstupů	ATZ 2	Nebezpečná	Občasná	B	Specifické letové postupy pro dané letiště
LP-3	Odlet IFR z letiště, který nedodrжуje trasu SID	Nedodržení rozstupů	ATZ 2	Nebezpečná	Nepravděpodobná	D	Vytvoření několika letových postupů pro dané letiště, resp. letových cest
LP-4	Odlet z letiště bez povolení	Více letů v jednom RMZ, zvýšení pracovní zátěže dotčených oblastí, porušení minimálních rozstupů	ATZ 3	Vážná	Nepravděpodobná	D	Upozornění pilota rádiem na pracovním kmitočtu letiště, povinnost obdržení povolení
LP-5	Nezdařené přiblížení	Nedodržení rozstupů	ATZ 3	Nebezpečná	Nepravděpodobná	D	Informace o ostatním provozu předána pilotovi IFR, Vizuální monitorování ostatního provozu posádkou, palubní protisrážkový systém, zákaz provozu VFR v RMZ, dokud IFR let nedokončí přistání, publikace plánovaných příletů a odletů z dotčeného letiště

#	Definované riziko	Vliv	ATM	Vážnost	Pravděpodobnost	RCS	Mitigační proces
LP-6	Okolní stanoviště nemají informaci o provozu v dotčeném RMZ	Nedodržení rozstupů	ATZ 2	Nebezpečná	Nepravděpodobná	D	Informace o ostatním provozu předána pilotovi IFR, zajištění publikace plánovaných příletů/odletů IFR z /na letiště, předávání informací dalším stanovištím, povinnost hlášení před vstupem do RMZ, zákaz provozu VFR v RMZ dokud je v RMZ let IFR
LP-7	Možné sblížení IFR letu s dalšími letem kontrolovaným dalším stanovištěm	Nedodržení rozstupů	ATZ 2	Nebezpečná	Nepravděpodobná	D	Informace o ostatním provozu předána pilotovi IFR, zajištění publikace plánovaných příletů/odletů IFR z /na letiště, předávání informací dalším stanovištím, povinnost hlášení před vstupem do RMZ, zákaz provozu VFR v RMZ, dokud je v RMZ let IFR, TCAS, vizuální monitorování ostatního provozu posádkou
LP-8	Konflikt IFR a VFR provozu z důvodu obsazení dráhy	Nezdařené přiblížení → nedodržení rozstupů	ATZ 2	Nebezpečná	Nepravděpodobná	D	Vizuální kontakt s přistávajícím letadlem
LP-9	Diverze letu na dotčené letiště	Zvýšení pracovní zátěže, vznik nestandardní situace, možné nedodržení rozstupů	ATZ 4	Nebezpečná	Velmi malá	C	Koordinace provedení IFR letu s provozovatelem záložního letiště

#	Definované riziko	Vliv	ATM	Vážnost	Pravděpodobnost	RCS	Mitigační proces
LP-10	Mimořádné letecké události na dotčeném letišti	Zpoždění, možné zvýšení pracovní zátěže	ATZ 4	Nebezpečná	Velmi malá	C	Koordinační dohody IFR letů a uzavření RMZ v průběhu omezení provozu letiště
LP-11	Nouzové zásahy v RMZ	Letadlo v nouzi má prioritu, zpoždění, zvýšená pracovní zátěž	ATZ 4	Nebezpečná	Velmi malá	C	Zastavení všech příletů a odletů, dodržování standardních postupů
L-12	Nedodržení postupů publikovaných v přístrojových mapách	Nedodržení rozstupů	ATZ 4	Nebezpečná	Velmi malá	C	Zastavení všech příletů a odletů, dodržování standardních postupů

Tabulka č. 14 – Analýza provozní bezpečnosti – Vybavení letiště, na letišti se zavedeným IFR provozem, částečně převzato z [65]

#	Definované riziko	Vliv	ATM	Vážnost	Pravděpodobnost	RCS	Mitigační proces
VL-1	Selhání radiové komunikace země-země	Nemožnost používání přímého spojení, využití jiných komunikačních prostředků	---	Nebezpečná	Velmi malá	C	Záložní komunikační prostředky

#	Definované riziko	Vliv	ATM	Vážnost	Pravděpodobnost	RCS	Mitigační proces
VL-2	Selhání radiové komunikace letadlo-země	Použití alternativních způsobů komunikace	ATZ 4	Nebezpečná	Velmi malá	C	Záložní komunikační systém
VL-3	Selhání dráhového vybavení	Pilot se rozhodne, zda zahájí nezdařené přiblížení či přistane, informování o selhání dalším stanovištěm a známému provozu	---	Nebezpečná	Velmi malá	C	--
VL-4	Selhání zdroje meteorologických informací	Nedostupné informace o meteorologické situaci , v případě úplného selhání se vydává NOTAM	ATZ 4	Nebezpečná	Velmi malá	C	Vydání zpráv METAR je nezávislým subjektem, mimo dotčené letiště
VL-5	Nedostupnost dráhového osvětlení	Nemožnost navázání vizuálního kontaktu, nemožnost zhodnocení výšky základny oblaků	---	Nebezpečná	Velmi malá	C	Minimální vybavení dráhy pro přístrojové přiblížení je shodné jako pro VFR noc
VL-6	Nedostupnost světelné přiblížovací soustavy (pokud je dostupná)	Pilot musí výšku a rychlost klesání kontrolovat ručně dle postupů	---	Vážná	Občasná	C	Akustické informace o průběhu přiblížení, zanesení výšek a bodů do navigační databáze – optická kontrola výšky a bodů
VL-6	Nedostupnost osvětlení pojížděcích drah	Zhoršená orientace při pojíždění	---	Nízká	Velmi malá	D	Navádění při pojíždění vozidlem provozovatele letiště

#	Definované riziko	Vliv	ATM	Vážnost	Pravděpodobnost	RCS	Mitigační proces
VL-7	Nedostupnost středového osvětlení RWY	Zhoršená orientace při přistávání	-	Nízká	Velmi malá	D	--
VL-8	Nedostatečná ochranná pásma RWY (dle L 14)	Při přistání na travnatou RWY minimální, na asfaltové RWY riziko poškození letounu	ATZ 3	Nebezpečná	Velmi malá	C	--
VL-9	Absence vodorovného značení RWY	Chybný rozpočet na přistání	--	Nebezpečná	Velmi malá	C	Stejný rozpočet na přistání jako při VFR noc

Tabulka č. 15 – Analýza provozní bezpečnosti – Lidská výkonnost a omezení, na letišti se zavedeným IFR provozem, částečně převzato z [65]

Vybavení letiště i s infrastrukturou	
#	Definované riziko
LO-1	Používání RMZ není známo v ČR
LO-2	IFR provoz na letištích bez služby řízení letového provozu není obvyklý a zažitý v ČR
LO-3	V ČR je velmi časté, že dochází k porušení leteckých předpisů v GA

4.2.2 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA vznikla pro potřeby letectví a dále se rozšířila do dalších odvětví lidského působení. FMEA je založena na identifikaci a hodnocení rizik. Velmi důležité pojmy jsou analýza rizik a hodnocení rizik. Při analýze rizik jsou stanoveny kritéria rozsahu potencionálních následků – závažnost a pravděpodobnost, s jakými tyto následky mohou nastat.

Stanovení pravděpodobnosti a frekvence vzniku události je uvedeno v tabulce č. 16. Stanovení pravděpodobnosti je uvedeno v tabulce č. 17. V tabulce číslo 18 jsou uvedeny kvalitativní posouzení závažnosti následků událostí. Identifikace a hodnocení rizik je založen na konzultaci s Úřadem pro civilní letectví a následné analýzy čtvrtletních rozborů nehod vydávané Úřadem pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod.

Tabulka č. 16 - Stanovení pravděpodobnosti a frekvence vzniku události (P) [67]

Index	Pravděpodobnost	Frekvence vzniku	
		Popis	Stupeň
1	Nepravděpodobné	Nedošlo k setkání s tímto případem, ale může k němu dojít. Výskyt události za dobu života se blíží k 0.	Zřídka
2	Málo pravděpodobné	Existuje možnost, že se taková událost stane	Občas (několikrát za rok)
3	Pravděpodobné	Událost může nastat během života systému, jedná se spíše o náhodný výskyt	Příležitostně (měsíčně)
4	Velmi pravděpodobné	Nebezpečné události již došlo	Často (týdně až denně)
5	Vysoce pravděpodobné	Nebezpečné události dochází často, je pravděpodobný opakovaný výskyt událostí	Trvale (stále)

Tabulka č. 17 - Stanovení pravděpodobnosti a odhadu četností události (F) [67]

Třída	Odhad frekvence	Kritérium klasifikace výskytu poruchy
1	0	Není pravděpodobné, že událost nastane
2,3	0,0002 až 0,002	Jedná se o událost s ojedinělým výskytem události
4,5,6	0,005	Náhodný výskyt události, ale v malé míře

7,8	0,01 až 0,02	Častá událost
9,10	0,05 až 0,1	Jistý výskyt události

Tabulka č. 18 – Kvalitativní stanovení závažnosti následků událostí (Z) [67]

Kategorie		Závažnost následků
1	Zanedbatelné	Poranění bez pracovní neschopnosti
2	Málo významné	Absenční úraz s pracovní neschopností
3	Lehké	Vážnější úraz vyžadující hospitalizaci
4	Těžké	Úraz s trvalými následky
5	Kritické	Smrtelný úraz

Tabulka č. 19 – Stanovení kritérií závažnosti [67]

Kritérium klasifikace výskytu události	Třída
Zanedbatelná: neovlivní funkčnost systému	1
Nízká: událost vyvolá potíže uživatelům	2,3
Střední: událost vyvolá potíže uživatelům se snížením pohodlím	4,5,6
Vysoká: událost vyvolá značné obtíže uživatelům	7,8
Velmi vysoká: událost ovlivňuje bezpečnost, uživatele či prostředí (letadla/letiště)	9,10

Stanovení míry rizika je na základě násobku hodnot pravděpodobnosti (P), frekvence (F) a závažnost události (Z):

$$R = P * F * Z$$

V následující tabulce, č. 20, je vyhodnocení míry rizika.

Tabulka č. 20 – Určení míry rizika (R) [67]

Míra rizika	
> 99	Vysoké riziko (D)
50 – 99	Značné riziko (C)
20 – 49	Riziko (B)
< 20	Přijatelné riziko (A)

V poslední tabulce, č. 21, je znázorněna matice rizik (RCS).

Tabulka č. 21 – Matice rizik (RCS) [67]

Pravděpodobnost výskytu (P)	Stupeň	Frekvence události (F)	Závažnost následků (Z)				
			Zanedbatelné	Málo významné	Lehké	Těžké	Kritické
Vysoce pravděpodobné	5	Trvale (stále)	5	10	15	20	25
Velmi pravděpodobné	4	Často (týdně až denně)	4	8	12	16	20
Pravděpodobné	3	Příležitostně (měsíčně)	3	6	9	12	15
Málo pravděpodobné	2	Občas (několikrát za rok)	2	4	6	8	10
Nepravděpodobné	1	Zřídka	1	2	3	4	5
Poranění			1	2	3	4	5
			Lehké poranění bez pracovní neschopnosti	Úraz s pracovní neschopností	Úraz vyžadující hospitalizaci	Těžké zranění, dlouhodobá hospitalizace, trvalé následky	Smrt jako důsledek zranění

Analýza FMEA vychází ze současného a platného znění předpisů. Tato analýza vznikala po konzultaci s Úřadem pro civilní letectví a Aeroklubem České republiky (AeČR). ÚCL zde zastával roli regulátora, AeČR jako subjekt s nejvíce provozujícími letišti v tuzemsku. Opět je vycházeno z předpokladu, že se jedná o let IFR do 1000 ft a následně pilot přejde na pravidla VFR. Lze provést i analýzu IFR přiblížení a úplného přistání. Tato varianta je neslučitelná při současném znění předpisů. Dokud EGNOS nedokáže přijatelnou bezpečnost GNSS na nepřístrojovou dráhu pro ICAO a tento postup nebude uznáván mezinárodní organizací (ICAO, EASA, Eurocontrol), ÚCL nepřistoupí na jeho legalizaci v České republice nad rámec současné legislativy. Pokud by k tomu mělo dojít, je nutná rozsáhlá koordinace všech subjektů, kteří jakýmkoliv způsobem zasahují do organizace vzdušného prostoru. V současné době je PBN velice atraktivní, přesto existují obavy, zda je opravdu nutné jej zavádět na tuzemská vnitrostátní letiště. Proto byl zvolen postup kombinace IFR a VFR přilet, který uspokojí jak ÚCL, tak i provozovatele letišť a rozšíří se poptávka po GNSS přiblíženích. Pro provedení takovéto analýzy, tedy IFR letu do úplného přistání, je nutné vynaložení velkých finančních prostředků. Je vhodné testování v terénu, nikoliv provádění teoretických analýz.

V následující tabulce, č. 22, je uvedená FMEA analýza dle popisu výše.

Tabulka 1 – FMEA [autor]

#	Komponent	Funkce	Selhání	Důvod	Efekt lokální	Efekt druhého stupně	Efekt finálního stupně	RCS	R
1	Rádio na stanovišti AFIS/RADIO	Zajištění komunikace země-letadlo, země-země	Vypojení/ nedodávka z elektrické sítě/záložního zdroje el. energie	Lidský činitel, meteorologické podmínky, odstávka el. sítě	Nefunkčnost rádia	Nemožnost spojení s posádkou/letištním personálem	Nepředání nutných informací potřebných k přistání	2	1*1*2 = 2 A
2	Rádio na palubě letadla	Zajištění komunikace země-letadlo	Nepřipojeno do palubní sítě	Technické selhání (zkrat, pojistka)	Nefunkčnost rádia	Nemožnost spojení s letištním personálem/dalšími posádkami	Nedojde k výměně dat	2	1*2*1 = 2 A
3	Meteorologická stanice	Základní meteorologické informace na letišti		Lidský činitel, meteorologické podmínky, odstávka el. sítě	Nenaměření hodnot	Nepředání potřebných informací posádce letadla	Přistání dle vlastního uvážení/diverze	4	2*4*2 = 16 A

4	Hodiny	Měření času	Vypojení/nedodávka z elektrické sítě/záložního zdroje el. energie	Lidský činitel, meteorologické podmínky, odstávka el. sítě	Neznalost času	Nemožnost správného zapsání do deníku služby AFIS/RADIO	Nemožnost ukončení FPL na žádost pilota	1	1*1*1 = 1 A
5	Panel světelného zabezpečení dráhy	Ovládání světelného zabezpečení dráhy	Vypojení/nedodávka z elektrické sítě/záložního zdroje el. energie	Lidský činitel, meteorologické podmínky, odstávka el. sítě	Nemožnost ovládání panelu světelného zabezpečení	Neosvětlení RWY / TWY / Aproan / větrného rukávu	Diverze	4	2*2*1 = 2 A
6	Žárovka	Osvětlení	Prasknutí / ukončení životnosti / vrstva sněhu	Technické / nedostatečná údržba	Neosvětlení daného úseku	-----	-----	4	2*2*1 = 4 A
7	RWY/TWY	Přistání / odlet / pojíždění	Díry, nánosy trávy, sněhu, kamení, jiných částic	Nedostatečná údržba	Poškození vrtule	Prasknutí pneumatiky	Zlomení podvozku (propstrike)	6	2*6*3 = 36 B
8	RWY/TWY	Přistání / odlet / pojíždění	Obsazenost	Špatná koordinace / načasování	Vyčkávání	Opakování	Diverze	6	2*6*3 = 36 B
9	Přijímač GNSS	Primární navigace	Nefunkčnost palubního přijímače signálu GNSS	Nedostatečné napájení z palubní sítě, porucha rádiového přijímače, porucha zobrazovače, mechanické poškození antény, nesprávná konfigurace	Dřívější přechod na VFR, pokud to meteorologické podmínky umožňují	Přechod na záložní navigační systém (konvekční)	Úplná ztráta orientace, nutnost vektorování	8	2*6*3 = 36 B

10	Kosmický segment	Poskytování údajů sloužící k výpočtu polohy v prostoru	Efemeridické chyby, obecně výpadek kosmického segmentu	Technická závada, úmyslné zavinění, náhoda	Možné přerušení IFR přiblížení	Ztráta okamžité informace o poloze	Dlouhodobá ztráta orientace	2	$1*2*2 = 4$ A
11	Rozdělení vzdušného prostoru	Organizace provozu, zajištění rozstupů provozu různého charakteru a zajištění bezpečnosti	Nesprávný management	Chybná legislativa	Nemožnost bezpečně realizovat plánovaný let	-----	-----	4	$1*5*5 = 25$ B

4.3 Shrnutí kapitoly 4 – Analýza provozní bezpečnosti přístrojového přiblížení na nepřístrojových drahách

FHA a PSSA

Posouzení rizik je subjektivní. Z analýzy FHA a PSSA je možné určit oblast matice rizik. Do oblasti A (znázorněno červenou barvou) vyšel nulový vektor. Žádný scénář v této oblasti neexistuje. Byla splněna stanovená podmínka. V oblasti B, která je znázorněna oranžovou barvou, byla stanovena minimální hodnota matice rizik na 10 %. Z celkových 30 scénářů by to pak byly přesně 3. V této oblasti se vyskytuje 1 vektor. Podmínka byla splněna. Ve třetí oblasti, C (žlutá barva), byl povolený výskyt vektoru stanoven na 40 %. Z celkových 30 případů se v této oblasti vyskytlo celkem 12 scénářů z povolených 12. Podmínka byla splněna. V poslední oblasti grafu, D (značeno zeleně) se musela nacházet více jak $\frac{1}{2}$ scénářů, což je 15 a více scénářů. V této oblasti se jich nachází 17. podmínka byla splněna. Pokud jsou všechny dílčí podmínky splněny, pak je splněna stanovená podmínka.

FMEA

Z matice rizik FMEA je možné stanovit oblasti a následně míry rizik možných selhání jednotlivých komponentů systému. Přijatelné riziko z jedenácti případů vyšlo v téměř 65 %. Ve 35 % (čtyři případy) vyšlo riziko. Toto riziko není přijatelné, ale není nutné jej okamžitě řešit. Jedno ze selhání komponentů (rozdělení vzdušného prostoru) není v silách provozovatele letiště či uživatelů vzdušného prostoru řešit.

5. Návrh změn pro zajištění přístrojového přiblížení na nepřístrojových drahách

V této kapitole jsou uvedeny konkrétní návrhy změn, aby v České republice bylo možné provést přístrojové přiblížení na nepřístrojově vybavenou dráhu. Je rozebrán koncepční návrh a úpravy předpisů řady L. Návrh výcviku PBN, který je od srpna 2020 součástí přístrojové doložky, ale do srpna se jedná o samostatný výcvik. A dále vhodné vybavení letiště pro přístrojové přiblížení na nepřístrojovou dráhu, stanoviště AFIS a RADIO, úpravu vzdušného prostoru, podobu EGNOS NOTAM a řešení problému přenosu meteorologických informací, se kterými pilot musí operovat před přistáním.

5.1. Koncepční návrh pro Českou republiku

V kapitole 3 byla posouzena řešení v jiných státech. Předložená řešení jsou více či méně aplikovatelná pro Českou republiku. Nejvhodnější způsob implementace přístrojového přiblížení na nepřístrojových drahách je díky mitigačním procesům³, které jsou součástí implementačního a racionalizačního plánu. Tento plán stanovuje Ministerstvo dopravy České republiky. Implementační plán PBN byl vydán v únoru 2010 [70] a pouze naplňuje požadavky EASA, je obecné povahy a v tuto chvíli již zastaralý. Neodpovídá postupu vývoje navigačních technologií, hlavně rychlého vývoje EGNOS.

Zavádění nových postupů či procesů ve všeobecném letectví (GA) je v České republice poměrně problematické a zdlouhavé. Bohužel má tento fakt výrazný vliv na praktickou implementaci moderních technologií a postupů v letectví. Návrh přístrojového přiblížení na nepřístrojovou dráhu vychází z myšlenky GSA (European GNSS Agency), kdy ve svých publikovaných materiálech tvrdí, že není nutné investovat do nové pozemní infrastruktury, ať už se jedná o radionavigační zařízení, vybavení dráhy a dostupných zařízení na letišti. Implementace je tedy poměrně levná. Většina traťových služeb je provozu GA poskytována bezplatně. Z uvedených úvah vyplývá, že nelze očekávat zásadní obchodní motivaci subjektů, které se v těchto oblastech implementace pohybují.

Dalším problémem z hlediska mezinárodní legislativy je projekt SES a SESAR. Evropská Unie, resp. EASA, se snaží o zavedení jednotných pravidel nad celým územím Evropy. Tento krok je správný, bohužel nedokonalá transpozice nadnárodní legislativy ICAO, nařízení EASA a Eurocontrol, umožnila jednotlivým státům, které rychle a efektivně implementovaly možnosti využití EGNOS pro přiblížení na nevybavená letiště. Implementace si státy vyřešily

³ Mitigační proces – pozvolné, nenásilné zavádění nových pravidel či postupů, často je tento výraz spojován s životním prostředím.

individuálně a výsledkem jsou různá neharmonizovaná řešení. Tyto řešení jsou viditelné z rozboru jednotlivých států v kapitole 3. Nejlepším příkladem nutné změny je Německo. Německo úpravu vzdušného prostoru vyřešilo zavedením prozatímní třídy F vzdušného prostoru. Nejdelší možné používání této třídy vzdušného prostoru jsou 3 roky. [69] Pak musí dojít k trvalé úpravě. V Německu tedy došlo ke snížení třídy E vzdušného prostoru na 1 000 ft v blízkosti RMZ z původních 2 500 ft. Jakýkoli harmonizační zásah bude znamenat úpravy fungujících a nově implementovaných systémů na národní úrovni.

Implementace PBN přiblížení je velmi podrobně popsána v ICAO PBN Manual Doc 9613. Prvním krokem je stanovení operačních požadavků a vytvoření implementačního plánu. Implementační plán je možné sestavit na několika úrovních – mezinárodní, národní a lokální. Mezinárodní implementační plán existuje pouze pro letiště, kde, již jsou zavedeny přístrojová přiblížení a jedná se pouze o převod konvenčních druhů přiblížení na PBN. Na národní úrovni je implementační plán vydán v lednu 2016.

V této kapitole jsou uvedeny návrhy, které přímo nesouvisí se samotným implementačním plánem. Jsou zde uvedeny kroky, které je nutno provést, aby byl let podle přístrojů ve vzdušném prostoru třídy G i mimo aktivaci RMZ uskutečnitelný, nebylo nutné mít aktivní letištní letovou informační službu a bylo možné provést přístrojové přiblížení na nepřístrojovou dráhu.

5.2. Národní legislativa

V této části jsou navrženy konkrétní změny leteckých předpisů, aby implementace PBN na nepřístrojových drahách byla co nejjednodušší. Texty obsahují ustanovení předpisů řady L a zvýrazněny jsou návrhy úpravy předpisů. Jsou vybrány pouze předpisy L2, L4444 a L14. V rámci komplexního zavedení budou nutné úpravy i dalších částí předpisů a dokumentů. Taková komplexní změna však v některých případech vyžaduje odbornou diskuzi se všemi uživateli vzdušného prostoru a posouzení bezpečnosti zaváděných opatření. Tato diskuze by měla být vyvolána Ministerstvem dopravy, případně jím pověřeným regulačním úřadem, tedy ÚCL.

5.2.1. L2 – Pravidla létání

...

3.2.5 Provoz na letišti a v jeho blízkosti

Letadlo, které přilétává na neřízené letiště nebo z něho odlétává, je povinno používat pro vzlet a přistání dráhu podle následujícího:

- a) v provozní době letiště:
 - i) podle informace získané od stanoviště AFIS nebo od stanoviště poskytování informací známému provozu;

ii) pilot musí žádat stanoviště AFIS nebo stanoviště poskytování informací známému provozu o souhlas se změnou dráhy, nevyhovuje-li mu určená dráha v používání. Pilot letadla v nouzi musí oznámit úmysl použít jinou dráhu, než je dráha v používání, umožňují-li to okolnosti.

Poznámka: Stanovištěm poskytování informací známému provozu se rozumí stanoviště dle Dodatku S k Předpisu L 11.

b) mimo provozní dobu letiště:

- i) s výjimkou balonů přistávat a vzletat proti směru větru, pokud bezpečnost, konfigurace dráhy nebo zájmy letového provozu neurčují, že je preferován jiný směr.
- ii) podle předcházející domluvy s provozovatelem letiště; a/nebo
- iii) podle informací publikovaných v příslušné publikaci Letecké informační služby (LIS).
- iv) *podle informace získané na kmitočtu UNICOM. Kmitočet UNICOM je zveřejněn v příslušné publikaci Letecké informační služby (LIS).*

...

3.2.5.2 Letadlo, které je vybaveno radiostanicí, musí na neřízeném letišti a v ATZ *nebo RMZ*, bez ohledu na to, zda se poskytuje AFIS nebo je zajištěno poskytování informací známému provozu *nebo je let prováděn mimo provozní dobu a je používána funkce UNICOM*, hlásit na příslušném kmitočtu přiděleném a publikovaném pro jednotlivá letiště svoji polohu, nadmořskou výšku a zamýšlenou letovou nebo pozemní činnost způsobem a v rozsahu, který je uveden dále. Jiná letadla, nacházející se na neřízeném letišti v ATZ anebo v RMZ, musí být na poslechu na příslušném kmitočtu a musí využít těchto informací k vyhnutí se srážkám. *Pokud letadlo vstupující do ATZ či RMZ daného letiště je let IFR a zamýšlí přistát na daném letišti a v prostorech letiště je další let IFR, musí počkat, až letadlo, které již v prostoru provádí činnost, tuto činnost ukončí. Minimální výška pro rozhodnutí na přistání je 700 ft* *Pokud je v daných prostorech let VFR, pak let IFR přechází z pravidel IFR na pravidla VFR při dosažení podmínek VFR, tedy dle tabulky 1- Minima VMC dohlednosti a vzdálenosti od oblačnosti pro let za viditelnosti (Hlava 3, 3.9), tedy letová dohlednost je alespoň 5 km a minimální výška oblačnosti je 300 metrů nad terénem.*

...

3.2.5.4 Pilot letadla, provádějící let v noci, letový výcvik k získání průkazu způsobilosti pilota v rámci místní letové činnosti, výsadky nebo navijákový vzlet na neřízeném letišti, smí provádět takovou činnost pouze v případě, že se na tomto letišti a v příslušné ATZ poskytuje AFIS nebo je zajištěno poskytování informací známému provozu. Ustanovení o letech v noci se nevztahuje na lety letecké záchranné služby a státních letadel. Lety IFR lze v RMZ provádět

~~pouze~~ v provozní době letiště, kdy je poskytována AFIS *nebo stanoviště poskytování informací známému provozu nebo mimo provozní dobu, kdy je v provozu UNICOM⁴.*

5.2.2. L 4444 – Postupy pro letové navigační služby, uspořádání letového provozu

Hlava 1 - Definice

Typ RNP (RNP type) Hodnota, vyjádřená vzdáleností v námořních mílich od plánované polohy, v jejíž mezi se lety udrží nejméně po 95 procent celkové doby letu. Příklad: RNP 4 vyjadřuje horizontální a *laterální* přesnost navigace plus/minus 7,4 km (4 NM) dosahovanou s ~~pravděpodobností 95 procent~~ po 95 % doby letu.

Hlava 6 – Rozstupy v blízkosti letišť

6.6.1 Poznámka 2: Letadlům přilétávajícím podle pravidel IFR na letiště, kde je poskytována služba AFIS/~~RADIO/UNICOM~~ musí být předány meteorologické informace minimálně v rozsahu uvedeném v ust. 4.3.1 Dodatku N předpisu L 11. Informace nad rámec tohoto ustanovení (např. v rozsahu uvedeném v ust. 6.6 tohoto předpisu), mohou být přilétávajícímu letadlu předány, jsou-li stanovišti AFIS/~~RADIO/UNICOM~~ nebo stanovišti ATC, které poskytuje služby dle ust. 4.5.6 Dodatku N předpisu L11, k dispozici.

5.2.3. L 14 – Letiště

Před uvedením některých příkladů návrhů na změnu je nutné podotknout, že česká implementace Annexu 14, L 14, je velmi nepřesná. Některé části se liší od originálního znění dokumentu a jsou nepřesné. To je zapříčiněno buď neznalostí překladatele dané problematiky, nedopatřením, neudržení aktuálnosti překladů podle poslední publikované verze a všech jejich doplňků anebo úmyslně.

Je nutné předefinovat požadavky na vybavení drah a zavedení pojmu EGNOS NOTAM.

Je nereálné po VFR letištích požadovat stejné parametry na dráhu jako pro přístrojově vybavenou dráhu. Je potřeba rozlišit, jaká kategorie letadel bude dráhu při přístrojovém přiblížení využívat. Ochranné prostory přístrojových drah vycházejí z předpokladu, že je na nich provozována komerční doprava letadly typu Boeing a Airbus. V případě letišť GA se jedná o letadla do 5700 kg, např. Cessna 170. Zde se nabízí návrh řešení, že bude povolen IFR

⁴ UNICOM je dále popsán v samostatné podkapitole, kde je i vysvětlen IFP v neřízeném prostoru a přiblížení a přistání na nepřístrojovou dráhu.

provoz na dráhách, které jsou vybaveny pro VFR NOC. Omezení by se stanovilo kategorií letadel⁵.

V hlavě 1 – Všeobecně, 1.1 Definice předpisu L 14 Letiště, je nutné zavést definici EGNOS NOTAM pro předání informací o dostupných službách SBAS.

EGNOS NOTAM

Oznámení rozšiřované telekomunikačními prostředky obsahující informace o zřízení, stavu nebo změně poskytované služby EGNOS, plánovaných i neplánovaných výpadcích služby SoL, jejichž včasná znalost je nezbytná pro pracovníky, kteří se zabývají letovým provozem.

5.3. Pilotní výcvik a kvalifikace PBN

Na celosvětové úrovni nemají piloti stejnou úroveň znalostí a dovedností získaných z pilotního výcviku. To je dáno neexistencí celosvětové standardizace, rozsahem, délkou a metodami výcviku, národními zvyklostmi, charakterem organizace vzdušného prostoru, sociálními poměry a převažujícími typy letadel [80]. V případě běžných kvalifikací jednotlivé státy nebo jejich společenství, v rámci bilaterálních dohod, kvalifikace uznávají nebo vyžadují jejich validace (doplnění a přezkoušení teoretických či praktických znalostí). Zvláštní situace nastává u výcviku PBN přiblížení. Pokud bychom měli uvažovat, že by mělo dojít ke globální standardizaci PBN postupů, pak musí nutně být i výcvik harmonizovaný. Bohužel tato harmonizace zatím neplatí ani pro státy v rámci EU, respektive sdružené pod EASA. Z uvedeného logicky vyplývá, že stejný problém je i u znalostí a dovedností školitelů a instruktorů.

5.3.1. Návrh osnovy pilotního výcviku pro získání kvalifikace PBN

V této podkapitole je návrh pilotního výcviku pro kvalifikaci PBN. Ta bude součástí IR výcviku od 25. 8. 2020. Výcvik PBN lze létat pouze pod ATO (Approved Training Organization). ATO si navrhuje svojí výcvikovou dokumentaci samostatně, ÚCL ji pouze schvaluje. Návrh osnovy je založen na požadavcích Nařízení Komise č. 1178/2011 [72] a výcviku PBN letecké školy F AIR, který není veřejně dostupný, jelikož se jedná o majetek ATO F AIR.

Tabulka č. 22 – Návrh osnovy výcviku kvalifikace PBN

PBN Výcviková osnova – samostatná či jako součást kvalifikace IR		
Teoretická část výcviku		
Téma	Oblast	Náplň
Koncept PBN	Principy PBN	Historický vývoj navigace – od konvenční po PBN

⁵ Kategorie letadel se dělí na kategorii způsobilosti a kategorii použití. V kategorii způsobilosti je vhodná kategorie normální a pro sběrnou dopravu. Dle kategorie použití se jeví jako vhodná kategorie obchodní, pro letecké práce a soukromá. Viz předpis L8/A, Hlava 6.

		Základy GNSS	
		Prostorová navigace, RNAV, RNP	
		Výkonnostní požadavky (přesnost, kontinuita integrity a dostupnost)	
	Komponenty PBN	Navigační infrastruktura	
		Navigační specifikace	
		Navigační aplikace	
	Specifikace PBN	RNAV 10, 5, 2, 1 a RNP 4, 2, 1, APCH, AR APCH, 0.3	
		RNP 3D	
		RNP 4D	
	RNP APCH	NPA (LNAV, LP) a APV (LNAV, LPV)	
Použití PBN	Plánování letu	FPL, meteo, dostupnost EGNOS, příprava mapy a podkladů pro let	
	Provedení letu	Postupy PBN – fáze letu s využitím PBN	
	Avionika		Seznámení s nejčastějšími palubními přijímači GNSS
			Specifické funkce avioniky pro RNP a RNAV
			Chybovost systémů
			Ztráta signálu GNSS za letu
			Další nouzové situace z pohledu avioniky
	Palubní monitorování a výstraha	ACAS, TCAS	
	Databáze v avionice	Databáze, aktualizace	
	Komunikace	Správná frazeologie a postupy při komunikaci	
Vzdušný prostor		Řízený a neřízený vzdušný prostor	
		CTR/TMA, AFIS, RADIO, UNICOM	
Lidská výkonnost a omezení	Lidské tělo a jeho reakce	Životospráva, denní režim	
		Stres, únava, duševní hygiena	
		Dehydratace	
		Nemoci a poruchy	
		Optické klamy	
		Alkohol a jiné návykové prostředky	
Mimořádné situace	Nouzové situace na palubě	Zdravotní komplikace	
		Technické komplikace	
		Meteo komplikace	
		Komplikace plynoucí z organizace vzdušného prostoru	
Praktická část výcviku			
Předletová příprava	Předletové operace, briefing	Meteo briefing	
		RNAV/RNP briefing	

		Nahrání trati do GNSS přijímače
		Vyplnění a podání FPL
		Nastavení výškoměru
		Komunikace
Odlet	Odlet podle přístrojů	Postupy přístrojového odletu
Let	Traťové přístrojové postupy	Naletění na trať
		Používání navigačního a rádiového systému
		Komunikace
Přiblížení	Přístrojové přiblížení podle GNSS přijímače	PBN přílet
		Správný výběr postupu na přiblížení
		Kontrola příletu v navigačním systému
		Kontrola příletu zobrazovaným v navigaci s mapovým podkladem (arrival chart)
		Komunikace
RNP 3D	3D postupy	Nastavení a kontrola navigačních pomůcek
		Kontrola Vertikálního vedení pro přiblížení RNP APCH
		Kontrola správnosti údajů v navigačním systému
		Kontrola příletu zobrazovaným v navigaci s mapovým podkladem (arrival chart)
		Přibližovací a přistávací briefing za letu
		Přibližovací, přistávací a pozemní kontroly (check), součástí je i identifikace nástrojů
		Vyčkávací postupy
		Soulad s publikovaným postupem přiblížení
		Přibližovací časování (approach timing) - výška, řízení rychlosti (stabilizované přiblížení)
		Postup / přistání nezdařeného přiblížení (missed approach)
		Postup pro opakování přistání (go-around)
		Komunikace
		RNP 2D
Kontrola Vertikálního vedení pro přiblížení RNP APCH		
Kontrola správnosti údajů v navigačním systému		
Kontrola příletu zobrazovaným v navigaci s mapovým podkladem (arrival chart)		
Přibližovací a přistávací briefing za letu		
Přibližovací, přistávací a pozemní kontroly (check), součástí je i identifikace nástrojů		
Vyčkávací postupy		
Soulad s publikovaným postupem přiblížení		
Přibližovací časování (approach timing) - výška, řízení rychlosti (stabilizované přiblížení)		

		Postup / přistání nezdařeného přiblížení (missed approach)
		Postup pro opakování přistání (go-around)
		Komunikace

K provedení pilotního výcviku musí být adekvátně vybaveno i letadlo palubními zařízeními, na kterých je výcvik prováděn.

5.4. Letecké systémy

Letadla, na kterých je prováděn výcvik, musí být vybavena palubními zařízeními splňující standardy pro RNP přiblížení (avionika). Veškeré palubní vybavení musí mít odpovídající certifikaci v rámci typové certifikace letadla TC (Type Certificate) nebo doplňkový typový certifikát STC (Supplement Type Certificate) v případě pozdější zástavby.

5.4.1. TC (Type Certificate)

Avionika je do letadel zastavována přímo při výrobě daného letadla. Zde může jít o dva druhy navigačních systémů:

- Součást standardního vybavení avioniky. V tomto případě jsou navigační specifikace uvedeny v části „General“ nebo „Limitation“ letové příručky.
- Součást volitelného vybavení. V tomto případě výrobce dodává přílohu „Supplement“, kde jsou dostupné provozní informace.

5.4.2. STC (Supplemental Type Certificate)

Avionika je do letadel zastavěna dodatečně. Pak dodatek k letové příručce vydává organizace oprávněná k dodatečné zástavbě avioniky.

5.4.3. Avionika dle standardů jiných států

Pokud je avionika certifikována podle standardů jiného státu mimo EU (například FAA) pak je nutné, aby v rámci EASA došlo k provedení certifikační shody. Případně provádí ověření certifikační shody příslušný národní úřad. V AMC (Applicable Means of Compliance) 20-27 (EASA Certificate Memorandum) uvádí konkrétní standardy FAA, které jsou ve shodě s EASA. Palubní vybavení pak již nemusí projít certifikací a rovnou se považuje za způsobilé. V takovém případě lze aplikovat postupy zástavby v souladu s STC.

5.4.4. Požadavky na parametry avioniky

Automatizace letadel je stále výkonnější a komplexnější. Což vede k rozdílným uživatelským platformám, jejichž funkčnost a uživatelské rozhraní se odvíjí od návrhu každého jednotlivého výrobce. Systémy by měly být, pokud možno aktualizovatelné (hardwarově a softwarově

přístupné), měly by mít společné vlastnosti uživatelského rozhraní se společnými postupy mezi aplikacemi a letadly a pro pilota by měly být intuitivní. [9]

Součástí implementačního plánu by měl být seznam vybavení, která odpovídá požadavkům pro RNP přiblížení. Seznam zařízení jako součást implementačního plánu neexistuje. V rámci podpůrných materiálů pro výcvik by měl být vytvořen obecný manuál pro obsluhu vybavení. Součástí by mělo být i odpovídající doplnění seznamu povinných úkonů (checklist).

5.4.5. Avionika pro let IFR

Obecně platí, že na palubě musí být takové vybavení a avionika, aby pilot byl schopen bezpečně pilotovat letadlo v noci a za ztížených meteorologických podmínek. Minimální vybavení pro let podle přístrojů je následující:

- Magnetický kompas;
- analogové palubní hodiny s přesností na sekundy;
- dva citlivé barometrické výškoměry s bubínkem, ručkou a počítadlem;
- rychloměr a prostředky pro vyloučení účinků vlhkosti a námrazy;
- zatáčkoměr a příčný sklonoměr;
- umělý horizont;
- indikace stavu napájení gyroskopických přístrojů;
- gyroskopický kompas;
- venkovní teploměr;
- variometr;
- jakékoliv další přístroje, které daný úřad předepíše.

Příklady letadel, která jsou vybavena avionikou podporující SBAS:

- Cessna: Citation, Caravan a jednomotorové řady 180, 175, 170, 152 a 150
- Pilatus: PC6, PC24 a PC12/47E
- Diamond: DA20,40XLT, 40CS, D-Jet, 42 a 50
- Piper: Meridian, Seminole, Mirage, Matrix, Archer, Seneca V a Seneca Arrow
- Cirrus: SR20, SR22, SR22T a Vision SF50

Přehled dostupných navigačních zařízení, která jsou vhodnými přijímači GNSS pro GA je uveden v tabulce č. 24 [27]. Do budoucna by bylo vhodné stanovit standardizaci, jakou musí přijímače GNSS splňovat. ETSO-145 a ETSO-146 jsou současné standardy, které umožňují používat SBAS pro přístrojové přiblížení. Zařízení, která implementují služby SBAS jsou bohužel až ty nejmodernější. Největším výrobcem těchto zařízení je GARMIN a Honeywell / Bendix King. Z pohledu dostupných zařízení je vhodné oddělit standardizaci pro malá letadla využívaná v GA a pro velká složitá dopravní letadla, kdy zařízení na palubě mohou být

podstatně sofistikovanější, ale o to těžší a dražší. Vybavení vhodné pro velká dopravní letadla navíc často vyžadují charakteristické zdroje napájení a komunikační rozhraní, která letadla GA nemají. [13]

Tabulka č. 23 – SBAS přijímače pro GA [13]

Výrobce	Produkt	ETSO-145c	ETSO-146c
Garmin	GIA 6 XW	ANO	NE
	GNS 400 W / 420 W / 420 AW / 430 W / 430 AW	NE	ANO
	GNS 500 W / 530 W / 530 AW	NE	ANO
	CNX 80 / GNS 480	NE	ANO
	GTN 625 / 635 / 650	NE	ANO
	GTN 725 / 750	NE	ANO
	GPS 175 / GNX 375	NE	ANO
Honeywell/Bendix King	KFD ksn 770	NE	ANO
Avidyne Corp	IFD 440	NE	ANO
	IFD 540	NE	ANO

Žádný z těchto produktů v tabulce č. 18 nemá zabudovanou vlastnost zvukové výstrahy při zahájení klesání. V bodech vyznačených v mapě by přijímače GNSS měli hlásit požadovanou výšku nad terénem, která je zanesena v navigační databázi. Pilot je pak povinen upravit rychlost klesání, aby v dalším bodě již byl ve správné a požadované výšce.

5.5. Letiště

Každé letiště, které má přijmout provoz IFR, musí na tento druh provozu být adekvátně vybaveno, zabezpečeno a mít personál vyškolen na odpovídající úrovni.

Pro volbu vhodného světelného vybavení letiště je důležitá strategie konstrukce přiletů a charakter okolního vzdušného prostoru. Obecně lze konstatovat, že čím kratší světelná řada, tím nižší pořizovací a udržovací náklady.

Pro ČR existují 3 typy světelných systémů:

„Světelný systém CAT I obsahuje v ČR:

- a) 900 m, nejméně však 720 m dlouhou světelnou přibližovací řadu pro CAT I dle předpisu L14;

- b) *postranní dráhové řady vysoké svítivosti včetně prahových a koncových příček dle předpisu L 14;*
- c) *osová dráhová návěstidla požadovaná pro nižší minima CAT I (je-li instalováno);*
- d) *světelnou zábleskovou řadu (prahová poznávací návěstidla u posunutého THR RWY) dle předpisu L 14.*

Světelný systém pro nepřesné přístrojové přiblížení obsahuje v ČR:

- a) *420 m, nejméně však 300 m dlouhou jednoduchou světelnou přibližovací řadu dle předpisu L14;*
- b) *postranní dráhové řady včetně prahových a koncových příček svítivosti nižší než vysoké dle předpisu L 14.*

Světelný systém pro vizuální přiblížení obsahuje v ČR:

- a) *nestandardní nebo žádnou přibližovací světelnou soustavu svítivosti nižší než vysoké;*
- b) *postranní dráhové řady včetně prahových a koncových příček svítivosti nižší než vysoké dle předpisu L 14.“ citace z AIP CZECH REPUBLIC AD 1.1–14, 23.5.2019 [50]*

Z výňatku z AIP je zřejmé, že české předpisy definice postupů pro přiblížení jsou zastaralé. Současné dělení přiblížení je znázorněno na obrázku č. 8, kde hlavním dělení přiblížení je podle typu A a B, tedy podle výšky rozhodnutí pro zahájení nezdařeného přiblížení. Zde je prvně nutné překlasifikovat a definovat přiblížení podle současné klasifikace ICAO.

Postupy pro přiblížení podle přístrojů na nepřístrojovou dráhu budou minima (výška rozhodnutí) vyšší než 1000 stop. V závislosti na terénu v okolí letiště je nutné minima upravit individuálně, ale obecně lze stanovit, že výška rozhodnutí bude 1 000 stop v provozní době AFIS / RADIO a mimo provozní dobu bude výška rozhodnutí 1 300 stop. Při dosažení výšky rozhodnutí musí pilot navázat vizuální kontakt s dráhou a přejít na létání pravidel podle VFR. Pokud základna oblačnosti bude nižší než výška rozhodnutí (1 000 ft / 1 300 ft), musí pilot provést postup nezdařeného přiblížení a pokud i na podruhé nenaváže vizuální spojení s dráhou, musí provést odlet na záložní letiště, kde je dráha přístrojově vybavená a pilot tam bude schopen přistát. Výškou 1 000 ft je zajištěno dodržení pravidel létání podle VFR příručky a pravidel létání L 2. Zároveň jsou minimální výšky stanoveny podle příkladů ze zahraničí, jako je tomu například ve Francii. [71]

V předpisu L 14 jsou definovány světelné soustavy pro konkrétní typy přiblížení. České předpisy však definují pouze tři typy přiblížení, a to CAT I (II & III), nepřesné přístrojové přiblížení a vizuální přiblížení. To je pro implementaci PBN nedostačující. PBN, resp. RNP přiblížení, je v českém prostředí chápáno pouze jako doplňující možnost přístrojových postupů na přiblížení. Vůbec není uvažováno, že by sjednalo o samostatný a jediný možný systém

přiblížení podle přístrojů bez nutnosti navyšování pozemní infrastruktury. V případě malých letišť je potřeba od těchto striktních požadavků na světelný systém ustoupit, která jsou přizpůsobena pouze letům IFR až „do země“.

Pro přístrojové přiblížení na nepřístrojové dráhy by bylo vhodné jako minimální světelné vybavení to, které postačuje certifikaci pro létání v noci. Toto tvrzení je na základě předpokladu, že daný přílet postupuje dle pravidel IFR do stanovené výšky rozhodnutí a následně pokračuje podle pravidel VFR. Vzdálené ovládání osvětlení dráhy je možné provádět zaklíčováním nosné na provozním kmitočtu letiště. Pak by bylo vhodné vydat metodiku, která bude obsahovat i postupy pro přístrojový přílet na letiště vybavená pro VFR noc. Pokud by ICAO vydalo metodiku přístrojového přiblížení na RWY nevybavenou osvětlením, pak je možné ji aplikovat do českého prostředí.

5.5.1. Ostatní personál

Předpis L 11 Dodatek N odkazuje, v definici dalších osob potřebných k provozu IFR při výkonu služby AFIS, na Předpis L 1 Dodatek O. V tomto dodatku jsou popsány kvalifikace pro řídící letového provozu a nenachází se zde informace, které by byly relevantní s problematikou diplomové práce. Při hlubším zkoumání předpisu L 1, v hlavě 4 – Průkazy způsobilosti a kvalifikace leteckého pozemního personálu jsou identifikovány následující pozice:

- technik / mechanik / inženýr letadel;
- řídící letového provozu – žák;
- dispečer letecké dopravy;
- operátor letecké stanice – zde je poznámka, že tímto označením nejsou myšleni dispečeri AFIS;
- personál letecké meteorologické služby – tyto výcviky provádí Český hydrometeorologický úřad.

Dle současného výkladu legislativy není nutné mít zajištěn na letišti další personál, který by přispíval k bezpečnosti provedení přístrojového přiblížení na nepřístrojovou dráhu.

5.6. AFIS

5.6.1. Stanoviště AFIS

Letištní informační služba je poskytována všem známým letadlům, která tvoří provoz v ATZ. Provozovatel letiště může, pokud je povoleno ÚCL, publikovat postup pro lety podle přístrojů. V provozní době, která je publikovaná v AIP, musí být služba dostupná.

Mimo provozní dobu musí být zajištěna služba AFIS, když na letišti, probíhá-li:

- Letový výcvik;

- výsadky;
- navijákový provoz;
- VFR noc;
- místně činnost více než jednoho letadla, kdy aerovlek se považuje za jedno letadlo;
- veřejné letecké vystoupení nebo soutěž.

Pokud by vstup do prostoru RMZ povolovala nejbližší služba řízení letového provozu, pak by služba AFIS nemusela být dostupná pro lety IFR, které přiletí mimo provozní dobu. Toto povolení by zajišťovalo, že v daném prostoru se nachází právě jeden let IFR. Pokud by však na to ŘLP nepřistoupilo, pak se nabízí řešení pomocí frekvence UNICOM (tak, jak je tomu ve Spojených státech).

Pak je otázka, proč by nemohla stačit pouze služba RADIO a zda je vůbec potřebné nějakou službu poskytovat mimo provozní dobu. Provoz VFR mimo provozní dobu služby poskytování informací známému provozu se předpokládá minimální. Provozu IFR lze zároveň definovat podmínky k přechodu na pravidla VFR (stanovení výšky rozhodnutí na 1 000 ft v provozní době a 1 300 ft mimo provozní dobu stanoviště například). Pak by muselo dojít k úpravě předpisu L 11 dodatku S a N a předpisu L 2 – Pravidel létání.

Každý dispečer AFIS musí být srozuměn s rozsahem odpovědnosti a prostorem odpovědnosti. To je upraveno v konkrétní směrnici letiště pro službu AFIS. Dispečer AFIS je povinen zajišťovat efektivní spolupráci se sousedními stanovišti letových provozních služeb.

Zároveň musí být uzavřena koordinační dohoda o vzájemné spolupráci, pokud se na letišti nachází vícero provozujících subjektů.

Na stanovišti AFIS musí mít dispečer k dispozici:

- údaj o QNH;
- směr a rychlost větru, teplota vzduchu;
- informace o podmínkách na pohybových plochách letiště;
- možnost určení dohlednosti (např. pomocí porovnávacích tabulek s okolím);
- zařízení pro měření spodní základny oblačnosti;
- čas UTC;
- informace o existujících meteorologických podmínkách;
- potřebné mapy (ICAO 1:500 000, letištní mapa, vizuální přibližovací mapa, mapy letových postupů IFR).

5.6.2. Kompetence dispečera AFIS

Na každém stanovišti je zvolen vedoucí stanoviště AFIS, který má určitá práva a povinnosti:

- Zpracování dokumentace stanovené pro poskytování služby a pro činnost stanoviště.
- Tvorba metodiky práce na stanovišti.
- Koordinace činností stanoviště v návaznosti na činnost letiště.
- Návrh koordinačních dohod pro vzájemnou spolupráci.
- Organizace školení, výcviku a přezkušování personálu stanoviště AFIS.
- Odpovědnost za používání předepsaného vybavení stanoviště a jeho technického stavu.
- Provádění kontrolní činnosti na stanovišti.
- Zpracování/schvalování rozdělovníku služeb.

Dispečer AFIS je podřízen vedoucímu stanoviště AFIS a je zodpovědný za:

- Poskytování letištní letové informační služby.
- Pohotovostní služby známému provozu letadel v ATZ.
- Je oprávněn vydávat pokyny osobám účastnícího se letištního provozu na letišti (signalista, startér, časoměřič, obsluha navigačního, řídicí seskoků, dozorcí doskokové plochy).
- NENÍ oprávněn vydávat letovému provozu jakékoliv letové povolení.
- V případě hrozící srážky, může vydat PŘÍKAZ nebo ZÁKAZ.
- Řízení osob a vozidel po provozních plochách letiště.
- Udržování přehledu o provozu.
- Reagování na neznámý provoz a na provoz bez spojení.
- Udržování přehledu o známých letech z hlediska předpokládaného návratu.
- Sledování provozuschopnosti letiště.
- Správné vytýčení pozemních vizuálních signálů (předpis L 2).
- Informování příslušných orgánů o porušení leteckých předpisů.

Dispečer AFIS poskytuje následující informace:

- Informace o RWY v užívání.
- Informace o směru letištního okruhu.
- Informace o druhu letové činnosti v ATZ
- Informace o stavu letiště.
- Informace o překážkách na letišti.
- Na vyžádání, či zda se to jeví jako vhodné (pro let IFR závazné):
 - meteorologické informace;
 - směr a rychlost větru;
 - význačné počasí (bouřky, krupobití atp.);

- stříh větru, silná turbulence;
- QNH letiště;
- teplota vzduchu;
- spodní základna oblačnosti.

Z výše uvedených výčtů je zřejmé, že Dispečer AFIS nenese právní odpovědnost za výsledek předávání informací známému provozu v okolí letiště. Rozhodnutí, jaké udělá pilot s informacemi od dispečera AFIS či bez nich, je vždy na pilotovi a veškeré důsledky plynoucí z tohoto rozhodnutí a případný incident nebo dokonce nehoda, je na zodpovědnosti pilota. Pokud tedy na letišti neprobíhá žádný provoz (mimo provozní dobu AFIS), tak i v samotném předpise L 11 dodatku N je stanoveno, že služba informací známému provozu není potřeba zajišťovat. Jediné, co tedy zbývá je upravit znění předpisu L 11 dodatku N, konkrétně:

Předpis L 11 Dodatek N, 1.3.1.1: „*Provoz IFR lze na letišti se službou AFIS vykonávat pouze v provozní době stanoviště AFIS a při aktivované RMZ. Mimo provozní dobu AFIS pouze za předpokladu, že letadlu budou předány meteorologické informace v rozsahu uvedeném v ust. 4.3.1 tohoto Dodatku. Aktivaci prostoru RMZ provede na žádost pilota stanoviště FIC.*“

5.6.3. Osnova pro výcvik dispečera AFIS

V této kapitole je uveden návrh osnovy výcviku dispečerů AFIS, kteří mohou vykonávat službu AFIS i s provozem IFR. Tato osnova vychází z Nařízení Komise 2017/373, které je platné od 2. 1. 2020 [73] a interní dokumenty (Příručka pro výcvik AFIS) schválené výcvikové organizace dispečerů AFIS AeČR [74]. Výcvik pro službu RADIO je stejný s rozdílem, že na konci žadatel nemusí skládat zkoušky dispečera AFIS. Výcvik je rozdělen do dvou částí, a to na teoretický a praktický výcvik. Výcvik uchazeče o získání průkazu dispečera AFIS, který již vlastní průkaz způsobilosti vydaný dle podmínek ICAO (SPL, LAPL, PPL, CPL, ATPL) je předmětem úlev. Osoby, které vlastní průkaz Řídicího letového provozu nemusí kurz absolvovat a průkaz jim bude vydán administrativně.

5.6.3.1. Teoretický výcvik

Teoretický výcvik je velmi důležitý. Je to jediná šance, jak zajistit, že úroveň znalostí žadatelů bude dostatečná a bude zajištěna bezpečnost při provozu IFR i VFR. Výcvik dispečerů by měl být kvalitní bez ohledu na to, zda letiště bude provozovat IFR lety.

5.6.3.1.1. Pro uchazeče, kteří nevlastní průkaz způsobilosti ICAO

Teoretická výuka by měla zahrnovat všechny oblasti, kterých se týká letový provoz. Je dobré projít i ty předpisy, které vysloveně nesouvisí pouze s létáním IFR, ale přinášejí uchazeči všeobecný rozhled a schopnost předcházet mimořádným událostem.

Letecké předpisy: L 2 i s částí IFR, L 8168 - postupy pro nastavení výškoměru a dále všeobecné znalosti předpisů L 10, L 11, L 14, L 4444 - letové plány, AIP, AIC, NOTAM, Letecký zákon

AFIS: Dodatek N předpisu L 11

Meteorologie: Meteorologické prvky, frontální systémy, nebezpečné meteorologické jevy, zdroje meteorologických zpráv, METAR, VOLMET, předpis L 3

Navigace: Základní znalosti o zeměkouli, zemský magnetismus, projekce a druhy map, měřítko map, měření vzdáleností, úhlů a základní navigační výpočty, odhady úhlů, vzdáleností a výpočty z paměti, letecká mapa ICAO

Frazeologie: Radiotelefonní postupy a letecká frazeologie a terminologie pro poskytování letových provozních služeb a provádění letů vydaná Ministerstvem dopravy ČR – část I. Spojovací postupy a část III. Frazeologie pro provoz letadel na neřízených letištích a v ATZ

Pro osoby nadržící pilotní průkaz ICAO by stanovený rozsah teoretické výuky měl být minimálně 32 vyučujících hodin po 45 minutách. V tomto čase se nejzákladnější výše popsané oblasti dají zvládnout.

5.6.3.1.2. Pro uchazeče – držitele průkazu způsobilosti ICAO

Piloti, kteří již vlastní průkaz ICAO, mají již úřadem potvrzené většinu znalostí potřebných k vykonávání dispečera AFIS / RADIO. Tento výcvikový kurz slouží spíše k osvěžení a prohloubení již nabitých znalostí.

Letecké předpisy: Zopakování znalostí leteckých předpisů a upozornění na změny v L 2 mimo části IFR, L 8168 - postupy pro nastavení výškoměru, L 10, L 11, L 14, L 4444 - letové plány, AIP, AIC, NOTAM, Letecký zákon

AFIS: Dodatek N předpisu L 11

5.6.3.1.3. Pro držitele ostatních leteckých kvalifikací

Držitelé průkazu Řídící letového provozu – průkaz AFIS bude vydán na základě předložení platného anebo i neplatného průkazu, vydaného leteckým úřadem nebo armádou ČR.

Držitelé ostatních průkazů způsobilosti – rozsah školení a zkoušky bude stanoven na základě typu průkazu a dosažených kvalifikací. Rozsah se stanoví na základě předloženého platného anebo i neplatného průkazu.

5.6.3.2. Praktický výcvik

5.6.3.2.1. Pro uchazeče, kteří nevlastní žádný letecký průkaz

Pro vystavení průkazu dispečera AFIS, musí uchazeč absolvovat 24 hodin pod dohledem kvalifikovaného instruktora ve formě zácviku na stanovišti AFIS při letovém provozu. Potvrzení o zácviku vystaví vedoucí stanoviště, na kterém byl zácvik proveden. Uchazeč v zácviku musí mít platný průkaz radiotelefonisty.

5.6.3.2.2. Ostatní uchazeči o průkaz AFIS

Pilotům a Řídicím letového provozu se uznává praxe dosažená při provádění vlastní činnosti, držitelům ostatních průkazů způsobilosti bude praxe stanovena na základě dosažených kvalifikací a praktických zkušeností s používáním letecké radiostanice v provozu.

5.7. Vzdušný prostor

V České republice je proveditelný let IFR v třídě G vzdušného prostoru v rámci aktivované RMZ v ATZ. V současné době neexistuje žádné RMZ v rámci vzdušného prostoru České republiky. Jediný případ, kde je uskutečnitelný let IFR je letiště Kunovice (LKKU). V době, kdy jsou lety IFR plánovány, je aktivováno CTR Kunovice, nejedná se tedy již o třídu G, ale aktivací CTR se tímto třída G změní na třídu C. Dále na stanovišti řízení je dostupný přehledový radar.

Pro obecné řešení otázky rozdělení vzdušného prostoru je vhodné využít znalosti implementace v jiných státech, kde již přístrojové přiblížení na nepřístrojové dráhy je možné.

Nejvhodnějším řešením se zdá být řešení, které nabízí rozdělení vzdušného prostoru v Německé spolkové republice. V Německu došlo ke snížení třídy E z původních 2 500 ft na 1 000 ft nad prostorem RMZ. Pod třídou E, která je snižena, se již nachází třída G. Ve třídě G je povolen provoz IFR. V ČR nemusí dojít ke snížení třídy E, jelikož spodní vertikální hranice třídy E je v ČR standardně 1 000 ft. Německo prošlo vývojem, kdy původně byla zavedena třída F. Zavedení třídy F se věnuje několik dalších studií, ale jak je již prokázáno vývojem koncepce v Německu, tato cesta není efektivní.

V ČR je tedy nutné povolit lety IFR ve třídě G i mimo aktivovanou RMZ. Pokud letadlo vstoupí do ATZ, musí být na rádiovém spojení, a tudíž splňuje podmínky RMZ. Z tohoto pohledu se užívání a aplikace prostoru RMZ zdá být nadbytečná. Pilot musí být schopen komunikovat s Praha INFORMATION a zároveň být schopen monitorovat provozní kmitočty letiště, na které zahajuje přiblížení. Po ukončení komunikace s FIC zahájí pilot aktivní komunikaci na provozním kmitočtu letiště v souladu se stanovenými postupy. Let IFR musí být vybaven odpovídáčem. Nepřipadá v úvahu, aby se RMZ, tedy ATZ, rozšiřovalo na TMZ.

5.7.1. Frekvence UNICOM

UNICOM je kmitočet přidělený konkrétnímu letišti umožňující komunikaci země – letadlo nebo letadlo – letadlo, která nepodléhá EU ATS pravidlům, pouze podporuje GA aktivity (NPA 2016-09). Zjednodušeně řečeno, jedná se o kmitočet, který je určen pro komunikaci mezi piloty a případně pro komunikaci mezi dispečerem AFIS / RADIO a pilotem. UNICOM pro neřízená letiště je řešením situace mimo provozní dobu AFIS / RADIO. [13] Tento způsob je využíván ve Spojených státech amerických. Jeho implementace do evropského, případně do českého prostředí, je realizovatelná. Vyžaduje však přidělení nových kmitočtů a jejich koordinaci. Kmitočtové spektrum v EU je poměrně značně vytížené a v případě většího počtu letišť s UNICOM kmitočty nemusí být dostupné. Jednalo by se o další zatížení pilota a zvýšení jeho pracovní zátěže. Návrh frekvence UNICOM se zdá být nadbytečná.

Další variantou je, že po provozní době AFIS / RADIO zůstane v používání stále stejný kmitočet letiště jako v provozní době. Platí, že v RMZ (ATZ) prostoru může být pouze jeden let IFR. Pokud je kmitočet obsazen, tedy probíhá vysílání, žádný další let IFR do RMZ (ATZ) vstoupit nemůže a musí vyčkávat. Vyčkávací prostory jsou zakresleny v mapách a zaneseny v navigačních databázích. Pilot, který již v prostoru je, hlásí na slepo svou polohu v souladu se stanovenými postupy. Pro každé letiště by byla stanovena časová ochranná zóna pro případ závady palubní radiostanice. Pokud by byl první let IFR, který již v RMZ (ATZ) je, schopen radiokorespondenci pouze vysílat, ale nebyl schopen přijímat, tato ochranná zóna zajistí odpovídající rozstupy.

Pokud by byl zaváděn kmitočet UNICOM, bylo by vhodné, aby nebyla přidělena další frekvence od MDČR, ale aby současné vysílání naslepo po skončení provozní doby stanoviště, bylo zpřístupněno letům IFR. V současné době telekomunikační předpis jasně stanovuje, kdy má letadlo vysílat. Tedy při průletu a při činnosti v ATZ.

Po konzultaci s Úřadem pro civilní letectví frekvence UNICOM není vhodná. Dle L 11 dodatků N není možné provozovat IFR let mimo provozní dobu AFIS a ÚCL nepodporuje jakoukoliv změnu.

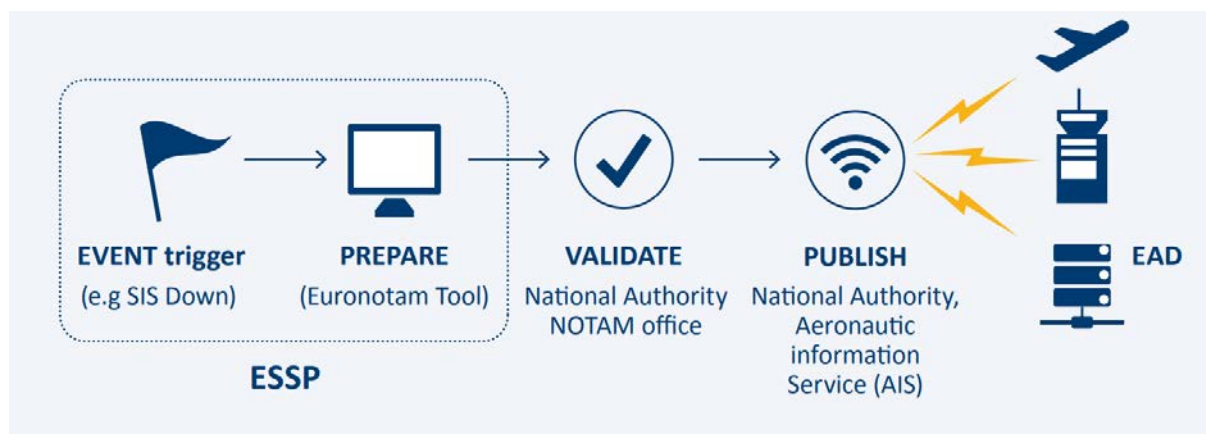
5.8. EGNOS NOTAM

Předpověď dostupnosti služby EGNOS je pro GNSS přiblížení zásadní. GNSS je komplexní a časově proměnný systém, kdy jeho výkonnost závisí na mnoha faktorech. Schopnost předpovědět přesnou dostupnost GNSS je založená na modelech a statistické analýze. Přesnost systému je dále ovlivněna kombinací různých palubních zařízení a tím je dosahováno odlišných výkonů v rámci jedné navigační služby. Informace, které charakterizují předpověď stavu systému EGNOS nebo GNSS jsou uživatelům dostupné pomocí zpráv EGNOS NOTAM nebo GNSS NOTAM.

V současné době není pojem EGNOS NOTAM (či GNSS NOTAM) zaveden do Annexů ICAO, a tudíž není ani implementován do českých leteckých předpisů. Zmínky o požadavcích zavedení NOTAM pro GNSS či přímo EGNOS jsou například v Annex 11, Annexu 15 a Annexu 10 ICAO. Byly předloženy návrhy ICAO na úpravu Annexu 10, kde by byly upraveny požadavky týkající se poskytování informací o stavu GNSS pro ATC. Studijní skupina ICAO v nové verzi PBN manuálu připravuje požadavky na monitorování a sledování letu.

V současnosti je očekáváno od každého státu, aby publikoval dostupnost GNSS. Evropský návrh konceptu GNSS NOTAM je, že v této zprávě budou zaneseny časové úseky na letišti, kdy nebude služba dostupná pro přiblížení na LPV minima, tedy 200 stop. Pokud bude služba pouze částečně nedostupná, pak může být přiblížení degradováno na přiblížení LNAV / VNAV, tedy obdobně, jako probíhá degradace u konvenční navigace. Pro plánované výpadky by měl být NOTAM autorizován alespoň 72 hodin dopředu, při neplánovaných výpadcích schválený a vydaný NOTAM do 15 minut. [64]

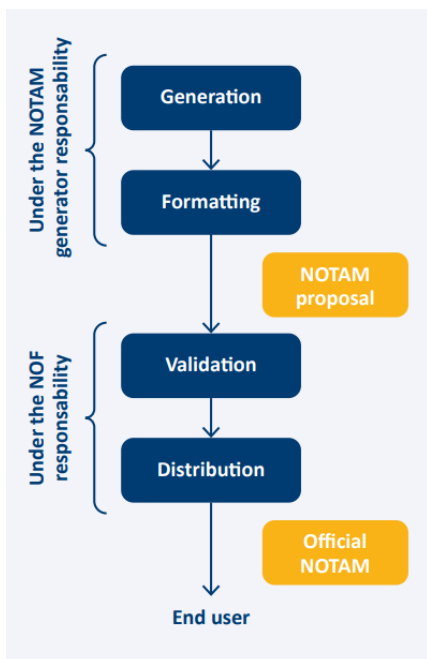
Od 2. března 2011 ESSP (EGNOS SoL Service Provider) produkuje unifikované návrhy EGNOS NOTAM, ale jejich podoba není standardizována. V současné době tyto nestandardní zprávy předává EGNOS NOTAM pracoviště všem letištím, které mají zavedené GNSS přiblížení. Předávání zpráv probíhá přes národní AIM (Aeronautical Information Management) v ČR tuto službu zajišťuje ŘLP. AIS je zodpovědná za jejich publikaci a vhodnost užití. Tento životní cyklus GNSS NOTAM je znázorněn na obrázku č. 13.



Obrázek 13 - Životní cyklus GNSS NOTAMů [64]

Od 1. ledna 2014 funguje Návrhová služba EGNOS NOTAM ESSP (European Satellite Service Provider), zkráceně nazývána jako Service Level 4. Tato služba je založená na:

- Vydání upozornění na plánované výpadky GNSS musí být publikováno minimálně 72 hodin dopředu.
- Vydání upozornění na neplánované výpadky GNSS musí být publikovány během 2 hodin v režimu 24/7.



Obrázek 14 - Proces vydání GNSS NOTAM [64]

Proces vydání GNSS NOTAM je znázorněn na obrázku č. 14. V předpisu o Jednotném evropském nebi (SES) jsou stanoveny požadavky na nutnosti uzavření pracovní smlouvy mezi ESSP SAS a ANSP (Air Navigational Service Provider) implementující EGNOS operace. Subjektem ANSP je v ČR státní podnik ŘLP. Po přijetí zprávy GNSS NOTAM subjektem ANSP musí být distribuován na letiště, která mají publikovaná přiblížení GNSS a zároveň publikovat pomocí běžných komunikačních zdrojů. [64]

Při použití V-BARO přiblížení, je vhodné také uvažovat o zavedení zpráv RAIM NOTAM (Receiver Autonomous Integrity Monitoring).

Obecně RAIM přijímá data o integrovaném monitorování GNSS satelitů pro použití v leteckých aplikacích. RAIM ke svým výpočtům využívá nadbytečný satelitní signál zkombinovaný s barovýškoměrem k detekci chybných satelitních signálů založených na analýze satelitní geometrie a pravděpodobnosti. Dle ICAO by se jednalo o radiově přenášené zprávy a šlo by o rozšířenou funkci GNSS NOTAMu, v prostředí Evropy o EGNOS NOTAM. [75] V současné době je již možné požadavek na RAIM NOTAM naléznout v ICAO Annex 10 a v ICAO Doc 9613 PBN Manuálu.

5.9. Meteorologické informace podporující PBN přiblížení

Samotný předletový briefing hraje významnou roli pro bezpečné provedení IFR letu, zvláště pokud má být zakončen v neřízeném prostoru a na nepřístrojově vybavené dráze. Při 2D přístrojovém přiblížení či přiblížení Baro VNAV je sestupová rovina založena na správném nastavení letištního QNH. Pokud pilot IFR nemůže dostat informaci o aktuálním QNH, je vhodné, aby existovala metodika zvyšování výšky bezpřekážkové zóny, a tedy minimální výšky pro rozhodnutí. Pak je nutné aplikovat oblastní QNH, které je vždy vyšší než lokální QNH na daném letišti. Zároveň, pokud vznesu dotaz na QNH pro konkrétní letiště, na FIR Praha je vždy k dispozici. Ale oblastní, tedy regionální QNH, je nejjednodušší způsob, jak zajistit správnou výšku nad překážkami. Pokud nebude v cílovém letišti dostupná informace o směru a síle přízemního větru, musí být tyto údaje k dispozici u záložního letiště. Doporučuje se provést obhlídku letiště jeho přeletem a letem po okruhu. Je nutné, aby měl pilot dostatek času zjistit meteorologické informace potřebné k rozhodnutí, který směr dráhy zvolí na přistání.

Při letu IFR bez palubního radaru se charakter oblačnosti určuje velmi těžko. Pilot tak není schopen vyhodnotit nutnost vyhnout se turbulenci a námraze. V nižších výškách to může výrazně ovlivnit bezpečnost provedení letu.

Příkladem automatického poskytování meteorologických údajů ve formě zpráv METAR je implementace ve Francii. Systém AUTOMETAR je počítač napojený pomocí dálkové linky na centrální meteorologické stanoviště v Toulouse. Software nazývaný Caobs byl vyvinut organizací ENAC (Ecole Nationale de l'Aviation Civile). Tento software poté automaticky z nasbíraných dat generuje automatické zprávy METAR, které přiřazuje konkrétním letištím, které tento software využívají. Služba je dostupná bez nutnosti obsluhy celoročně v režimu 24/7. Zprávy METAR jsou publikovány i pro velká mezinárodní letiště a pro nejpřesnější přiblížení CAT III. Vše je v souladu s ICAO Annex 3 - Meteorological Services for International Air Navigation. [13]

Existují i jiná automatická řešení pro generování zpráv METAR, jako například systém AWOS/ASOS. Jeho cena se pohybuje okolo jednoho milionu korun. Pro malé letiště je tento způsob řešení nevhodný a finančně nereálný.

Další řešení se nabízí koncepce ve Švýcarsku. Tam je pilot povinen učinit METEO briefing před vzletem dle webové stránky, která je zanesená v AIP pro dané letiště. V tomto konkrétním případě se jedná o web skybriefing.com.

6. Zhodnocení navrženého řešení – budoucnost

EASA má strategické důvody a prostředky k zavedení IFR postupů ve všeobecném letectví díky současným technologiím GNSS. Nejvýznamnějším důvodem je zvyšování bezpečnosti.

Prvním krokem bylo vydání nařízení EK č. 2018/1139 (vydáno 4. 7. 2018) o společných pravidlech v oblasti civilního letectví a o zřízení Agentury Evropské Unie pro bezpečnost letectví. Díky tomuto nařízení pro implementaci operací IFR na letištích GA již není potřeba certifikát EASA. Nařízení rozlišuje účel provozu letadel (obchodní, sportovní, rekreační) a rozděluje je podle složitosti konstrukce. Na tyto dvě základní dělení jsou dále aplikovány požadavky, postupy a standardy. Sjednocováním postupů by mělo být dosaženo dalšího zvyšování interoperability, bezpečnosti. Nezanedbatelným dopadem jsou ekonomické a sociální důsledky. Zvýšením dostupnosti a využitelnosti malých a regionálních letišť dojde ke zvýšení volného pohybu osob a rozvoji obchodu, což ekonomicky rozvíjí jednotlivé regiony, ale i Evropu jako celek.

PBN přiblížení na nepřístrojových drahách vyvolává pokrok v provozuschopnosti letadel a návrhy na úpravy postupů pro zachování letové způsobilosti, modifikace vybavení letadel, pilotního výcviku, získávání licencí a kvalifikací. Tato kapitola shrnuje, co všechno by měl obsahovat implementační plán vydaný pověřenou entitou v rámci České republiky. Na mezinárodní úrovni chybí některé legislativní úpravy, přesto však lze vypracovat základní návrh implementačního plánu tak, že případné následné změny budou minimální.

Celosvětově chybí dokončení implementace názvosloví pro oblast PBN, která je již zahájena. Může to vést k rozporům v definicích jednotlivých navigačních specifikací. Například se jedná o nesoulad názvových konvencí u RNAV (GPS), RNAV (RNP) a RNAV (GNSS) pro mapové podklady. Přejechod a sloučení názvosloví je uvedeno v podkapitole 6.1.

V podkapitole 6.2 jsou uvedeny doporučené mitigační procesy, ze kterých pak vychází implementační plán. Implementační plán může existovat v několika úrovních. Nejvyšší úroveň je mezinárodní. Aktuálně existuje několik lišících se návrhů. Žádný z návrhů není zanesen do předpisů a jedná se pouze o formu prezentace v publikacích, seminářích a workshopech pořádaných ICAO, EASA, Eurocontrol či GSA. Současná decentralizace (absence ICAO SARP (Standard and Recommended Practises) vede k různým implementačním přístupům v jednotlivých zemích. Například programy SESAR a NextGen (obdobu SESAR v USA) umožnily návrhy regionálních implementací PBN bez harmonizace a vzájemné kompatibility.

6.1. Mapové podklady k přístrojovému přiblížení s podporou GNSS

Oběžník ICAO 336 poskytuje pokyny, jak efektivně přejít z mapové identifikace RNAV na RNP. Od 1. prosince 2022 bude povolen pouze termín RNP (AR) a do té doby záleží na chování konkrétního státu.

Tabulka č. 25 uvádí příklad postupu sjednocení pojmenování postupů pro dráhu s magnetickým kurzem 240°.

Tabulka č. 24 – Příklady postupu sjednocení RNAV přiblížení

Existující název	Přechodný název	Finální název
RNAV (GPS) RWY 24	RNAV _(GNSS) RWY 24	RNP RWY 24
RNAV (GNSS) RWY 24	RNAV _(GNSS) RWY 24	RNP RWY 24
RNAV (RNP) RWY 24	RNAV _(RNP) RWY 24	RNP RWY 24 (AR)

Mapová identifikace musí obsahovat identifikaci dráhy pro přímé přistání: příklad – RNP RWY 24.

Pro let po okruhu se použije písmenný identifikátor: příklad – RNP A.

Jestliže je na jednom letišti více PBN přiblížení pro stejnou dráhu, odliší se písmenným identifikátorem: příklad – RNP Z RWY 24, RNP Y RWY 24.

6.2. Mitigační procesy

V následující tabulce, č. 26, jsou vyjmenovány mitigační procesy pro Českou republiku.

Tabulka č. 25 – Přehled aplikace mitigačních procesů v ČR [11]

Oblast	Popis	Zodpovídá	Termín
Oběžník ICAO	Sjednocení názvosloví mapových podkladů pro přístrojové postupy s podporou GNSS.	ICAO	Již vydán – Oběžník ICAO 336 s platností od 1. 12. 2022
AIC a AIP	Letecký oběžník (AIC) na změnu názvů v mapovém podkladu a rozdílů zanést do AIP.	ÚCL / MDČR / ŘLP	Současnost
Pilotní výcvik	Výcviková osnova/materiály, ve kterých je zapracována změna (přechod na PBN) a jsou zde zahrnuty možné	ATO, DTO	Současnost – 25.8.2022 (PBN kvalifikace je součástí IR)

	situace, se kterými se pilot může setkat.		
Příprava – personál ATC / AFIS / RADIO	Metodika výcviku a vytvoření osnov/materiálů, ve kterých je zpracována změna (přechod na PBN) a jsou zde zahrnuty možné situace, se kterými se může pracovník AFIS/RADIO/ATC setkat.	ŘLP / schválené výcvikové organizace	
Implementace	Provedení výcviků pilotů před změnou leteckých map.	ATO, DTO	
Implementace	Provedení výcviku personálu AFIS/RADIO/ATC před přechodem na nový typ leteckých map	ŘLP / schválené výcvikové organizace	
Implementace	Konvertování všech RNAV a/nebo GPS přiblížení na letišti na RNAV (GNSS) a/nebo RNAV (RNP) identifikaci ve stejném čase. Nebo konvertování všech existující RNAV a/nebo GPS přiblížení na letišti přímo na RNP identifikaci ve stejném čase.	MDČR / ÚCL / ŘLP / schválené výcvikové organizace	Současnost
Upozornění	Vyrozumět ICAO, jakmile tento proces je dokončen a existuje metodika RNAV přiblížení.	MDČR / ÚCL	

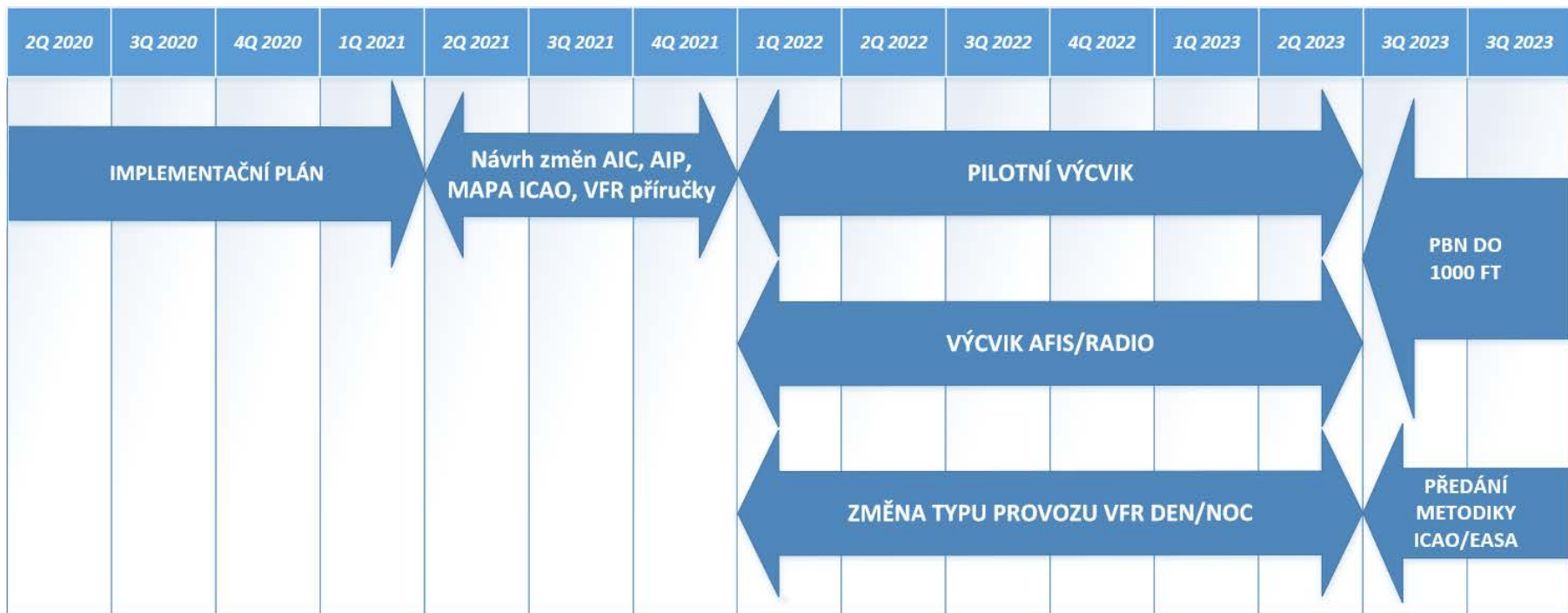
6.3. Implementační a racionalizační plán PBN na nepřístrojové dráhy – národní úroveň

Díky mitigačním procesům je možné stanovit implementační plán. Implementační a racionalizační plán vychází z ICAO Doc 9613 PBN Manual. Uvedení návrhu implementačního plánu pro Českou republiku není cílem této práce. Implementační plán existuje, byl vydán v roce 2010 a při rychlém vývoji prostředí GNSS je zastaralý a pouze obecné povahy. [70] Pokud by implementační plán měl být aplikovatelný pro všechny uživatele prostoru a nebyl pouze zaměřený na velká mezinárodní letiště v ČR a nemělo by se jednat o splnění podmínek stanovené EASA, bude nutná spolupráce všech uživatelů vzdušného prostoru, resp. jejich zástupců. V České republice jimi jsou:

- Ministerstvo dopravy České republiky,
- Úřad pro civilní letectví,
- Řízení letového provozu,
- Český telekomunikační úřad,
- letečtí dopravci,
- provozovatelé letišť,
- Aeroklub České republiky,
- Letecká amatérská asociace,
- schválené a deklarované výcvikové organizace a
- organizace zajišťující údržbu, resp. instalace avioniky do letadel.

Z těchto zástupců by měl být složen implementační tým. Hlavním přispěvatelem do procesu implementace by měli být akademické instituce technického směru (např. České vysoké učení technické, Vysoké učení technické, Masarykova Univerzita a další), kteří nejsou přímými uživateli vzdušného prostoru. Na rozdíl od výše uvedených uživatelů nebo úřadů mají prostor pro analýzu, posouzení a navrhování pokročilých organizačních a technologických aspektů. Nespornou výhodou je také nestrannost akademických subjektů z pohledu zájmů na případném omezování provozu a vzdušného prostoru. Tým by měl být složen z minimálně dvou zástupců výše uvedených a případná univerzita by měla sama navrhnout počet potřebných akademických pracovníků, kteří by vedli a podíleli se na projektu.

Na obrázku č. 15 je ilustrován návrh časové osy implementace PBN přiblížení. Plán je stanoven tak, aby přístrojové přiblížení s podporou GNSS na nepřístrojovou dráhu fungovalo od dubna 2023. Tento proces není časově náročný, ale doprovází jej velké změny. Návrhy těchto změn jsou uvedeny v kapitole 5 – Návrh změn přístrojového přiblížení na nepřístrojových drahách.



Obrázek 15 - Návrh implementační plánu PBN [autor]

První fází je vytvoření implementačního plánu pro PBN pro nepřístrojové dráhy. Pokud se aplikují výstupy z této práce, pak by konečná podoba implementačního plánu byla hotová do konce roku 2020, kdy první čtvrtletí roku 2021 je jako rezervní. Od dubna 2021 by byly zadány úkoly koncepční skupině ASM (Airspace Management) a ŘLP na konstrukce konkrétních příletových tratí. Po definování nově vzniklých tratí může ŘLP začít s přepracováním AIP, AIC a map ICAO. V AIP bude nutné zavést změny ve všeobecné části a aplikované implementace na letištích. Změny dokumentace letišť provádí ÚCL na návrh provozovatelů letišť. ŘLP případné změny pouze zapracovává do dokumentace. Zároveň lze zahájit certifikaci letišť.

Po absolvování všech bodů bude možné v České republice provést přístrojové přiblížení na nepřístrojově vybavenou dráhu do určité stanovené výše. Na závěr je MDČR povinno předat kompletní metodiku organizaci ICAO.

6.4. Implementační a racionalizační plán PBN na nepřístrojové dráhy – lokální úroveň

Zavedení přístrojových přiblížení založených na GNSS na nepřístrojových drahách je reálné, jakmile subjekty, které vytváří legislativní regulaci leteckých činností, reálně zahájí předepsaný proces implementace. Samotný proces zavedení přístrojového přiblížení není složitý, ostatně se mu věnuje velká část dokumentu ICAO Doc 9613 PBN Manual a je popsán v následujících podkapitolách. Proces je rozdělen na dvě základní části, které na sebe navazují a zahrnují pod sebou další podprocesy.

- Proces pozemního ověření:
 - Proces plánování, stanovení cílů projektu, analýza současného stavu.
 - Proces konstrukce přístrojových postupů na přiblížení.
- Proces letového ověření:
 - Počítačová simulace navrhnutých postupů.
 - Experimentální část – ověření funkčnosti v praxi.

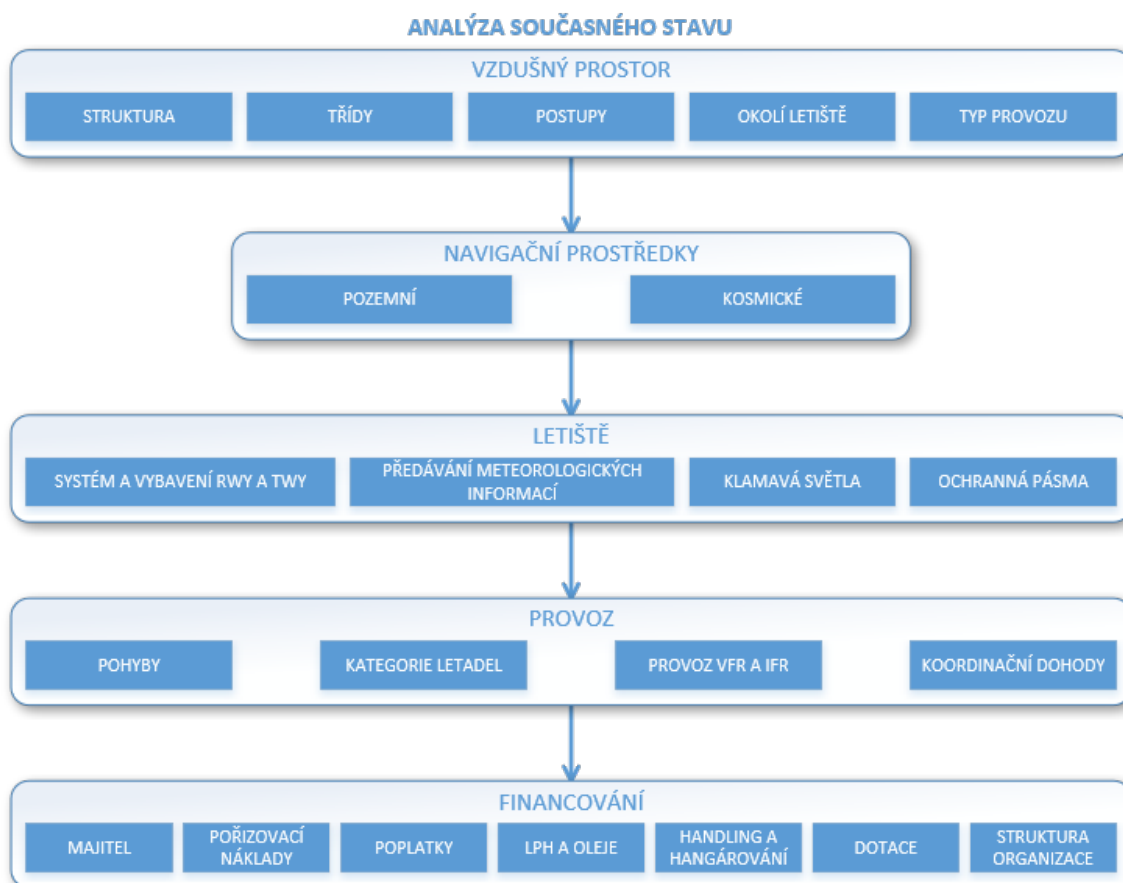
6.4.1. Proces pozemního ověření

Prvním krokem je stanovení cílů, kterých má být dosaženo díky zavedení přístrojového přiblížení na nepřístrojových drahách. V souvislosti s využitím GNSS, a tedy PBN, lze očekávat následující přínosy: zvýšení bezpečnosti, zvýšení dostupnosti, optimalizace vzdušného prostoru, dopad na životní prostředí (protihluková opatření, nižší spotřeba paliva atd).

Dalším krokem je proces plánování, tedy milníků, do kdy má být stanovených cílů dosaženo.

Posledním krokem před zahájením úpravy přístrojových postupů je analýza současného stavu. Tato analýza by měla definovat rozsah úprav a slabé stránky současného stavu. Tento krok je časově nejnáročnější.

Pro přehlednost je analýza současného stavu rozdělena na oblasti a podoblasti vyobrazené na obrázku č. 16.



Obrázek 16 - Analýza současného stavu při procesu pozemního ověření [autor]

Vzdušný prostor

- Struktura prostoru v okolí ATZ
Zda se ATZ nachází v CTR nebo zda je v blízkosti TMA. Zda jsou v blízkosti prostory typu nebezpečný D (Dangerous), zakázaný P (Prohibited), dočasně rezervovaný TRA (Temporary Reserved Area), dočasně vyhrazený TSA (Temporary Segregated Area) či dočasně rezervovaný pro provoz všeobecného letectví TRA GA (Temporary Reserved Area for General Aviation).
- Třídy vzdušného prostoru a dostupnost služeb
FIS, ATC, AFIS, RADIO, UNICOM nebo žádné dostupné služby a jejich provozní doba.

- Již zavedené IFR a VFR postupy
Vstupní a výstupní body, přístrojová přiblížení, minima – DA a MDA.
- Okolí letiště
Zda dochází k interakci s dalšími ATZ či SLZ plochami v okolí. Pokud ano, jaký je jejich typ a charakter provozu (VFR, IFR, civilní, vojenská, heliporty, tovární atd.).
 - Okolí letiště z hlediska překážek – databáze překážek pro zanesení do map.
 - OCA/H.

Navigační prostředky

- Pozemní – dostupnost a rozmístění navigačních prostředků.
- Kosmické – dostatečné pokrytí signálem GNSS a SBAS v prostoru konečné fáze přiblížení.

Letiště

- Systém a vybavení RWY a TWY
 - Počet a vzájemná poloha dráhových systémů.
 - Magnetické směry z pohledu terénních a meteorologických podmínek.
 - Typ povrchu, rozměry a únosnost jednotlivých RWY.
 - Vyhlášené provozní délky RWY (TODA, TORA, ASDA, LDA⁶).
 - Dostupnost a charakter osvětlení RWY a TWY.
 - Dostupnost osvětlení dalších částí letiště (hangár, věž, stojánky).
 - Osvětlení větrného rukávu WDI (Wind Direction Indicator).
 - Kapacita dráhových systémů a letiště jako celku.
- Zabezpečení získávání a předávání meteorologických informací.
- Zabezpečení meteorologických informací mimo provozní dobu.
- Ochrana letiště před klamavými světly.
- Stav ochranných pásem.

Provoz

- Počet ročních pohybů na letišti.
- Kategorie letadel, které na letiště běžně létají.
- Způsoby zabezpečení provozu VFR a IFR.
- Provoz dalších provozovatelů a náležitosti koordinačních dohod.
- Převládající druh letištního provozů.

⁶ TODA (Takeoff distance available), TORA (Takeoff Run Available), ASDA (Accelerate Stop Distance Available)

Životní prostředí

- Hluková omezení letištního provozu.
- Blízkost zástavby v okolí letiště s vlivem na IFP. Možnost vyhnout zástavbě implementací možností PBN.
- Ochrana letiště před stěhovavým ptactvem. Přítomnost vodních ploch, které jsou útočištěm ptactva.
- Výskyt divoké zvěře v okolí letiště.

Financování

- Charakter vlastníka a provozovatele letiště (státní, krajské, soukromé). Schopnost investic do infrastruktury, resp. charakter činnosti vlastníka a provozovatele (sportovní, komerční, tovární apod.).
- Předpokládaný způsob krytí provozních nákladů letiště.
- Přibližovací, přistávací, manipulační a další poplatky v provozní době a mimo ni.
- Dostupnost pohonných a mazacích hmot.
- Poskytování handlingu, parkování a hangárování. Kapacita těchto služeb.
- Možnosti dotací na provoz letiště poskytnutých státními nebo soukromými subjekty.
- Struktura organizace zajišťující provoz letiště, personální zajištění a kompetenční schéma.

Poslední fází plánování je výstup, který uceleně odpovídá na otázky položené v analýze současného stavu. Je stanoven implementační tým, který vytvoří časovou osu, kdy jednotlivé cíle budou splněny. Součástí tohoto výstupu by měla být i finanční analýza. Kolik bude stát zavedení IFP na daném letišti a kolik je možné získat. Součástí výstupu je i udržitelnost projektu a jakým způsobem bude ovlivněno bezprostřední i vzdálené okolí. Pokud dosah zavedení IFR postupů bude větší než krajské úrovně, pak je vhodné zmínit návaznost na další pracovní sektory.

Po zpracování analytiky projektu nastává praktická část konstrukce letových postupů. Správná konstrukce PBN přiblížení na nepřístrojovou dráhu velmi záleží na výsledku zpracování projektu. Obecně lze konstatovat, že prvně je nutné zkonstruovat horizontální tvar přiblížení, vertikální tvar přiblížení, stanovení otočných bodů a výpočet parametrů zatáček pro otočné body. Konstrukcí PBN trápí se zabývá ICAO Doc PBN Manual 9613. Proces konstrukce přístrojového přiblížení je nutné zanést do k tomu určené elektronické databáze. V současné době existuje na trhu několik softwarů, které elektronizaci dat umožňují (například GeoTITAN, RVT, SIMTRA) [31]. Při sestavení PBN přiblížení je nutné také definovat ochranné prostory. Konstrukcí ochranných prostorů se detailně zabývá ICAO Doc 8168.

6.4.2. Proces letového ověření

Poslední fáze před publikací nově zkonstruovaných postupů, je ověření správnosti. Ta se buď může provést počítačovou simulací, nebo experimentálně. Zde se nabízí řešení ověřovací analýzy pomocí zdrojů akademických institucí vzhledem k možnosti aplikovat širší znalosti obdobných systémů fungujících v zahraničí a také díky specifickému analytickému přístupu. Ověřovací analýza provedená čistě simulací nemusí být ekonomicky nejvýhodnější. Aplikací praktických zkušeností při experimentálním ověřování lze poměrně rychle odhalit potenciální problematické části postupů.

Řešení procesu letového ověření je plně v kompetenci provozovatele letiště. Letové ověření probíhá na základě plánu, který musí být součástí návrhu konstruovaných postupů a pokrývat jejich klíčové a kritické aspekty. Letové ověření se provádí v pravidelných intervalech (například jednou ročně) a jeho součástí může být ověření dalších požadavků na služby poskytované na letišti (například ověření rádiové komunikace v prostoru ATZ, kalibrace zařízení apod.). O provedení letového ověření se pořizuje podrobný protokol, který musí být součástí letištní dokumentace.

6.5. Ekonomický návrh implementace PBN na nepřístrojovou dráhu

Aby byl projekt úplný, je nutný alespoň částečný ekonomický návrh, pokud se provozovatelé, případní sponzoři, mají rozhodnout, zda chtějí investovat do rozšíření letiště a jeho infrastruktury. Finanční náklady jsou rozděleny do dvou složek, kdy první složka jsou pořizovací náklady na změnu typu provozu z VFR den na VFR noc a druhá složka jsou odhadované měsíční fixní náklady.

Dalším důležitým parametrem pro investora je návratnost jeho prostředků. U VFR letišť v České republice je možné s jistotou říct, že tato doba bude mezi od deseti let výš podle počtu provozu a nastavených cen za služby, které letiště bude nabízet po zavedení VFR noc a zároveň rozšíření služeb na PBN do 1000 ft nad letišťem. Velmi bude záležet na konkrétním záměru investora, intenzitě provozu a možnostech letiště.

6.5.1. Změna typu provozu z VFR den na VFR noc

Nejpodstatnější dokumentem je Směrnice CAA/S-SP-004-0/2017, která přesně shrnuje, jaké podmínky musí být splněny ke změně typu provozu na letišti. Směrnice obsahuje poradenský materiál, kde je stanovená minimální certifikační předpisová základna.

Obecně platí pro každé letiště následující postup. Provozovatel letiště předloží návrh na světelné zabezpečovací zařízení na konkrétním letišti. Plán musí obsahovat detailní rozpis a rozkreslení všech návěstidel, jejich zapojení a všech dalších prostředků nutných k řádnému

zabezpečení letiště pro provoz VFR noc. Tento projekt může zpracovat pouze projekční firma, která má zkušenosti s dopravní leteckou zástavbou. Projekt pak může zpracovat i firma, která má přímo udělené oprávnění od ÚCL vydaných dle § 17 zákona č. 49/1997 Sb. V tomto případě je to výhodnější, pokud stejná firma, která bude projekt navrhovat jej bude i následně realizovat. Vypracování projektu je v řádech desítek tisíc korun, kdy částky za velmi malé projekty (veřejné vnitrostátní letiště s provozem VFR den) začínají na částkách okolo 100.000,- Kč.

Po schválení návrhu ÚCL dojde k instalaci produktů. Poté Řízení letového provozu provede měřící zálet, kdy všechna nainstalovaná zařízení musí fungovat. Následně je tato instalace podrobena zkouškou. Zkouška je splněna, pokud všechna návěstidla nepřetržitě svítí po dobu 10 h. Tuto zkoušku provádí ÚCL.

Jednám z konečných fází recertifikace je zanesení změn do AIP a VFR příručka pro ČR. Letištní personál na daném letišti musí být seznámen s provozem VFR noc a s ovládáním světelné zabezpečovací techniky. Posledním krokem je úprava provozních dokumentů letiště, jako je letištní řád.

6.5.2. Pořizovací náklady

Pokud letiště není vybaveno pro provoz VFR noc vojenskými mobilními návěstidly z doby Svazarmu, pak v současné době jsou počáteční investiční náklady vysoké. Kromě pořizovacích nákladů za konkrétní produkty je nutné počítat i s náklady za výkopové a další práce. Veškeré uvedené ceny jsou průměrné ceny, které nabízejí firmy, které se nacházejí na území České republiky. Veškeré ceny byly poptávané, nejsou volně přístupné.

6.5.2.1. Řídící systém

Minimální požadavky: Ovládání a monitorování jedné RWY, ovládání a monitorování minimálně dvou TWY, ovládání a monitorování stop příček, prodloužených os, zábleskových soustav, možnost připojení meteorologického systému, nastavení svítivosti světelných soustav podle dráhové dohlednosti, možnost vstupu výstupů z radionavigačních zabezpečovacích zařízení. Zařízení by mělo obsahovat jak software, tak i hardware.

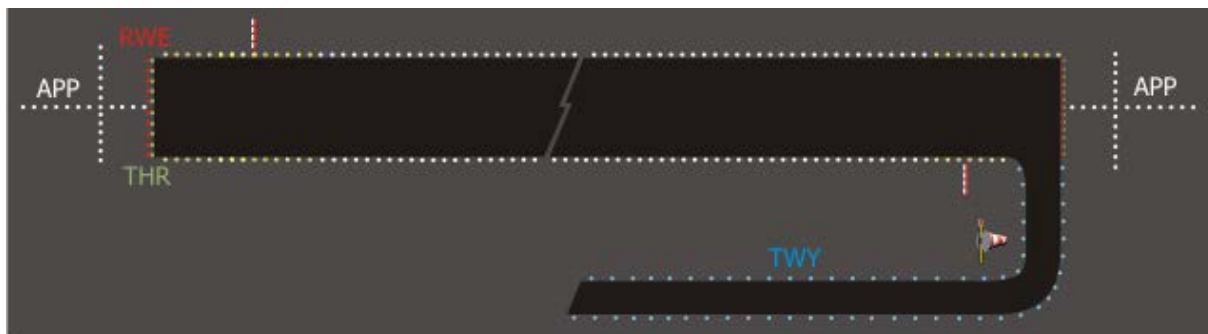
Cenová relace: od 200.000, - Kč / systém

6.5.2.2. Dráhové světlo

Minimální požadavky: Halogenové nadzemní všesměrové návěstidlo nízké až střední intenzity s integrovaným transformátorem. Návěstidla je vhodné použít jeden typ, který může zastávat více funkcí znázorněných v obrázku č. 17, např. stejná návěstidla pro přiblížení (pokud je aplikováno), prahová návěstidla, dráhová koncová návěstidla (minimálně 6 ve dvou řadách a s ½ vzdálenosti postranních dráhových návěstidel), postranní dráhová návěstidla (min. 100 m

rozstup), návěstidla pojezdových drah. Dle L 14 Letiště je maximální vzdálenost postranních dráhových návěstidel 100 m, avšak pokud by mělo v budoucnu dojít k další recertifikaci letiště na IFR provoz, pak je doporučená vzdálenost návěstidel 60 m dle konzultace s ÚCL.

Cenová relace: od 22.000, - Kč / ks



Obrázek 17 - Aplikovatelnost dráhových návěstidel [77]

6.5.2.3. Regulátor

Minimální požadavky: napájení sériových proudových obvodů, pracovní zátěž (výkon) od 0 do 100 %, frekvence 50 Hz, nadproudová ochrana, výkonová ochrana. Napětí 380 nebo 240 V, proměnlivé výkony – max. 12kW (30kVA).

Cenová relace: od 450.000, - Kč / ks

6.5.2.4. Letištní znaky

Pokud je potřeba použít osvětlené letištní znaky, pak je vhodné použití halogenových žárovek. Nápis musí být dle ICAO Annex 14 Volume I, tedy čitelný minimálně z 250 m. Konstrukce je vhodná hliníková, která je odolná povětrnostním vlivům, ale zároveň má požadovanou tuhost, zlomí se při nárazu letadla velmi snadně. To je zaručeno použitím lámacích spojek.

Cenová relace: od 32.000, - Kč / ks

6.5.2.5. Lámací spojky

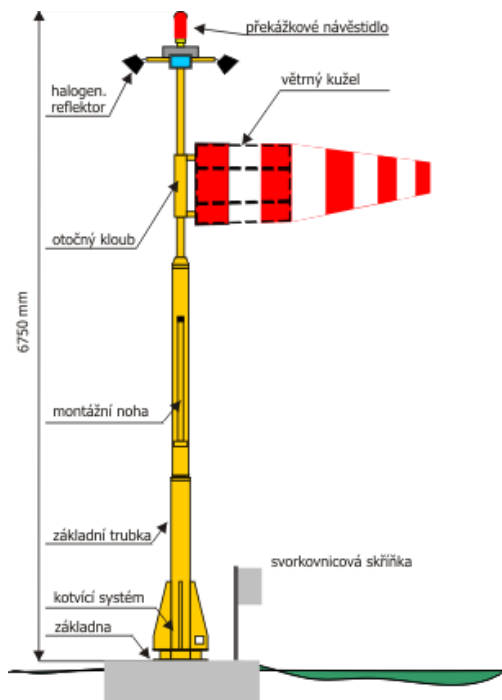
V případě kolize letadla s návěstidlem je úkolem lámací spojky je odlomení návěstidel v úrovni terénu. Lámací spojky jsou různých velikostí, průměrů a na různé typy návěstidel. Je nutné použití vhodných spojek na konkrétní návěstidla.

Cenová relace: od 6.500, - Kč / ks

6.5.2.6. Zábleskové světlo

Překážková návěstidla různých intenzit a do různých výšek překážek nad terénem, cenová relace se příliš neliší, pouze umístění světel zvyšuje náročnost na obsluhu a zvyšuje cenu za připojení návěstidel do sítě. LED či halogenová návěstidla nízké či střední svítivosti, vhodné použití materiálů, které zvládají velké teplotní rozdíly.

Cenová relace od: 18.000, - Kč / ks



Obrázek 18 - Osvětlený ukazatel směru větru [76]

6.5.2.7. Osvětlený ukazatel směru větru

Na obrázku č. 18 je znázorněna možná konstrukce ukazatele směru větru, který je osvětlený. Hlavní rozdíl je umístění čtyřech reflektorů na vrcholu stožáru, které zajišťují osvětlení větrného rukávu z 360°. Konstrukce samotného rukávu je klasická, která je standardem i na letištích s typem provozu VFR den. Dalším rozdílem je nutné umístění překážkového návěstidla na vrcholu stožáru.

Cenová relace: od 55.000, - Kč / ks

6.5.2.8. Stop příčky

Návěstidla použitá pro stop příčky musí odolávat přejíždění kol letadel. Nesmí dojít k poškození ani návěstidla ani letadla. Svítivost musí být přiměřená ke svítivosti návěstidel v nejbližším okolí, což jsou TWY návěstidla či již RWY návěstidla. Pokud je svítivost proměnlivá, tedy nižší až střední intenzita, pak by i stop příčka měla mít ovládání svítivosti.

Cenová relace: od 38.000, - Kč / ks

6.5.2.9. Kabeláž

Minimální délka základní kabeláže pro letiště do 1200 m délky RWY je minimálně 4 km. Záleží na konkrétních vzdálenostech a potřebách na daném letišti. Velký cenový rozdíl pak dělají práce na položení kabelového systému, zda se jedná o mobilní světelný zabezpečovací systém pro VFR noc nebo o stabilní. U stabilního jsou nákladné výkopové práce při pokládání kabelu do země.

Cenová relace: 280, - Kč/metr; položení kabelu do 20 cm hloubky 1500, - Kč/hod/cca 50 m

6.5.2.10. Systém PAPI (Precision Approach Path Indicators) / APAPI

Pro letiště s typem provozu VFR noc stačí použít systém APAPI (Abbreviated Precision Approach Path Indicators) (sestupová soustava s 2 návěstidly). Systém tedy musí mít dvě optické jednotky. Každá jednotka musí obsahovat čočku, červený filtr s tvrzeného tepelně

odolného skla, reflektor a žárovku. Rozptylovač (krycí sklo) může být pro obě jednotky společný.

Cenová relace: od 150.000, - Kč / sestupová soustava

6.5.3. Fixní měsíční náklady

Obecně je vhodnější použít LED návěstidla oproti halogenovým. Halogenová návěstidla mají větší spotřebu. LED návěstidla jsou o cca 40% dražší. Životnost halogenových návěstidel se pohybuje okolo 4000 hodin, životnost LED návěstidel je cca 200 000 hodin. Životnost svítidel a všech použitých zařízeních je dána také pravidelnou údržbou, která je dána plánem údržby. Vždy by mělo docházet k okamžité výměně světelných zdrojů při jejich poruše. Pokud návěstidla nejsou vybavena odmrazováním, pak je nutná jejich pravidelná údržba v zimním období. Návěstidla by neměla být nikdy zakryta vrstvou sněhu či pokryta námrazou. Při vybavení odmrazování se spotřeba zvyšuje a tím i náklady. Lidská práce je však také nákladná. Zde by bylo vhodné provést jednoduchou matematickou analýzu. [78]

Fixní měsíční náklady jsou závislé na zvoleném typu světelné technologie a na počasí. Oproti údržbě a provozních nákladech letiště s typem provozu VFR den se zvýší náklady letiště s typem provozu VFR noc o cca 20 až 30 %. Tyto čísla vychází z hrubého odhadu.

6.6. Návrh sítě letišť se zavedeným přístrojovým přiblížením na nepřístrojové dráhy

Je nutné stanovit podmínky, které dané letiště musí splňovat, aby letiště bylo vhodné pro zavedení PBN přiblížení do 1000 ft.

- Kategorie letiště: min. 2, tedy délka dráhy je více než 800 m.
- Šířka dráhy: min. 30 m.
- Druh povrchu dráhy: Asfalt, pokud není k dispozici možná i tráva.
- Minimální vzdušná vzdálenost od jiného navrhnutého letiště: 20 km.
- Významné strategické umístění.
- Případný zájem provozovatele.
- Případný zájem uživatelů vzdušného prostoru.
- Letiště je již certifikováno pro VFR noc nebo je to v brzké úvaze o jeho zavedení.

Případné zavedení přístrojového přiblížení na nepřístrojovou dráhu připadá v úvahu na následující letiště:

Tabulka č. 26 – Přehled letišť, kde je možné uvažovat o zavedení PBN postupů [49]

Název letiště	ICAO značení	Kategorie letiště	Poznámky
Brno / Tuřany	LKTB	4D	Letiště plně vybaveno na provoz IFR, RNP (GNSS) je v provozu, avšak na přístrojovou dráhu
Čáslav	LKCV	4C	Vojenské letiště
České Budějovice	LKCS	4C	Strategické místo, primární cíl implementace, 2500 x 45 m RWY, usilují o zavedení pravidelných linek, tedy o plné IFR
Hořovice	LKHV	2B	Strategické místo, primární cíl implementace, 1170 x 30 m, blízkost hlavního města
Hosín	LKHS	2B	Nevýznamný provoz, příliš blízko LKCS
Hradec Králové	LKHK	2B	Strategické místo, primární cíl implementace, 2400 x 60 m RWY, VFR noc
Chomutov	LKCH	2B	Nevýznamný provoz, příliš blízko LKMO
Jičín	LKJC	2B	Nevýznamný provoz, strategické místo
Karlovy Vary	LKKV	3C	Letiště plně vybaveno na provoz IFR, RNP (GNSS) je v provozu, avšak na přístrojovou dráhu
Kbely	LKKB	3C	Vojenské letiště
Kunovice	LKKU	3C	Letiště plně vybaveno na provoz IFR, RNP (GNSS) je v provozu na přístrojovou dráhu
Liberec	LKLB	2B	Strategické místo, primární cíl implementace, 1020 x 60 m RWY
Mladá Boleslav	LKMB	2A	Strategické místo, primární cíl implementace, 900 x 100 m RWY
Mnichovo Hradiště	LKMH	2B	Strategické místo, primární cíl implementace, 1550 x 30 m RWY
Most	LKMO	2B	Strategické místo, primární cíl implementace, 1130 x 70 m RWY, VFR noc
Náměšť	LKNA	4C	Vojenské letiště
Ostrava / Mošnov	LKMT	4E	Letiště plně vybaveno na provoz IFR, RNP (GNSS) je v provozu, avšak na přístrojovou dráhu

Panenský Týnec	LKPC	2B	Strategické místo, primární cíl implementace, 2505 x 30 m RWY
Plzeň / Líně	LKLN	2B	Strategické místo, primární cíl implementace, 1450 x 60 m RWY
Praha / Ruzyně	LKPR	4E	Letiště plně vybaveno na provoz IFR, RNP (GNSS) je v provozu, avšak na přístrojovou dráhu
Praha / Vodochody	LKVO	3C	Letiště plně vybaveno na provoz IFR, RNP (GNSS) je v provozu, avšak na přístrojovou dráhu
Prostějov	LKPJ	2B	Nevýznamný provoz, příliš blízko LKPO
Přerov	LKPO	2B	Strategické místo, primární cíl implementace, 1000 x 60 m RWY, VFR noc pouze pro HEL
Příbram	LKPM	2B	Strategické místo, primární cíl implementace (blízkost LKHV)
Rokycany	LKRY	2B	Nevýznamný provoz, příliš blízko LKLN
Roudnice	LKRO	2B	Strategické místo, primární cíl implementace, 1400 x 63 m RWY, VFR noc
Sazená	LKSZ	2B	Nevýznamný provoz, příliš blízko LKRO
Stichovice	LKSB	2B	Nevýznamný provoz, příliš blízko LKKV a LKLN
Tábor	LKTA	2B	Strategické místo, primární cíl implementace, 1100 x 130 m RWY, VFR noc
Toužim	LKTO	2B	Nevýznamný provoz, příliš blízko LKKV
Vysoké Mýto	LKVM	2B	Strategické místo, primární cíl implementace, 1200 x 40 m RWY, VFR noc
Vyškov	LKVY	2B	Nevýznamný provoz, příliš blízko LKTB
Žatec / Macerka	LKZD	2B	Nevýznamný provoz, příliš blízko LKMO

Pozn.: Pokud jsou na letišti více RWY, v tabulce je uvedena ta delší.

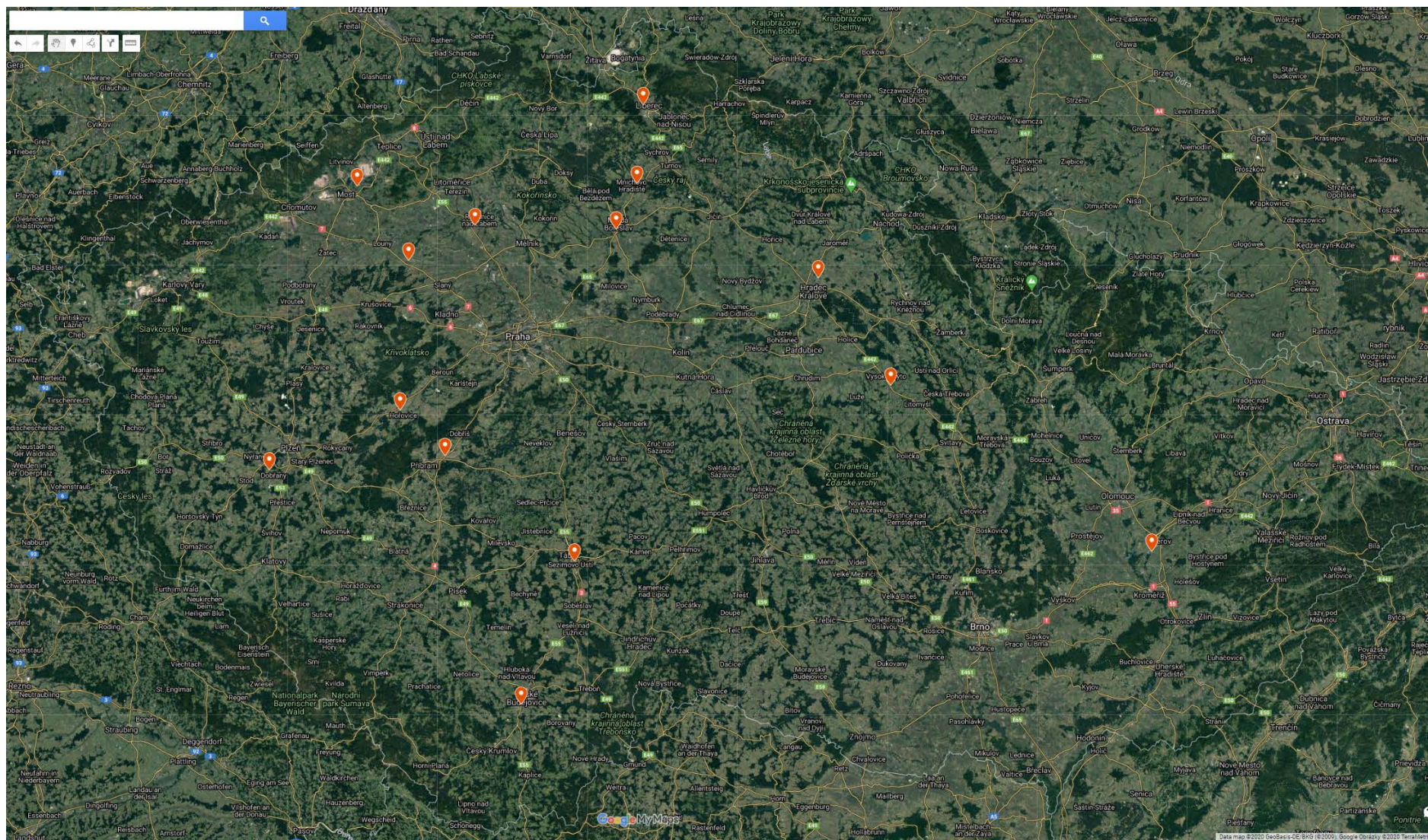
Letiště uvedena v tabulce č. 21 jsou vybrány ze seznamu letišť uvedených ve VFR příručce ČR. Kategorizace letišť podle délky RWY neodpovídá předpisu L 14. Při pohledu do VFR příručky ČR existuje několik letišť, která jsou zařazena do kategorie 1, ale dráha přesahuje délku 800 m. Příklady těchto letišť jsou [48]:

- Havlíčkův Brod: 1000 x 50 m RWY;
- Jihlava: 920 x 100 m RWY; stačí pouze jedno na Vysočině, LKHB a LKJI jsou blízko;

- Letňany: 860 x 23 m RWY – nedostatečná šířka dráhy podle současného znění L 14;

Na tyto letiště z důvodu rovnoměrného rozmístění a pokrytí České republiky sítí letišť s IFP postupy na nepřístrojové dráhy by bylo také vhodné implementovat PBN přiblížení. Zároveň tyto letiště splňují stanovené podmínky. Na mnoha letištích by o takový rozvoj měl zájem samotný provozovatel letiště.

Benešov je letiště, které nedosahuje délky RWY 800 m, ale současnému charakteru provozu by vyhovovalo zavedení přístrojového přiblížení. K úspěšné implementaci by muselo dojít k prodloužení dráhy a ke stavebním úpravám. Letiště Benešov – LKBE má rozměr dráhy 750 x 60 m.



Obrázek 19 - Návrh sítě vnitrostátních letišť v ČR pro PBN

7. Závěr

Cílem diplomové práce je posouzení možností a nalezení vhodného řešení zavedení PBN přiblížení pro všeobecné letectví na nepřístrojových drahách. Zavedení a implementace PBN je možná pouze tehdy, je-li zajištěna pomocí GNSS alespoň stávající úroveň bezpečnosti navigace. Dalším cílem a strategií je, že je nutné zohledňovat ekonomické, provozní a technické otázky. Současný trend implementace postupů založených na konvenčních typech navigace je pro malá letiště finančně náročné a náklady na údržbu jsou neúnosné. Je vysloven předpoklad, že dojde ke snížení současného počtu konvenčních radionavigačních zařízení o 50 i více procent. Aby to bylo dosažitelné, státy by měly vytvořit plán racionalizace. Ten by měl být součástí implementačního plánu PBN.

Evropská komise si je vědoma těchto požadavků na zavedení PBN od mnoha států. Byl zpracován a vydán ICAO PBN Manuál popisující obecné zavedení postupů na letištích. Mezinárodní předpisy neřeší zavedení PBN postupů v evropském, sjednoceném měřítku. Chybí světová harmonizace a stanovení jednotných standardů. Největší rozdíly jsou v oblasti pilotního výcviku a nejednotnosti otázky třídy vzdušného prostoru a IFR letů ve vzdušném prostoru třídy G.

Při analýze států, které již postupy PBN přiblížení mají implementovány, byly zjištěny rozdílnosti v implementaci. Z rozdílností je možné se inspirovat a navrhnout nejvhodnější řešení pro Českou republiku. Z výsledků analýz leteckých předpisů řady L byly navrženy některé konkrétní změny v předpisech a na základě obrazu možné situace byla částečně převzata analýza provozní bezpečnosti přístrojového létání na nepřístrojové dráhy, která však byla doplněna o navrženou podobu letu IFR do 1000 ft a vychází z aktuálních znění předpisů. Dále byla provedena analýza FMEA, která sleduje jednotlivé selhání komponentů systému a možné následky. Z nich bylo možné určit míru rizika.

Prostor navržených změn pro zajištění PBN přiblížení na nepřístrojové dráhy je velký. Rozdílnosti v kvalitě výcviků a úrovně teoretických znalostí je celosvětový. V dopravním létání je problém vyřešen pomocí Systému řízení provozní bezpečnosti SMS (Safety Management System). Tento způsob řešení problému v rámci GA není aplikovatelný a vhodný. Jednalo by se o navýšení administrativy bez dalšího účinku na kvalitu poskytovaných výcviků. V tomto případě by měla být navržena osnova a vypublikovaná regulátorem civilního letectví, aby byla dosažena jednotná úroveň poskytovaných výcviků. Tato osnova by se dále používala jako minimum v rámci výcviků v ATO. Součástí práce je návrh programu pilotního výcviku k získání kvalifikace PBN.

Při současném znění předpisů je nemožné provést přístrojové přiblížení na nepřístrojově vybavenou dráhu. Postupy pro provoz letadel pro přiblížení obecně, resp. přímo pro přiblížení PBN, jsou popsány v příslušných ustanoveních předpisů L 8168 Svazek I a Svazek III. Pravidla létání jsou pak aplikována podle příslušných ustanovení prováděcího nařízení Komise č. 923/2012 (tzv. SERA) resp. leteckého předpisu L2.

S ohledem na výše uvedené jsou aplikovány požadavky na minimální výšky letu a stanovení bezpečných výšek nad překážkami. Budeme-li se pohybovat v obecné rovině, tj. nebudeme-li brát v úvahu možné úpravy uvedeného s ohledem na umístění konkrétního letiště a případnou blízkost významných překážek, bude tato minimální výška obecně stanovena na 1000 ft. Do takové výšky je pak obecně stanoven bod (resp. okamžik) rozhodnutí pilota, zda a za jakých podmínek bude pokračovat v letu. Pro přiblížení vrtulníků jsou požadavky stanoveny konkrétně Dodatkem 2 k Části II leteckého předpisu L8168/I. Tyto postupy pak lze obecně aplikovat i pro piloty ostatních letadel, při dodržení ostatních výše uvedených ustanovení předpisů. K tomuto předpokladu vede např. i ust. Hlavy 3 Dílu 5 předpisu L 8168/III stanovujícím požadavek na stabilizaci přiblížení právě ve výšce minimálně 1000 ft.

Ve výšce 1000 ft tak obecně dochází k rozhodnutí pilota o dalším postupu přiblížení, je-li letadlo plně stabilizováno a připraveno v konfiguraci na přistání. Základní podmínkou pro takové rozhodnutí obecně, podle ust. SERA.5015 c) je, že pilot nesmí zrušit let IFR, pokud v tomto bodě nemá reálný předpoklad, že po přiměřenou dobu bude pokračovat let v meteorologických podmínkách letu za viditelnosti. Musí tak být splněna minima pro let VFR a pilot musí mít dostatečné vizuální reference pro další průběh přiblížení, což jsou obecně dle předpisu L8168 např. viditelnost prahu dráhy. Pokud tedy není navázán vizuální kontakt pilota s dráhou, pak musí být zahájen postup nezdařeného přiblížení a pilot musí opakovat. Pokud ani poté není navázán vizuální kontakt, dle rozhodnutí pilota odlétá na záložní letiště, které má uvedené ve FPL. Uvedené se stále děje za podmínek IFR.

Pokud podmínky dovolí přechod na VFR, pilot dle SERA toto oznámí službě ATC a provede přiblížení a přistání při letu VFR. Pakliže se během tohoto manévru změní podmínky nebo přistání není provedeno, musí být opětovně aplikován postup pro nezdařené přiblížení, pilot musí vystoupat nad minimální bezpečnou výšku a přechází na podmínky IFR, při splnění požadavků předpisů a rozhoduje o dalším postupu, což bude nejčastěji opětovně odlet na náhradní letiště.

Obecně, pokud tedy pilot v této fázi přiblížení přechází na podmínky VFR (den/noc), je toto sděleno službě ATC, let je dále prováděn již jako let VFR a lze jej ukončit na letišti, kde světelné vybavení dráhy stačí právě VFR (den/noc), podle toho, na co je letišti schváleno. V případě, že je let dokončen za podmínek VMC, ale nedojde k ukončení letu podle pravidel IFR, jedná

se stále o let podle postupů IFR a těmto podmínkám musí vyhovovat i příslušné vybavení letiště.

Práce se zabývá otázkou, zda je možné, aby lety IFR probíhaly v neřízeném prostoru třídy G a v rámci ATZ i mimo provozní dobu. Ze získaných znalostí vyplývá, že je reálné tento typ provozu umožnit, ale není tento postup doporučen Úřadem pro civilní letectví. Poslední, související bod návrhů změn, je předávání nutných informací k zahájení PBN přiblížení na nepřístrojově vybavenou dráhu a návrh řešení problému informovanosti pilotů o dostupnosti signálu GNSS.

Z navržených řešení je možné odhadnout budoucí vývoj. Za předpokladu, že navržené změny budou implementovány, je v kapitole 6 uveden časový harmonogram celého procesu implementace do národního prostředí. Dále je zde uveden návrh řešení implementační otázky z lokální úrovně, tedy provozovatele letiště. Výsledkem práce implementačního týmu má být zpracovaný projekt, který řeší veškeré otázky nutné ke zpracování a zavedení PBN postupů na daném letišti.

V době dopisování této práce letecká doprava prochází největší krizí ve své historii. Přes dva měsíce byly zavřené státní hranice a v České republice na několik týdnů ustal veškerý pohyb letadel. Obchodní leteckou dopravu neměl kdo využívat. Poptávka byla ze dne na den ukončena bez jakékoliv možnosti náhrady. Postupné rozvolňování opatření proti šíření pandemie uvolnilo mezi prvními provoz všeobecného letectví. Piloti všeobecného letectví začali být využíváni Integrovaným záchranným systémem pro převoz zdravotnického materiálu. Toto byl první krok k uvědomění si, že všeobecné letectví je strategicky důležité a nelze spoléhat pouze na možnosti komerční letecké přepravy.

PBN je neodmyslitelnou součástí budoucího vývoje leteckého navigačního prostředí. Koncept PBN je základním stavebním kamenem koncepce Free Route, kam evropské řízení vzdušného prostoru před započítím krize směřovalo. Snahy o sjednocení evropského nebe a zvýšení dostupnosti dalších letišť jsou natolik velké, že otázku implementace PBN do národních prostředí bude dříve nebo později muset vyřešit každý stát nezávisle na stanovisku mezinárodních regulačních organizací.

Zdroje

- [1] SKYbrary: PBN [online]. 15.6.2019 [cit. 2020-03-21]. Dostupné z: [https://www.skybrary.aero/index.php/Performance_Based_Navigation_\(PBN\)](https://www.skybrary.aero/index.php/Performance_Based_Navigation_(PBN))
- [2] *Annex 14 to the Convention on International Civil Aviation: Aerodromes: Volume I - Aerodrome Design and Operations*. Seventh edition. Canada: ICAO, 2016. ISBN 978-92-9258-031-5.
- [3] ČESKÁ REPUBLIKA. *Letecký předpis: Letiště L14*. In: . Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, 2009, ročník 2009, 641/2009-220-SP/4. Dostupné také z: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-14/index.htm>
- [4] AGUILERA, Carmen a Jose Maria LORENZO. Egnos user support: Egnos in aviation: strategy and implementation status. EGNOS [online]. 27.9.2016 [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: https://egnos-user-support.essp-sas.eu/new_egnos_ops/sites/default/files/workshop2016/05.%20GSA+ESSP%20-%20EGNOS%20in%20aviation%20Strategy%20and%20implementation%20status.pdf
- [5] ÚŘAD PRO CIVILNÍ LETECTVÍ. LETECKÝ PŘEDPIS L 2. *Pravidla létání*. Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, 2014. Dostupné z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>. Uveřejněno pod číslem jednacím: 153/2014-220., poslední změna: 2014-12-04.
- [6] NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 1108/2009: *Úřední věstník Evropské unie* [online]. 24.11.2009 [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R1108&from=CS>
- [7] *Introducing Performance Based Navigation (PBN) and Advanced RNP (A-RNP)*. EUROCONTROL, 2013.
- [8] ČESKÁ REPUBLIKA. *Letecký předpis L11: Dodatek N – Letištní letová informační služba*. In: . Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, 2018, ročník 2018, 10/ČR. Dostupné také z: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-11/data/effective/dodN.pdf>
- [9] *Performance-based Navigation (PBN) Operational Approval Manual*. In: . Canada: ICAO, 2015, ročník 2015, 2nd edition. Dostupné také z: <https://www.skybrary.aero/bookshelf/books/4429.pdf>
- [10] ČESKÁ REPUBLIKA. *Letecký předpis L6: Provoz letadel*. In: . Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, 2016, ročník 2016, 40-A. Dostupné také z: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
- [11] NIKNEJAD, Abbas. *RNAV to RNP Instrument Approach Chart Depiction: Presentation by ICAO* [online]. ICAO, 2016, February 2016 [cit. 2020-03-28]. Dostupné z: <https://www.skybrary.aero/bookshelf/books/3853.pdf>
- [12] *ICAO Aircraft Operations: Volume I - Flight Procedures 6th Edition (Doc 8168 Vol I)*. 2018. Canada: ICAO, 2018. ISBN 9789292586706.
- [13] *(GNSS based) Instrument Flight Procedures implementation for General Aviation: Unctrolled Aerodromes and non-instrument runways*. 2019. EGNOS, 2019. ISBN 978-92-9206-044-2.

- [14] LANHAM, C. a A. STOBBS. *Radar - A Wartime Miracle* [online]. 1999. Sutton Publishing, 1999 [cit. 2020-03-31]. ISBN 0-7509-1114X. Dostupné z: <https://www.radarpages.co.uk/mob/navaids/oboe/oboe1.htm>
- [15] KULČÁK, Ludvík, Peter BLAŠKO, Tomáš DENDIS a Libor PALIČKA. *Zabezpečovacia letecká technika*. Žilina: EDIS, 1999. ISBN 80-7100-584-3
- [16] GROVES, Paul D. *Principles of GNSS, inertial, and multisensor integrated navigation systems*. Boston: Artech House, c2008, xvi, 518 p. GNSS technology and applications series. ISBN 978-1-58053-255-6
- [17] VĚK, Vratislav a Jana CELERINOVÁ. *Letadlové systémy*. 2002. Praha: ČVUT, 2002. ISBN 80-01-02501-2.
- [18] J. WOODMAN, Oliver. *Technical Report: An introduction to inertial navigation* [online]. 2007. vyd. 2007 [cit. 2020-03-31]. Dostupné z: <http://www.cl.cam.ac.uk/techreports/UCAM-CL-TR-696.pdf>
- [19] KEVICKÝ, Dušan a Alica KALAŠOVÁ. *Satelitné navigačné systémy*. 1. vyd. Žilina: Žilinská univerzita, 2004, 197 s. ISBN 80-807-0295-0
- [20] *A Beginner's Guide to GNSS in Europe. INTERNATIONAL FEDERATION OF AIR TRAFFIC CONTROLLERS' ASSOCIATIONS* [online]. EVP Europe, 1999 [cit. 2020-04-01]. Dostupné z: https://web.archive.org/web/20170627221451/http://www.ifatca.org/system/files/public_docs/gnss.pdf
- [21] *Single European Sky: SES. SKYbrary* [online]. 9. února 2019 [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: [https://www.skybrary.aero/index.php/Single_European_Sky_\(SES\)](https://www.skybrary.aero/index.php/Single_European_Sky_(SES))
- [22] *SESAR. SKYbrary* [online]. 9. ledna 2019 [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: <https://www.skybrary.aero/index.php/SESAR>
- [23] *ICAO FANS Committee* [online]. 2012 [cit. 2020-04-08]. Dostupné z: <https://fanscnsatm.com/archives/19>
- [24] ICAO. *EUR DOC 025. EUR RNP APCH Guidance Material*. First Edition. Montréal, Quebec: International Civil Aviation Organization, 2012
- [25] *Safety of Life Service: Real Time*. In: *EGNOS: User Support* [online]. 11.4.2020 [cit. 2020-04-11]. Dostupné z: https://egnos-user-support.essp-sas.eu/new_egnos_ops/
- [26] *LPV Procedures Map: Real Time*. In: *EGNOS: User Support* [online]. 11.4.2020 [cit. 2020-04-11]. Dostupné z: https://egnos-user-support.essp-sas.eu/new_egnos_ops/resources-tools/lpv-procedures-map
- [27] *ICAO: AIRCRAFT AND OPERATORS APPROVAL FOR RNAV 10 OPERATIONS (DESIGNATED AND AUTHORIZED AS RNP 10)* [online]. 1.11.2013 [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: <https://www.icao.int/EURNAT/Other%20Meetings%20Seminars%20and%20Workshops/PBN%20TF/PBNTF%20-%20EUROCONTROL%20RAISG1/App%20A%20Doc029%20-%20RNAV%2010-RNP%2010-EN.pdf>

- [28] ÚŘAD PRO CIVILNÍ LETECTVÍ. LETECKÝ PŘEDPIS L 10/I. O CIVILNÍ LETECKÉ TELEKOMUNIKAČNÍ SLUŽBĚ SVAZEK I – RADIONAVIGAČNÍ PROSTŘEDKY. Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, 2003. Dostupné z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>. Uveřejněno pod číslem jednacím: 1285/2003-220-SP/1., poslední změna: 2018-11-08.
- [29] ICAO. Doc 9613. *Performance-based navigation (PBN) manual*. 4th ed. Montréal, Quebec: International Civil Aviation Organization, 2013. ISBN 978-92-9249-175-8.
- [30] OPERATIONAL APPROVAL FOR RNP-2. In: . Singapore: CAAS, 2019, ročník 2019, AC 98-2-10 (Rev0). Dostupné také z: [https://www.caas.gov.sg/docs/default-source/pdf/ac-98-2-10-\(rev-0\)-rnp-2.pdf](https://www.caas.gov.sg/docs/default-source/pdf/ac-98-2-10-(rev-0)-rnp-2.pdf)
- [31] VESELÝ, P. *Zavedení postupů navigace podle požadavků PBN (Performance Based Navigation) na regionálním letišti*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2015. 174 s. Vedoucí dizertační práce prof. Ing. Dušan Kevický, CSc.
- [32] PBN and PANS OPS Workshop: RNP APCH. ICAO: *Uniting Aviation* [online]. 7.-10.4.2015 [cit. 2020-04-19]. Dostupné z: <https://www.icao.int/EURNAT/Other%20Meetings%20Seminars%20and%20Workshops/PBN%20and%20Associated%20PANS-OPS%20Provisions%20Workshops/PBN%20and%20Associated%20PANS-OPS%20Provisions%20Implementation%20Workshop%20Belarus/PBN%20and%20PANS%20OPS%20Imp%20Wkshp%20BLR%20PPT17.pdf>
- [33] EGNOS User Support: LPV Procedure Map [online]. [cit. 2020-05-01]. Dostupné z: https://egnos-user-support.essp-sas.eu/new_egnos_ops/resources-tools/lpv-procedures-map
- [34] <https://www.icao.int/EURNAT/Other%20Meetings%20Seminars%20and%20Workshops/PBN%20and%20Associated%20PANS-OPS%20Provisions%20Workshops/PBN%20and%20Associated%20PANS-OPS%20Provisions%20Implementation%20Workshop%20Belarus/PBN%20and%20PANS%20OPS%20Imp%20Wkshp%20BLR%20PPT25.pdf>
- [35] GNSS Centre [online]. 24.5.2016 [cit. 2020-04-21]. Dostupné z: <http://gnss-centre.cz/nezarazene/prvni-lpv-200-priblizeni-zalozene-na-egnos/>
- [36] ICAO Classification [online]. In: . [cit. 2020-04-22]. Dostupné z: <https://preview.redd.it/ih18eatwbck21.png?width=2200&format=png&auto=webp&s=8d3c9e67f11ce5b918f13efa2717accafa4c208e>
- [37] ÚŘAD PRO CIVILNÍ LETECTVÍ. LETECKÝ PŘEDPIS L 3. *Meteorologie*. Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, 2008. Dostupné z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>. Uveřejněno pod číslem jednacím: 584/2008-220-SP/4., poslední změna: 2020-01-02.
- [38] ÚŘAD PRO CIVILNÍ LETECTVÍ. LETECKÝ PŘEDPIS L 4. *Letecké mapy*. Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, 2008. Dostupné z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>. Uveřejněno pod číslem jednacím: 630/2008-220-SP/1., poslední změna: 2010-11-18.
- [39] ÚŘAD PRO CIVILNÍ LETECTVÍ. LETECKÝ PŘEDPIS L 14. *Letiště*. Praha:

Ministerstvo dopravy České republiky, 2009. Dostupné z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>. Uveřejněno pod číslem jednacím: 641/2009-220-SP/4., poslední změna: 2011-08-25.

[40] ÚŘAD PRO CIVILNÍ LETECTVÍ. LETECKÝ PŘEDPIS L 4444. *Postupy pro letové navigační služby, Uspořádání letového provozu*. Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, 2011. Dostupné z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>. Uveřejněno pod číslem jednacím: 439/2011-220-SP1., poslední změna: 2014-12-11.

[41] ÚŘAD PRO CIVILNÍ LETECTVÍ. LETECKÝ PŘEDPIS L 8168. *Provoz letadel – Letadlové postupy*. Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, 2018. Dostupné z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>. Uveřejněno pod číslem jednacím: 127/2018-220-LPR/3., poslední změna: 2019-04-25.

[42] ICAO Doc 9613, 3rd edition: I-A-1-8 [online]. 2008 [cit. 2020-05-03]. Dostupné z: <https://www.icao.int/SAM/Documents/2009/SAMIG3/PBN%20Manual%20-%20Doc%209613%20Final%205%2010%2008%20with%20bookmarks1.pdf>

[43] OTT, Felix a Dieter HALDEMANN. IFR Approach Minimum on Non-Instrument Runways. In: *Schweizerische Eidgenossenschaft* [online]. 16.12.2009 [cit. 2020-04-28]. Dostupné z: https://www.bazl.admin.ch/dam/bazl/it/dokumente/Fachleute/Flugplaetze/flugplaetze/Richtlinie%20IFR%20Approach%20Minimum%20auf%20Non-Instrument%20RWY.pdf.download.pdf/Directive%20IFR%20Approach%20Minimum%20on%20Non-Instrument%20Runways_EN.pdf

[44] AIC for Switzerland: Skyguide [online]. 2.3.2017 [cit. 2020-04-28]. Dostupné z: <http://aip.engadin-airport.ch/eAIP/2017-03-30/html/eAIC/LS-eAIC-2017-001-A-en-CH.html>

[45] AIP Switzerland: LSZG [online]. 27.4.2017 [cit. 2020-04-28]. Dostupné z: <http://aip.engadin-airport.ch/eAIP/2017-04-27/html/eAIP/LS-AD-2.LSZG-en-CH.html#AD-2.LSZG>

[46] AIP New Zealand: Kerikeri/Bay of Islands [online]. [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: <http://www.aip.net.nz/NavWalk.aspx?section=CHARTS&tree=Kerikeri/Bay+of+Islands>

[47] AIP New Zealand: ENR 1.1 - 36 [online]. [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: http://www.aip.net.nz/pdf/ENR_1.1.pdf

[48] VFR příručka - Česká republika [online]. 23.4.2020 [cit. 2020-05-01]. Dostupné z: https://aim.rlp.cz/vfrmanual/actual/lknb_text_cz.html

[49] AIP - Letecká informační příručka [online]. [cit. 2020-05-01]. Dostupné z: https://aim.rlp.cz/ais_data/aip/data/valid/a1-3-3.pdf

[50] AIP - Letecká informační příručka: AD letiště [online]. 23.5.2019 [cit. 2020-05-01]. Dostupné z: https://aim.rlp.cz/ais_data/www_main_control/frm_cz_aip.htm

[51] AIC VFR Germany: Future IFR flight operations at uncontrolled aerodromes - Establishment of radio mandatory zones (RMZ) [online]. 17.4.2014 [cit. 2020-05-02].

- Dostupné z:
[https://www.dfs.de/dfs_homepage/en/Services/Customer%20Relations/Customers%20IFR/25.04.2014.-%20Future%20IFR%20flight%20operations%20at%20uncontrolled%20aerodromes/AIC%20VFR%2001%20\(14\).pdf](https://www.dfs.de/dfs_homepage/en/Services/Customer%20Relations/Customers%20IFR/25.04.2014.-%20Future%20IFR%20flight%20operations%20at%20uncontrolled%20aerodromes/AIC%20VFR%2001%20(14).pdf)
- [52] *Luftfahrthandbuch Deutschland AIP Germany: ED AIP ENR 1.8* [online]. 23.5.2019 [cit. 2020-05-03]. Dostupné z: <https://www.ead.eurocontrol.int/cms-eadbasic/opencms/en/login/ead-basic/>
- [53] *Luftfahrthandbuch Deutschland AIP Germany: ED AD 2 EDME 4.6.1* [online]. 28.3.2019 [cit. 2020-05-03]. Dostupné z: https://www.ead.eurocontrol.int/fwf-eadbasic/restricted/user/aip/aip_overview.faces
- [54] *Publication eAIP / eAIP Issues: eAIP en vigueur / Currently Effective eAIP* [online]. [cit. 2020-05-03]. Dostupné z: https://www.sia.aviation-civile.gouv.fr/documents/htmlshow?f=dvd/eAIP_23_APR_2020/FRANCE/home.html
- [55] *AIP France: AD 2 LFEC IAC RWY05 GNSS* [online]. 23.5.2019 [cit. 2020-05-03]. Dostupné z: https://www.sia.aviation-civile.gouv.fr/dvd/eAIP_23_APR_2020/FRANCE/AIRAC-2020-04-23/pdf/FR-AD-2.LFEC-fr-FR.pdf
- [56] *AIP New Zealand: NZKK AD 2 - 51.1* [online]. 18.7.2019 [cit. 2020-05-03]. Dostupné z: http://www.aip.net.nz/pdf/NZKK_51.1_51.2.pdf
- [57] *Application for instrument approach procedures to aerodromes without an instrument runway and/or approach control: CAP 1122* [online]. květen 2014 [cit. 2020-05-03]. Dostupné z: <http://peter-ftp.co.uk/aviation/misc-euroga/CAP%201122%2026Sep.pdf>
- [58] *AIC: Ukončení provozu traťových NDB* [online]. 29.8.2019 [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: https://aim.rlp.cz/ais_data/aic/data/a_2019-008.pdf
- [59] VITTEK, Peter, Jakub KRAUS a Stanislav SZABO. *MODERNÍ PŘÍSTUP K HODNOCENÍ PROVOZNÍ BEZPEČNOSTI V LETECTVÍ*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2016. ISBN 978-80-7204-944-8.
- [60] *Aeronautical Information Publication: Federal Aviation Administration* [online]. 20.1.2020 [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: https://www.faa.gov/air_traffic/publications/atpubs/aip_html/index.html
- [61] *Aeronautical Information Services: Tompkinsville-Monroe County* [online]. 23.4.2020 [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: <https://nfdc.faa.gov/nfdcApps/services/ajv5/airportDisplay.jsp?airportId=TZV>
- [62] *AIP FRANCE: Amiens Glisy* [online]. 11.10.2018 [cit. 2020-05-05]. Dostupné z: https://www.sia.aviation-civile.gouv.fr/dvd/eAIP_23_APR_2020/FRANCE/AIRAC-2020-04-23/pdf/FR-AD-2.LFAY-fr-FR.pdf
- [63] *Guide d'application de la réglementation: Prestataire PCL* [online]. 29.7.2010 [cit. 2020-05-06]. Dostupné z: https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/4_4_4_Guide_PCL_V1-0.pdf

- [64] EGNOS Safety of Life (SoL): Service Definitoon Document [online]. září 2016 [cit. 2020-05-06]. Dostupné z: https://www.gsa.europa.eu/sites/default/files/brochure-sol-sept-2016_v8_hr.pdf
- [65] SCHERZER, Hans. *Generic Safety Assessment for the Implementation of IFR Operations: CZCAA IFR Study* [online]. 31.3.2017 [cit. 2020-05-09]. Dostupné z: <https://www.caa.cz/wp-content/uploads/2019/07/CZCAA-IFR-study-00047-01.00-Released-Generic-Safety-Assessment-signed.pdf>
- [66] DECADI, Aline. *IAC-16-D6.2-D2.9: Development of global Safety synergies for Space Exploration regulations and bridging with aviation standards* [online]. In: . září 2016 [cit. 2020-05-09]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/figure/FHA-PSSA-and-SSA-Fault-Tree-Analysis-FTA-and-Failure-Modes-and-Effects-Analysis_fig2_309591741
- [67] HOREHLEDOVÁ, Šárka. *Řízení rizik BOZP a jeho uplatnění při integraci systémů řízení* [online]. 8.10.2007 [cit. 2020-05-09]. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/rizeni-rizik-bozp-jeho-uplatneni-pri-integraci-systemu-rizeni>
- [68] LALIŠ, Andrej, Stojić SLOBODAN, Oldřich ŠTUMBAUER a Markéta KAFKOVÁ. *Metodika pro tvorbu studií bezpečnosti v letecké dopravě s využitím kvantitativních metod: Výzkumný projekt TA ČR Zéta č. TJ01000252*. Praha, 39 s. Dostupné také z: http://uldbeta.fd.cvut.cz/stazeni/vedecke_vystupy/Metodika_2_CZ.pdf. Metodika. České vysoké učení technické v Praze.
- [69] SERA (IR+AMC/GM) [online]. Prosinec 2018. EASA eRules, 2018 [cit. 2020-07-19]. Dostupné z: <https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/Easy%20Access%20Rules%20for%20Standardised%20European%20Rules%20of%20the%20Air%20%28SERA%29.pdf>
- [70] Czech Republic PBN Implementation Plan. *ICAO Safety* [online]. 6. února 2010 [cit. 2020-07-19]. Dostupné z: <https://www.icao.int/safety/pbn/PBNStatePlans/Czech%20Republic%20PBN%20Implementation%20Plan.pdf>
- [71] *VFR příručka - Česká republika* [online]. Řízení letového provozu [cit. 2020-07-19]. Dostupné z: https://aim.rlp.cz/vfrmanual/actual/enr_2_cz.html
- [72] NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 1178/2011: *Úřední věstník Evropské unie* [online]. 3.11.2011 [cit. 2020-07-20]. Dostupné z <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?qid=1396858467583&uri=CELEX:32011R1178>
- [73] NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 2017/373: *Úřední věstník Evropské unie* [online]. 1.3.2017 [cit. 2020-07-20]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/cs/TXT/?uri=CELEX%3A32017R0373>
- [74] *Výcvik dispečerů AFIS: Příručka pro výcvik AFIS* [online]. Praha: Aeroklub České republiky, 2017 [cit. 2020-07-20].

[75] ICAO APAC Meeting: NETRA RAIM Prediction Service [online]. 2015 [cit. 2020-07-22]. Dostupné z: <https://www.icao.int/APAC/Meetings/2015PBN/3-10-d%20RAIM.pdf>

[76] Ukazatel směru větru [online]. In: . 07.04.2000 [cit. 2020-08-03]. Dostupné z: <https://www.transcon.cz/cz/docman-list/catalog/czech/prislusenstvi/82-cz-07-04-00-twi/file>

[77] ML 121 [online]. In: . 2018 [cit. 2020-08-05]. Dostupné z: <https://www.transcon.cz/cz/docman-list/catalog/czech/svetelne-systemy-szz/58-05-01-01-navestidlo-ml-121/file>

[78] DOBROCSANYIOVÁ, Aneta. *Ideová studie modernizace stávajícího světlotecnického vybavení letiště Ostrava*. Ostrava, 2018. Diplomová práce. Technická univerzita Ostrava. Vedoucí práce Ing. Michal Holubec.

[79] RNP AR APCH. ICAO: *Uniting Aviation* [online]. 7. dubna 2015 [cit. 2020-08-07]. Dostupné z: <https://www.icao.int/EURNAT/Other%20Meetings%20Seminars%20and%20Workshops/PBN%20and%20Associated%20PANS-OPS%20Provisions%20Workshops/PBN%20and%20Associated%20PANS-OPS%20Provisions%20Implementation%20Workshop%20Belarus/PBN%20and%20PANS%20OPS%20Imp%20Wkshp%20BLR%20PPT18.pdf>

[80] SkyTalks+: Performance-based Navigation. In: *YouTube* [online]. 1. dubna 2020 [cit. 2020-08-08]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=N9PKC9JxmL8&feature=youtu.be&utm_source=International+Civil+Aviation+Organization&utm_campaign=fcb5e0eeb8-EMAIL_CAMPAIGN_2020_03_19_07_04&utm_medium=email&utm_term=0_bf5ba6bf53-fcb5e0eeb8-344893605

[81] FRANCIE. *EANPG Programme Coordinating Group (COG): Performance Based Navigation Implementation Task Force*. In: . Paříž, Francie: ICAO, 2012, ročník 2012, PBN TF/7-WP/02.

Seznam příloh

Příloha č. 1

- a) Mapa letiště LSZG 121
- b) Mapa přístrojového přiblížení a bodů RNAV (GNSS) LSZG 122

Příloha č. 2

- c) Mapa letiště NZKK 123
- d) Mapa RNAV (GNSS) NZKK 124

Příloha č. 3

- e) Mapa přístrojového přiblížení a bodů RNAV (GNSS) EDME..... 126

Příloha č. 4

- f) Mapa letiště LFEG..... 127
- g) Mapa přístrojového přiblížení a bodů RNAV (GNSS) LFEG 129

Příloha č. 5

- h) Mapa přístrojového přiblížení a bodů RNAV (GPS) KTZV 130

Příloha č. 6

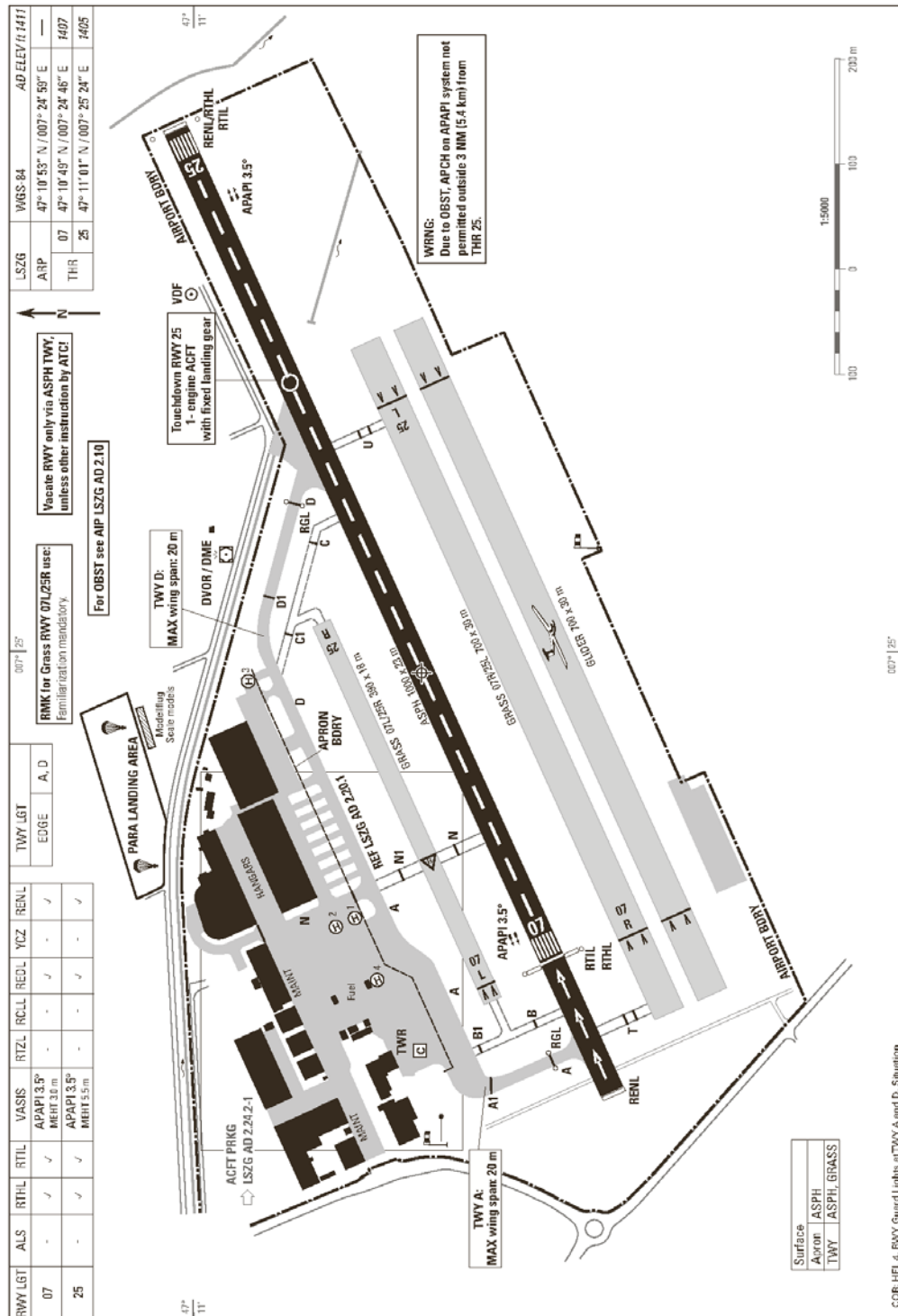
- i) Mapa letiště LFAY.....132
- j) Mapa přístrojového přiblížení a bodů RNAV (GNSS) LFAY133

Příloha č. 1

a) Mapa letiště LSZG

AIP SWITZERLAND
Aerodrome Chart

LSZG AD 2.24.1 - 1
15 SEP 2016



SKYGUIDE, CH-8602 WANGEN BEI DUBENDORF

AMDT 010 2016

b) Mapa Přístrojového přiblížení a bodů RNAV (GNSS) RWY 25 LSZG

AIP SWITZERLAND

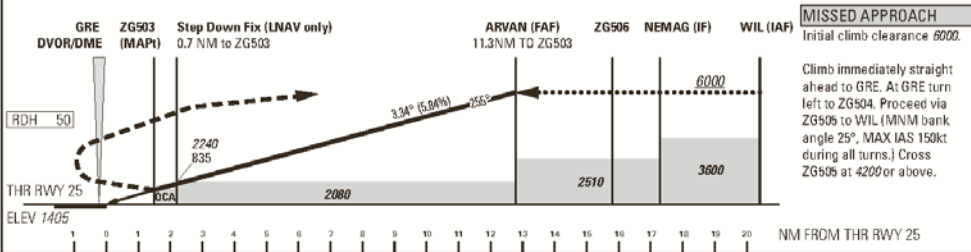
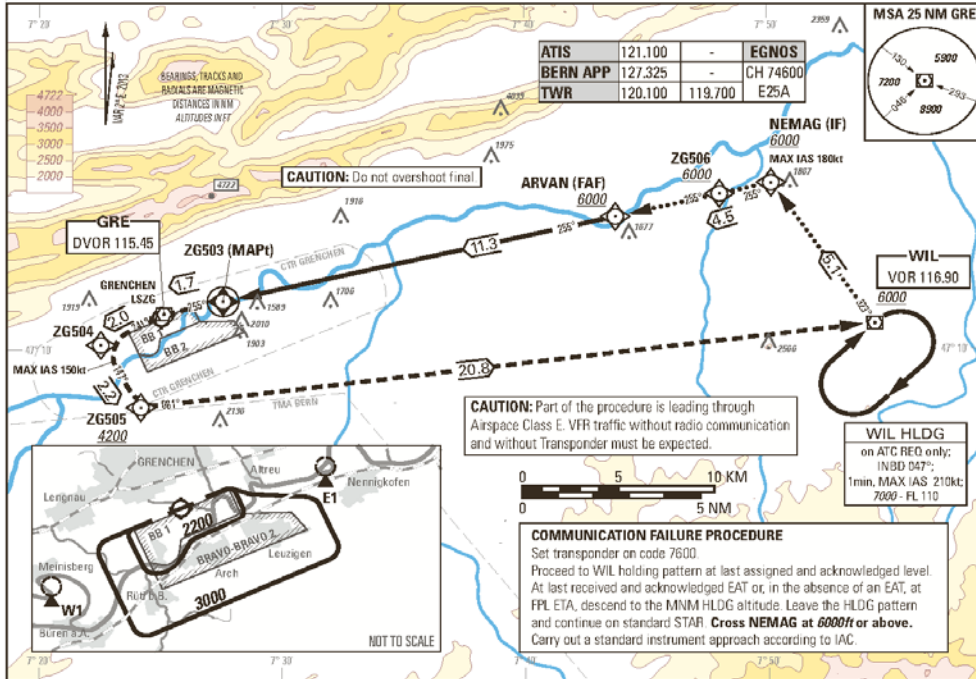
LSZG AD 2.24.10 - 1
21 JUL 2016

Instrument Approach Chart
(IAC) - ICAO

ELEV 1411ft

TRANSITION LEVEL by ATC
TRANSITION ALTITUDE 6000

GRENCHEN LSZG
RNAV (GNSS) RWY 25
ACFT CAT A / B



Missed APCH climb gradient requirement	STRAIGHT-IN APPROACH ¹⁾		
	A	B	-
	OCA(H) LNAV		
2.5%		2310 (905)	
6.4%		2010 (605)	
	OCA(H) LPV		
2.5%		2060 (655)	
6.8%		1915 (510)	
CIRCLING ²⁾	A	B	Remark
OCA	2270	2320	see note ³⁾
VIS	1900 m	2800 m	

ROD	GS kt	90	110	130	150
		FT/MIN	533	651	769

NOTE
¹⁾ Noise abatement:
- do not turn onto final before reaching 1.2 NM GRE.
²⁾ Circling:
- avoid overflying villages
- whenever possible, circling ALT 3000ft on outer downwind.
³⁾ No circlings north of RWY 01/25
CAUTION
 Visual Segment Surface (VSS) penetrated by terrain right of track up to 1560ft.

DIST ZG503	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	11.3
DIST FTP	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	12.8
ALT FT	2350	2700	3060	3410	3760	4120	4470	4830	5180	5540	5890	6000

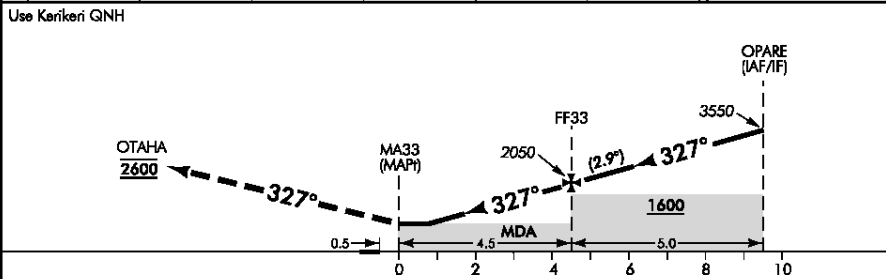
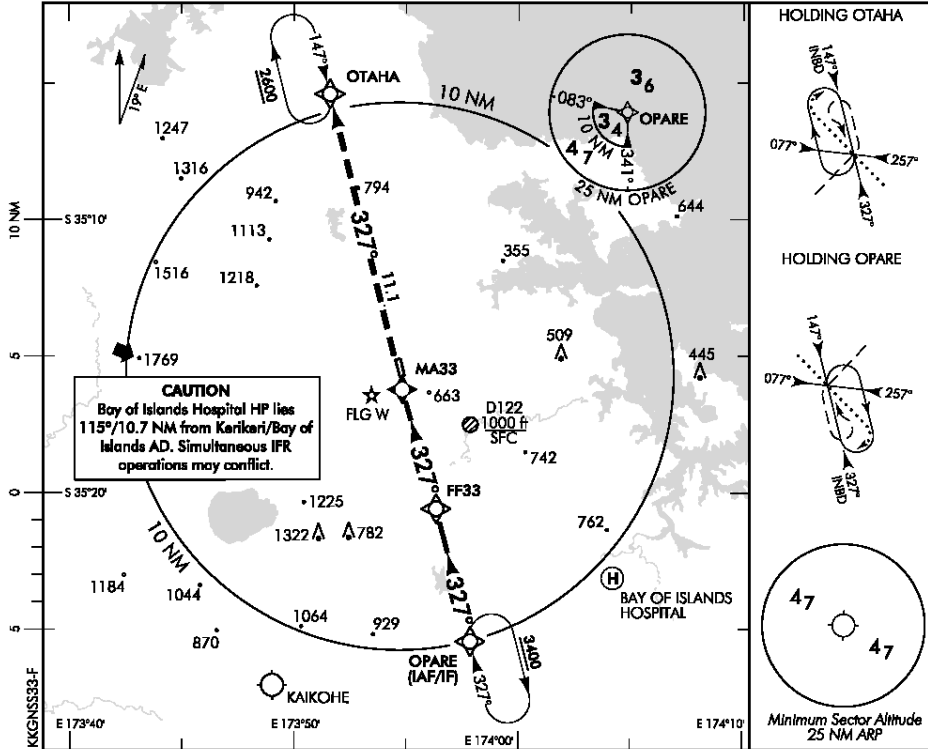
COR: BB3 Sector withdrawn (WEF 21JUL2016)

SKYGUIDE, CH-8602 WANGEN BEI DUBENDORF

AMDT 008 2016

d) Mapa RNAV (GNSS) NZKK

NZKK AD 2 - 45.2 AIP New Zealand
 ELEV 492 CAT A,B,C **KERIKERI/BAY OF ISLANDS**
 RWY 33 THR ELEV 492 RNAV (GNSS) RWY 33
 CHRISTCHURCH INFORMATION: 124.1 118.5 UNATTENDED: 119.4



MISSED APCH: Track 327° to OTAHA 2600

DISTANCE to WPT	MA33	0.8	1	2	3	4	FF33	1	2	3	4	OPARE
Advisory Altitude 5%	MDA	MDA	1000	1300	1600	1900	2050	2350	2650	2950	3250	3550
Category	A		B				C			D		
LNAV	930(438) - 1600						930(438) - 2400			NA		
Circling	1280(788) - 2800						1650(1158) - 4800					

Effective: 20 JUL 17

KERIKERI/BAY OF ISLANDS

© Civil Aviation Authority

RNAV (GNSS) RWY 33

Changes from 2 FEB 17: Bay of Islands Hospital HP and caution note added, TAA, minima, missed approach text.

ELEV 492

CAT A,B,C

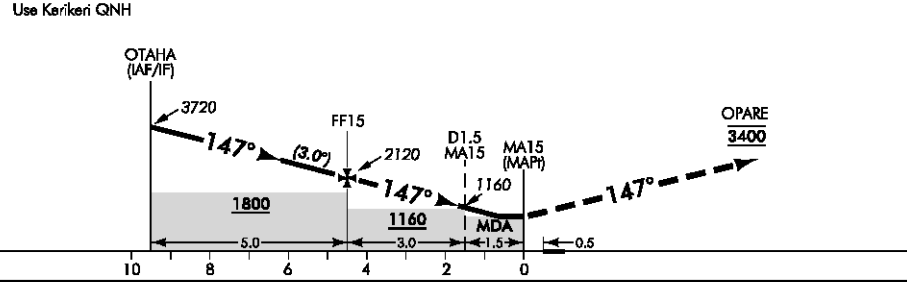
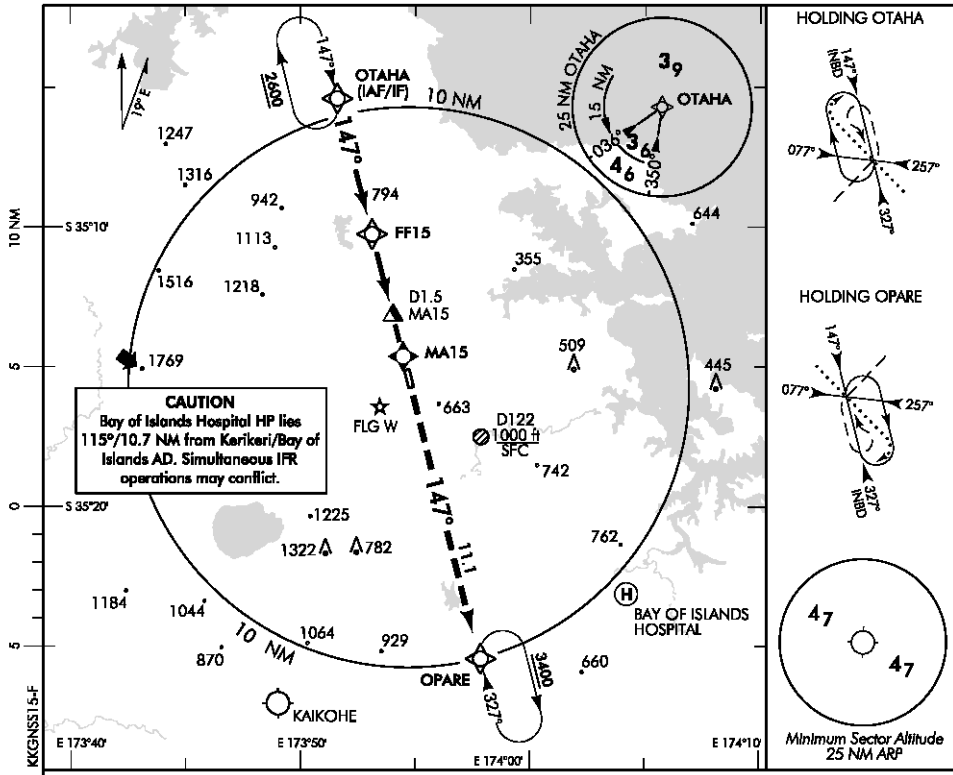
KERIKERI/BAY OF ISLANDS

RWY 15 THR ELEV 478

RNAV (GNSS) RWY 15

CHRISTCHURCH INFORMATION: 124.1 118.5

UNATTENDED: 119.4



DISTANCE TO WPT	OTAHA	4	3	2	1	FF15	4	3	2	1	0.8	MA15
Advisory Altitude 5.2%	3720	3400	3080	2760	2440	2120	1960	1640	1320	1000	MDA	MDA
Category	A					B			C			D
LNAV	930(452) - 1600					930(452) - 2400			NA			
Circling	1280(788) - 2800					1650(1158) - 4800			NA			

Effective: 20 JUL 17

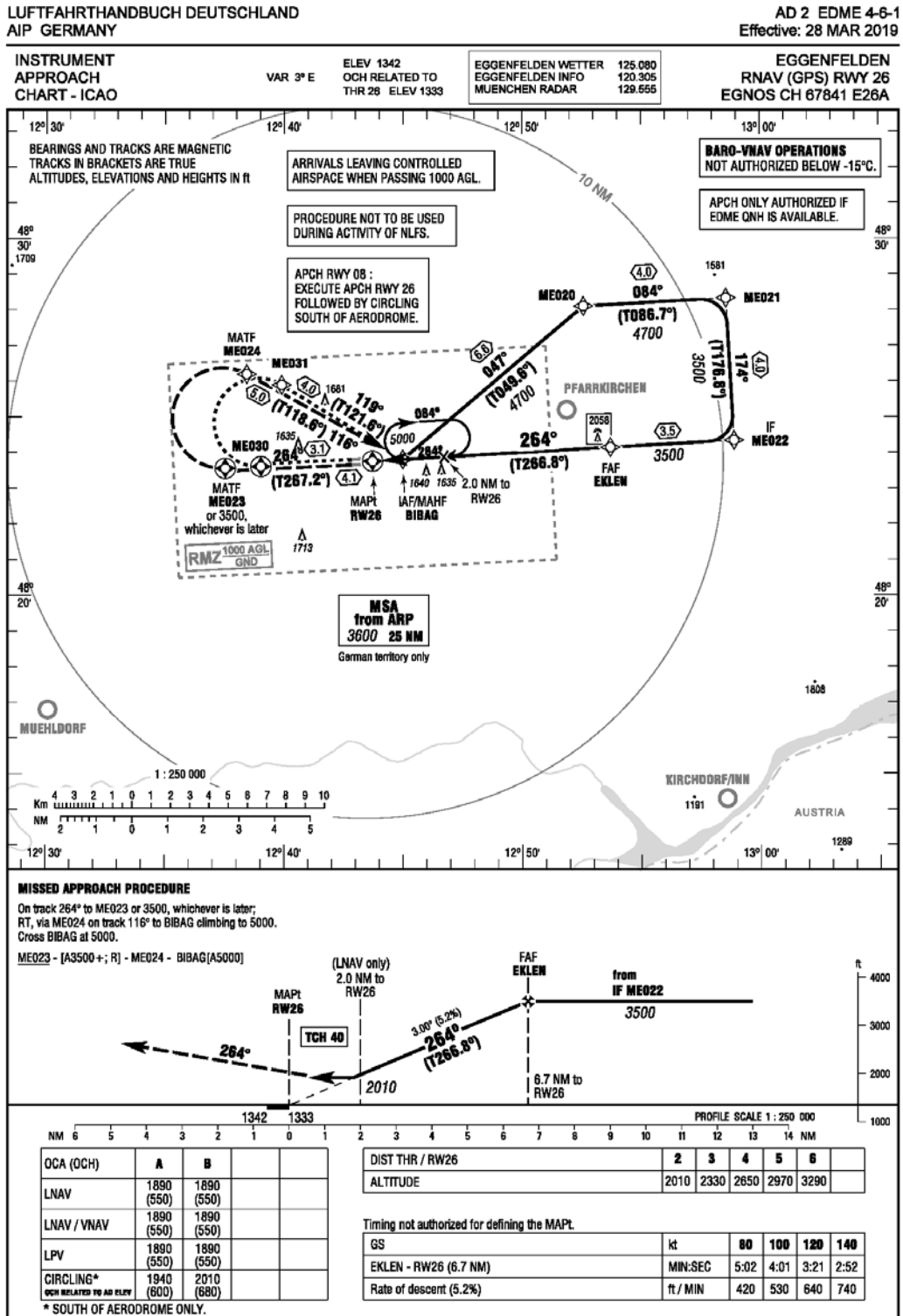
KERIKERI/BAY OF ISLANDS
RNAV (GNSS) RWY 15

© Civil Aviation Authority

Changes from 2 FEB 17: Bay of Islands Hospital HP and caution note added, TAA, minima, missed approach text.

Příloha č. 3

e) Mapa přístrojového přiblížení a bodů RNAV (GNSS) EDME [53]



Příloha č. 4

f) Mapa letiště LFEG

AIP
FRANCE

AD 2 LFEC ADC 01
23 MAY 19

CARTE D'AERODROME

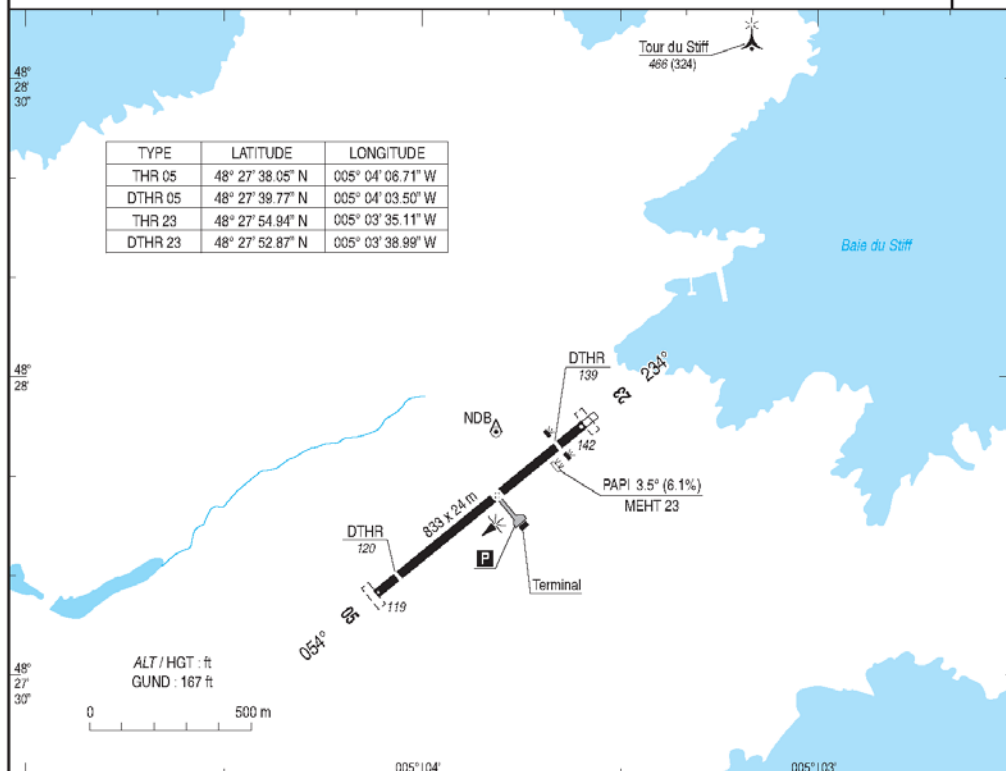
Aerodrome chart
ALT AD : 142 (5 hPa)

Ouvert à la CAP
Public air traffic

OUessant
48 27 48 N - 005 03 49 W

ATS : AFIS : LUN-VEN / MON-FRI : 0615-1030, 1400-1645 - SAM / SAT : 0615-1000 - DIM et JF / SUN and HOL : fermé / closed (ETE/SUM - 1 HR).
PPR la veille exclusivement pour vols commerciaux non programmés / the day before only for non scheduled commercial flights.
Aérodrome d'Ouessant ☎ 02 98 48 82 09.
AVT : NIL
Péril animalier / Wildlife strike hazard : Occasionnel / Random.

VAR
2°W
(15)



RWY	BALISAGE/Lighting		TORA	TODA	ASDA	LDA	NATURE Surface	RESIST. Strength	MINIMUM TKOF (RVR : m)	
	APCH	RWY							CAT A	CAT B
05	NIL	LIL	833	863	883	748	Revêtu Paved	5.7 t	600*	600*
23	NIL	LIL	833	863	833	730			600*	600*

* 800 m : HN ou/ or absence ATS

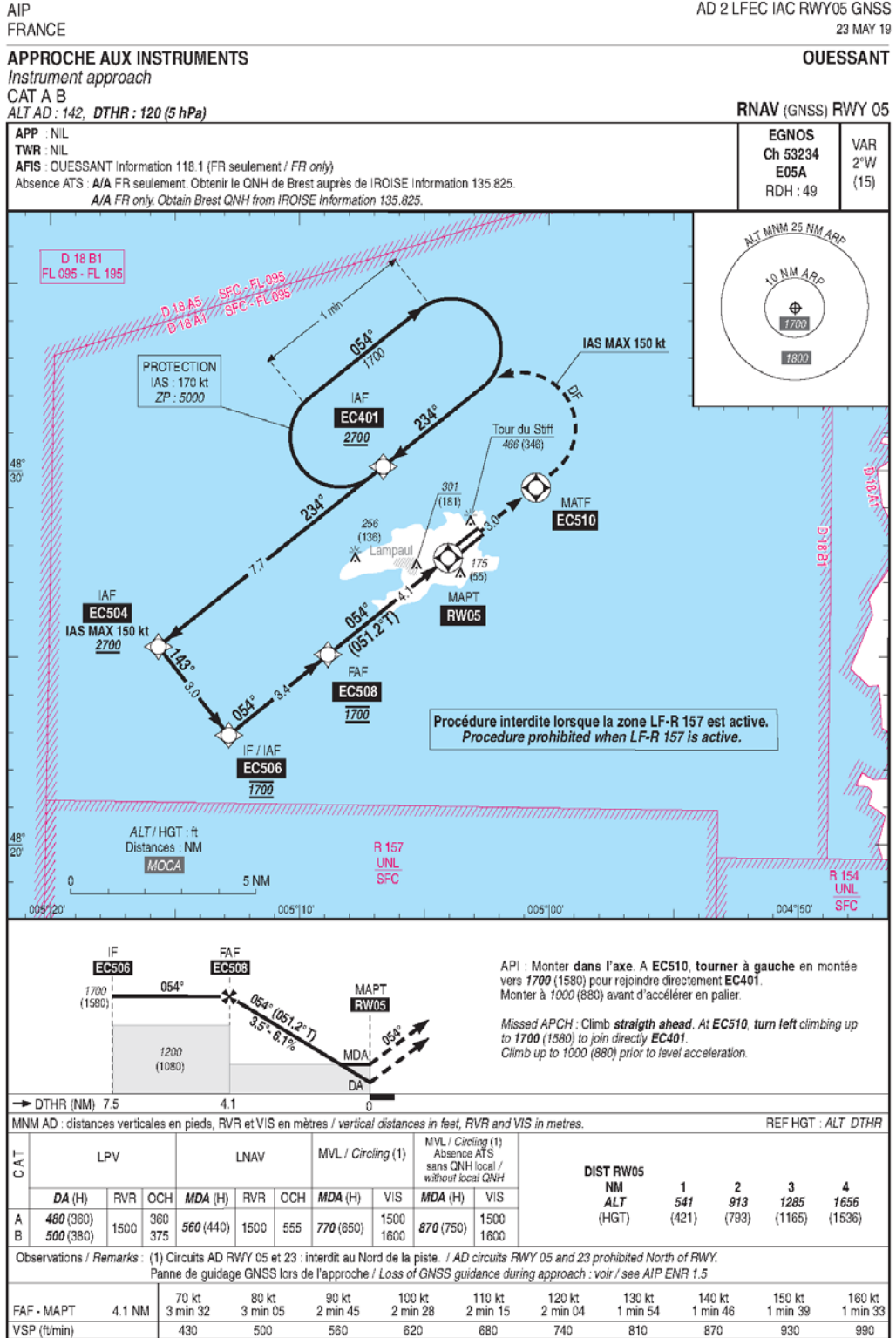
CONSIGNES RECOMMANDEES POUR UN DEPART IFR / RECOMMENDED INSTRUCTIONS FOR IFR DEPARTURES

Voir / See AD 2 LFEC 22

BALISAGE / Lighting :
RWY 05/23 : Seuils et extrémités BL.
RWY 05/23 : DTHR and RWY ends LIL.

OBSERVATIONS / Remarks :
Voir / See AD 2 LFEC 20 à/to 23

g) Mapa přístrojového přiblížení a bodů RNAV (GNSS) LFEG



APPROCHE AUX INSTRUMENTS

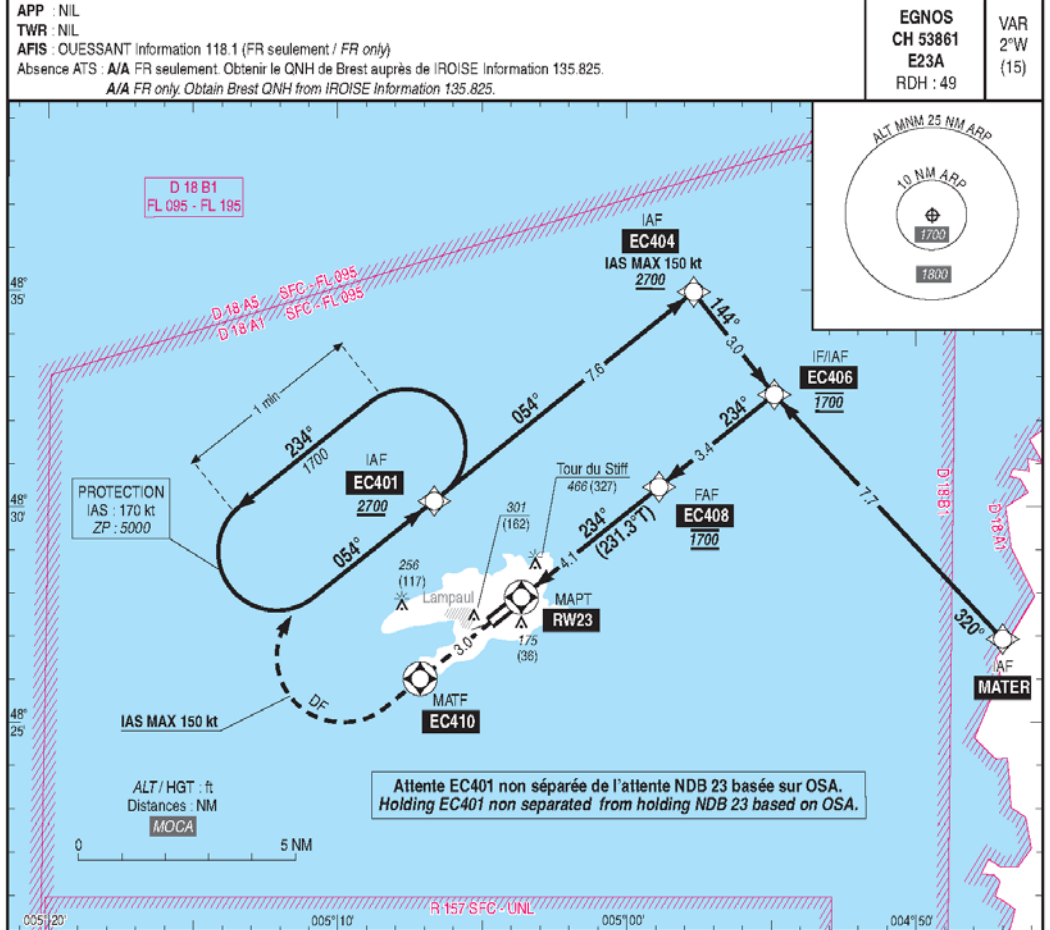
OUESSANT

Instrument approach

CAT A B

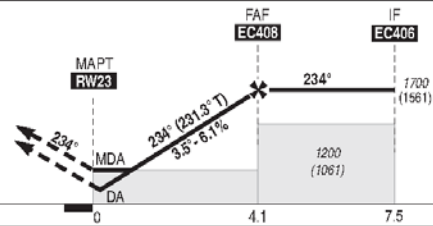
RNAV (GNSS) RWY 23

ALT AD : 142, DTHR : 139 (5 hPa)



API : Monter dans l'axe. A EC410, tourner à droite en montée vers 1700 (1561) pour rejoindre directement EC401. Monter à 1000 (861) avant d'accélérer en palier.

Missed APCH : Climb straight ahead. At EC410, turn right climbing up to 1700 (1561) to join directly EC401. Climb up to 1000 (861) prior to level acceleration.



DTHR ← (NM)

MNM AD : distances verticales en pieds, RVR et VIS en mètres / vertical distances in feet, RVR and VIS in metres.

REF HGT : ALT DTHR

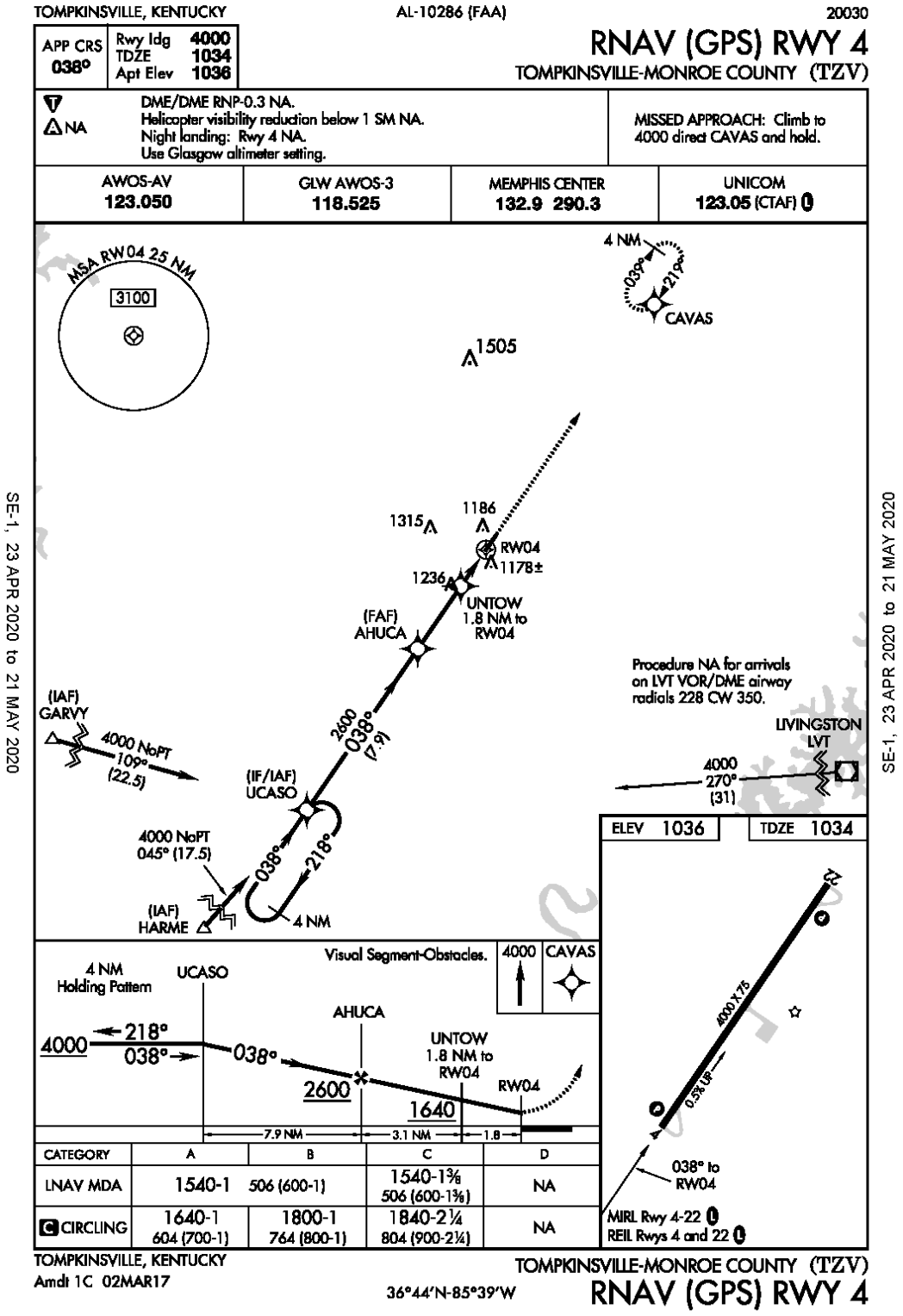
C.A.T.	LPV			LNAV			MVL / Circling (1)		DIST RW23					
	DA (H)	RVR	OCH	MDA (H)	RVR	OCH	MDA (H)	VIS	MDA (H)	VIS	1	2	3	4
A	440 (300)	1400	279	720 (580)	1500	573	770 (630)	1500	870 (730)	1500	560 (421)	932 (793)	1304 (1165)	1675 (1536)
B			294					1600		1600				

Observations / Remarks : (1) Circuits AD RWY 05 et 23 : interdit au Nord de la piste. / AD Circuits RWY 05 and 23 prohibited North of RWY. Panne de guidage GNSS lors de l'approche / Loss of GNSS guidance during approach : voir / see AIP ENR 1.5

FAF - MAPT	4.07 NM	70 kt	80 kt	90 kt	100 kt	110 kt	120 kt	130 kt	140 kt	150 kt	160 kt
VSP (ft/min)		3 min 29	3 min 03	2 min 43	2 min 27	2 min 13	2 min 02	1 min 53	1 min 45	1 min 38	1 min 32
		430	500	560	620	680	740	810	870	930	990

Příloha č. 5

h) Mapa přístrojového přiblížení a bodů RNAV (GPS) KTZV



SE-1, 23 APR 2020 to 21 MAY 2020

SE-1, 23 APR 2020 to 21 MAY 2020

TOMPKINSVILLE, KENTUCKY

AL-10286 (FAA)

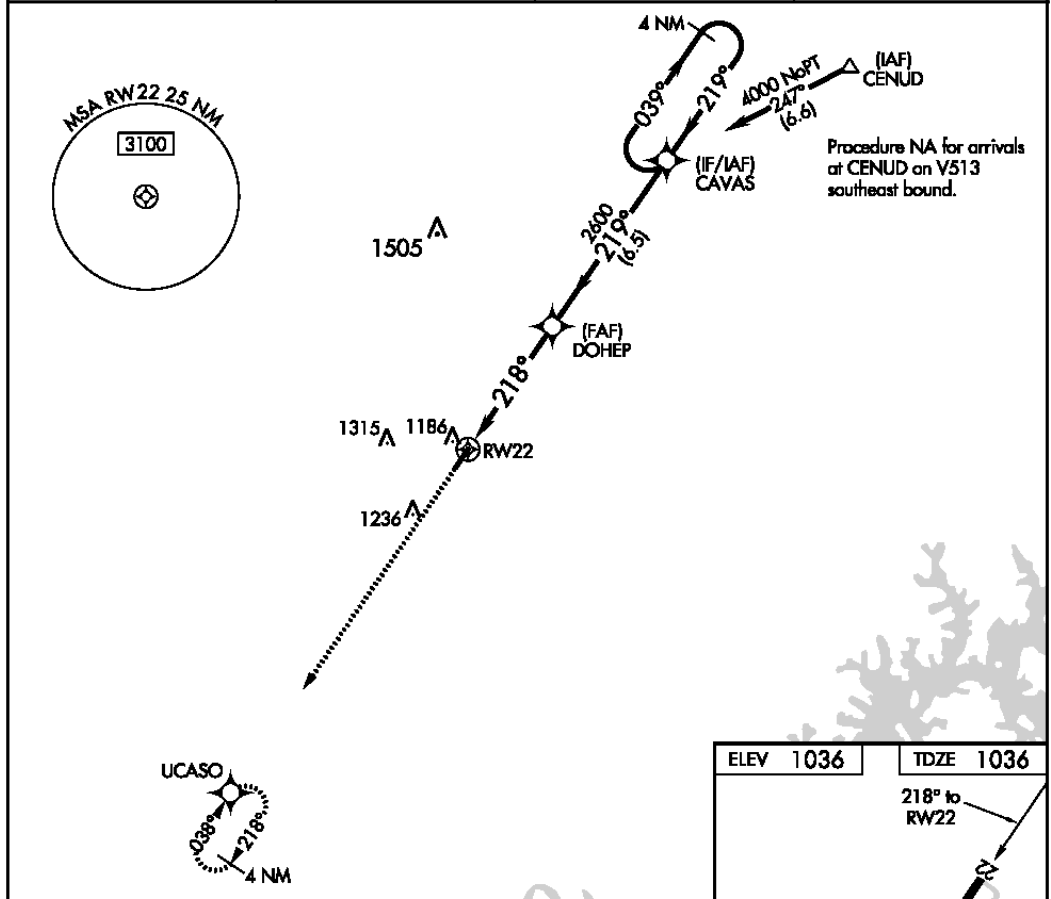
20030

WAAS CH 58031 W22A	APP CRS 218°	Rwy Idg 4000 TDZE 1036 Apt Elev 1036
--------------------------	-----------------	---

RNAV (GPS) RWY 22

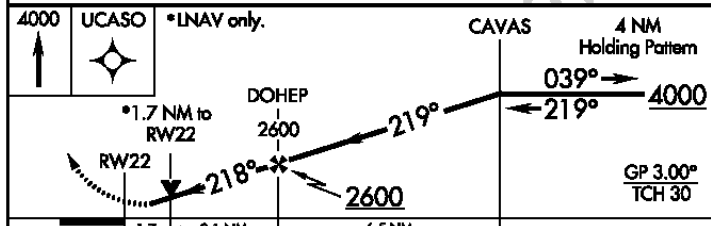
TOMPKINSVILLE-MONROE COUNTY (T2V)

<p>Baro-VNAV NA. DME/DME RNP-0.3 NA. Helicopter visibility reduction below 3/4 SM NA. Use Glasgow altimeter setting. Night landing: Rwy 4 NA.</p>		<p>MISSED APPROACH: Climb to 4000 direct to UCASO and hold.</p>	
AWOS-AV 123.050	GLW AWOS-3 118.525	MEMPHIS CENTER 132.9 290.3	UNICOM 123.05 (CTAF) 0

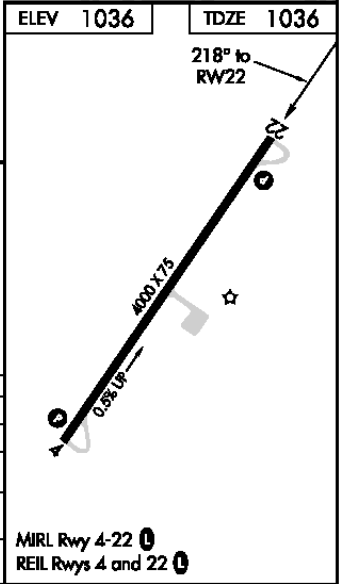


SE-1, 23 APR 2020 to 21 MAY 2020

SE-1, 23 APR 2020 to 21 MAY 2020



CATEGORY	A	B	C	D
LPV DA	1385-1 1/4	349 (400-1 1/4)		NA
LNAV/VNAV DA	1593-2	557 (600-2)		NA
LNAV MDA	1620-1	584 (600-1)	1620-1 1/4 584 (600-1 1/4)	NA
CIRCLING	1640-1 604 (700-1)	1800-1 764 (800-1)	1840-2 1/4 804 (900-2 1/4)	NA



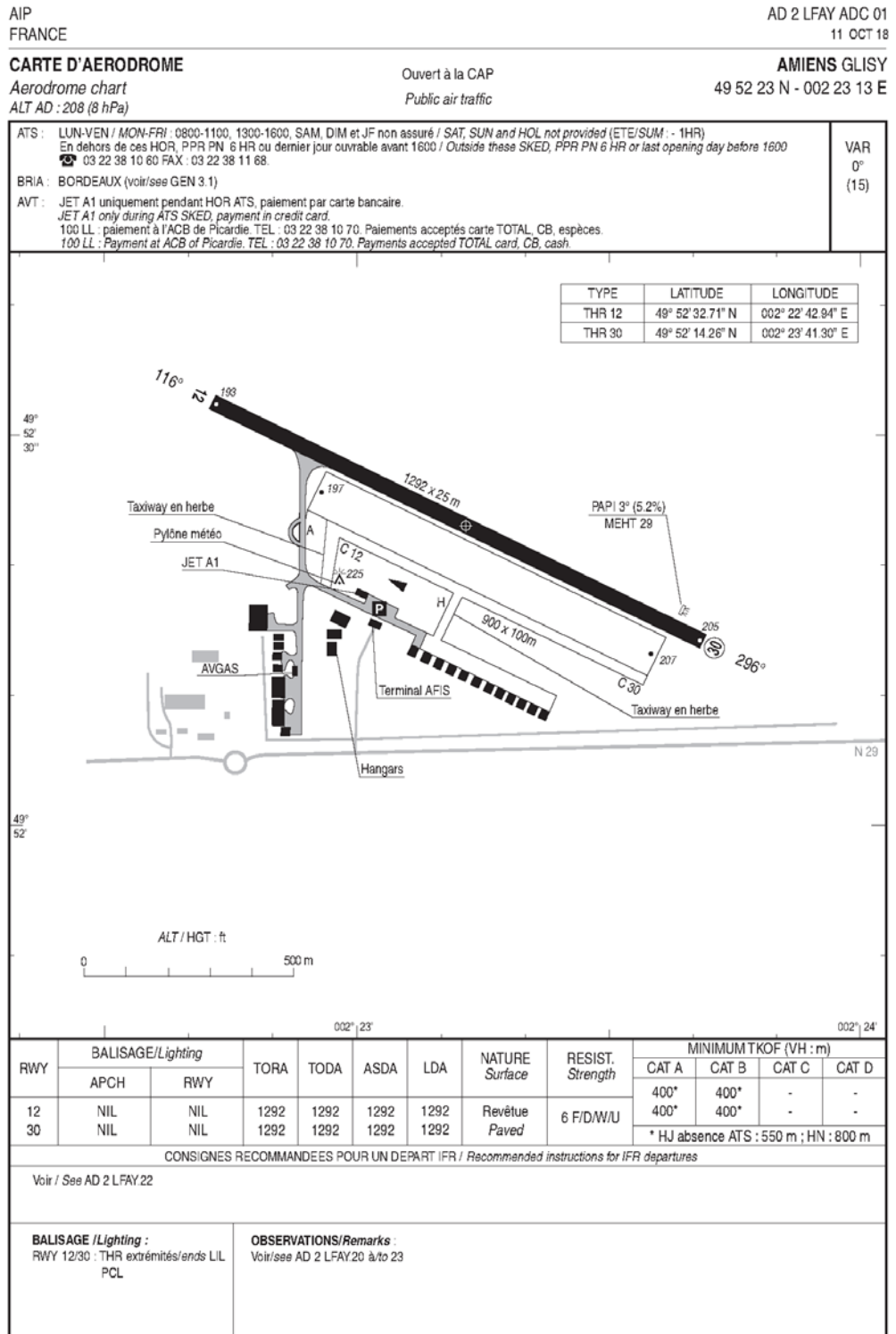
TOMPKINSVILLE, KENTUCKY
Amdt 1B 31MAR16

TOMPKINSVILLE-MONROE COUNTY (T2V)
36°44'N-85°39'W

RNAV (GPS) RWY 22

Příloha č. 6

i) Mapa letiště LFAY



AMDT 11/18 CHG : Distances déclarées, FATO, HOR AVT.

© SIA

j) Mapa přístrojového přiblížení a bodů RNAV (GNSS) LFAY

