

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Analýza možnosti přistání za IMC na VFR letišti

Bc. Viliam VISOKAI

DIPLOMOVÁ PRÁCA

2014

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ

Ústav letecké dopravy

Analýza možnosti přistání za IMC na VFR letišti

DIPLOMOVÁ PRÁCA

Bc. Viliam Visokai

Vedúci diplomovej práce:

Ing. Jakub Kraus

Konzultant diplomovej práce:

Ing. Jakub Kraus

Praha 2014



K621..... Ústav letecké dopravy

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Viliam Visokai

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – PL – Provoz a řízení letecké dopravy

Název tématu (česky): **Analýza možnosti přistání za IMC na VFR letišti**

Název tématu (anglicky): Analysis of Landing in IMC at VFR Aerodrome

Zásady pro vypracování

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

- Úvod
- IMC a požadavky na kvalifikaci pilota
- VFR letiště a jeho infrastruktura
- Přistání za IMC a požadavky na letiště
- Využití RNP APCH pro navedení na přistání
- Nutné změny pro umožnění přistání za IMC na VFR letišti
- Závěr

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: AIP ČR
Předpisy řady L
Draft Guidance Material for the Implementation of RNP APCH Operations

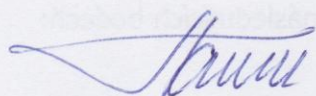
Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jakub Kraus**

Datum zadání diplomové práce: **12. června 2013**

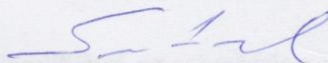
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání diplomové práce: **30. listopadu 2014**

- 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. Daniel Hanus, CSc.
vedoucí
Ústavu letecké dopravy



prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.



Bc. Viliam Visokai
jméno a podpis studenta

V Praze dne5. června 2014

Analytický list

Autor:	Bc. Viliam Visokai
Názov práce:	Analýza možnosti pristání za IMC na VFR letišti
Jazyk práce:	slovenský
Typ práce:	Diplomová práca
Počet strán:	76
Akademický titul:	Inžinier
Univerzita:	České Vysoké Učení Technické v Praze
Fakulta:	Fakulta dopravní (K621)
Katedra:	Ústav letecké dopravy (K621)
Študijný odbor:	Provoz a řízení letecké dopravy
Študijný program:	Technika a technologie v dopravě a spojích
Mesto:	Praha
Vedúci DP:	Ing. Jakub Kraus
Konzultanti DP:	Ing. Jakub Kraus
Dátum odovzdania:	30. 11. 2014
Kľúčové slová:	RNP APCH, Priblíženie s vertikálnym vedením, APV, IMC, VFR letiská
Citovanie práce:	Visokai, Bc. Viliam Analýza možnosti pristání za IMC na VFR letišti. Diplomová práca . Praha: České Vysoké Učení Technické v Praze, Fakulta dopravní, 2014. 76 s.
Názov práce v AJ:	Analysis of Landing in IMC at VFR Aerodrome
Kľúčové slová v AJ:	RNP APCH, Approach with vertical guidance, APV, IMC, VFR aerodromes

Abstrakt

Diplomová práca sa zaoberá hľadaním možností pre zavedenie pristávania za IMC na VFR letiskách. Dokument postupne a logicky analyzuje jednotlivé oblasti spojené s VFR letiskami a možnosťami vedenia lietadiel počas priblíženia na tieto letiská. Hlavným cieľom diplomovej práce je poskytnúť komplexný pohľad na zadanú problematiku a analyzovať možnosti rozvoja VFR letísk pomocou zavedenia postupov pre lety v podmienkach IMC. Práca sa z časti zameriava na infraštruktúru VFR letísk a to najmä na charakteristiky vzletovej a pristávacej dráhy a jej možnosti značenia a osvetlenia. Druhá čiastočná analýza sa koncentruje na súčasné druhy priblíženia a s tým súvisiace zariadenia. Tu sú analyzované prevádzkové charakteristiky a tiež je urobený rozbor jednotlivých priblížení aj s minimami dráhovej dohľadnosti a výškami rozhodnutia naprieč Českou republikou. Na to plynule nadväzuje charakteristika využívania globálnych navigačných systémov, systému SBAS a EGNOS. Z týchto údajov a čiastočných analýz bolo pomocou štatistickej a komparačnej metódy pre ďalšie skúmanie vybrané priblíženie s vertikálnym vedením. Tento druh priblíženia je analyzovaný z prevádzkového hľadiska, z pohľadu na vplyv okolia letiska a z pohľadu na zvyšovanie bezpečnosti všeobecného letectva. K tomu sú popísané jednotlivé kritéria, ktoré by mali spĺňať piloti, letiská a tiež vybavenie lietadiel. Na záver je poskytnutý prehľad vybraných predpisov, kde je potrebné urobiť úpravy aby sa takéto priblíženie mohlo implementovať. Pojednávané sú najmä oblasti, ktoré boli rozoberané v priebehu práce. Záver tiež poskytuje celkový výstup analýzy možnosti pristátia na VFR letisku za IMC podmienok a zhrňuje najdôležitejšie klady a prínosy takejto možnosti.

Abstract

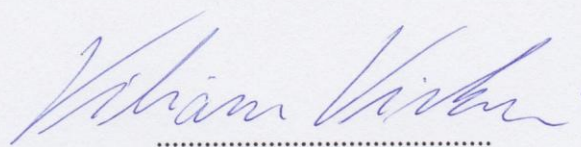
The aim of the diploma thesis is to find the possibilities of landing at VFR aerodromes in IMC conditions. This document analyzes logically and step by step the particular parts related to approach procedures at VFR aerodromes. The main point of this work is to provide a complex view of given issue and to analyze possibilities of development of VFR aerodromes by establishing the arrival procedures in IMC conditions. The document is partly focused on the infrastructure of VFR aerodromes, particularly at runway characteristics, markings and lightning. The middle part of this work is about present techniques of approach procedures used in aviation and devices necessary for those procedures. This issue is followed by an analysis of operational characteristics like minimums for runway visual range and decision height. It also gives a summarization of all instrument approaches in the Czech Republic. The next part is about usage of global navigation systems, SBAS and EGNOS systems. The approach with vertical guidance was selected as the most suitable option for VFR aerodromes. This conclusion was given from the entire analysis of all received and discovered data that were processed by statistical and comparative methods. The APV procedure at VFR aerodromes is analyzed from operational, pilot and environmental aspect. The criteria for pilots, aerodromes and planes are included and the end of this part. The necessary changes are identified in the conclusion of this paper. Specific aviation regulations were also pointed out to be changed due to the implementation of possible usage of VFR aerodromes in IMC conditions. The diploma thesis eventually offers a final output of the main analysis and presents the most important benefits for general aviation.

Čestné vyhlášení

Nemám závažný důvod proti užívání 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).

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

V Praze, 30. 11. 2014



.....
vlastnoručný podpis

Pod'akovanie

Týmto by som sa chcel úprimne poďakovať za trpezlivé a odborné vedenie počas vypracovania diplomovej práce, môjmu školiteľovi Ing. Jakobovi Krausovi, ktorý mi poskytol odborné rady a metodickú pomoc.

Predhovor

Problematika, ktorá je popísaná v tejto diplomovej práci, vyplynula zo štúdia predmetu CNS na dopravnej fakulte ČVUT a po spolupráci s Ing. Jakubom Krausom. Rozvoj v oblasti technológií pre vedenie lietadiel pri priblížení na princípoch družicovej navigácie bolo impulzom pre vytvorenie analýzy možnosti využitia VFR letísk pre IFR prevádzku. Hlavným cieľom tejto práce je poskytnúť ucelený pohľad na problematiku infraštruktúry VFR letísk a analyzovať potenciálne možnosti pre ich rozvoj. K dosiahnutiu tohto cieľu som pracoval najmä s predpismi radu L a VFR príručkou. Taktiež som vychádzal z medzinárodných štandardov a vybraných ICAO manuálov. Získané informácie som spracoval pomocou štatistickej a komparatívnej metódy, z ktorých vzišiel komplexný pohľad na jednotlivé možnosti rozvoja VFR letísk so zameraním na prevádzku v podmienkach IMC. Z týchto výstupov boli vymenované niektoré oblasti legislatívy, ktoré majú byť upravené v prospech zavedenia zmien vedúcim ku zlepšeniu všeobecného letectva. Záverečná práca má poukázať na potenciálne možnosti rozvoja VFR letísk v Českej republike a pomôže tak ku zlepšovaniu stavu všeobecného letectva.

Obsah

Zoznam obrázkov	12
Zoznam tabuliek	13
Zoznam symbolov a skratiek	14
Úvod	18
1 IMC a požiadavky na kvalifikáciu pilota	21
1.1 Požiadavky na zdravotnú spôsobilosť	21
1.2 Požiadavky na teoretickú spôsobilosť	22
1.2.1 Požiadavky na jazykovú vybavenosť	23
1.3 Požiadavky na praktickú časť prístrojovej kvalifikácie	25
2 VFR letisko a jeho infraštruktúra	27
2.1 Definovanie VMC minim pre ČR	27
2.2 Rozdelenie letísk	28
2.3 Infraštruktúra letiska	29
2.3.1 Údaje o letiskách	29
2.3.2 Kódové značenie letísk	30
2.3.3 Vzletová a pristávacia dráha	31
2.3.4 Vizualne navigačné prostriedky	33
2.4 Technické a prevádzkové podmienky letísk	35
2.4.1 Neverejné vnútroštátne letisko	36
2.4.2 Verejné vnútroštátne letisko	36
2.4.3 Neverejné medzinárodné letisko	37
2.4.4 Verejné medzinárodné letisko	37
2.5 Analýza VFR letísk v ČR	38
3 Pristátie za IMC a požiadavky na letisko	40
3.1 Presné priblíženie a požiadavky na letisko	41
3.1.1 Požiadavky na letisko	44
3.2 Nepresné priblíženie	45
3.3 Priblíženie s vertikálnym vedením	47
3.4 Možnosti na IMC pristátie v ČR	49
4 Využitie RNP priblíženia pre navedenie na VFR letisko	53
4.1 Základné informácie o GNSS	53

4.1.1 Princíp fungovania SBAS	54
4.1.2 EGNOS	56
4.2 Konceptia RNP	57
4.3 RNP APCH a jeho benefity pre všeobecné letectvo	59
4.3.1 Využitie RNP APCH pre VFR letiská	60
4.4 Zavedenie APV priblíženia na VFR letiská	63
4.4.1 Kritéria pre VFR letisko	63
4.4.2 Kritéria na vybavenie lietadla	64
4.4.3 Požiadavky na pilotov	67
5 Nutné zmeny pre umožnenie pristátia za IMC na VFR letisku	68
6 Záver	71
Zoznam použitej literatúry	73
Prílohy	76

Zoznam obrázkov

Obr. 1 Vyhlásené dĺžky dráhy	32
Obr. 2 VPD CAT I	33
Obr. 3 Ukazovateľ smeru vetra	34
Obr. 4 Značenie letiska s nespevnenou VPD	34
Obr. 5 Jednoduchá približovacia sústava	35
Obr. 6 Graf rozdelenia letísk v ČR.....	36
Obr. 7 Rozdelenie podľa povrchu	38
Obr. 8 Rozdelenie podľa LDA	39
Obr. 9 Rozdelenie priblížení	40
Obr. 10 Viditeľnosť pri minimách ILS	43
Obr. 11 Rozmiestenie ILS	45
Obr. 12 Porovnanie profilov priblíženia.....	46
Obr. 13 Rozdelenie RNP priblíženia.....	48
Obr. 14 Rozdelenie APV priblíženia.....	49
Obr. 15 Architektúra SBAS	55
Obr. 16 SBAS vo svete	56
Obr. 17 RNAV a RNP trať	58
Obr. 18 Náčrt RNP segmentov	58
Obr. 19 Inverzia.....	60
Obr. 20 Flexibilita RNP APCH.....	62
Obr. 21 Garmin 1000	66

Zoznam tabuliek

Tab. 1 Predmety teoretických skúšok	23
Tab. 2 Minimálna osnova pre prístrojovú doložku	26
Tab. 3 VMC podmienky pre triedy v ČR.....	27
Tab. 4 Kódové značenie letísk	30
Tab. 5 ILS CAT I minimá	42
Tab. 6 ILS CAT II minimá	42
Tab. 7 ILS CAT III minimá	44
Tab. 8 Minimá v závislosti na zariadení.....	46
Tab. 9 Minimá pre nepresné priblíženie.....	47
Tab. 10 Minimá pre nepresné priblíženie.....	50
Tab. 11 Minimá pre presné priblíženie	51
Tab. 12 Navigačné špecifikácie PBN.....	59
Tab. 13 GNSS s podporou SBAS.....	65
Tab. 14 Svetlá na súčasných VFR letiskách.....	68

Zoznam symbolov a skratiek

Skratka	Anglický význam	Slovenský význam
ABAS	Aircraft Based Augmentation System	Rozširujúci systém o signál z palubných zdrojov
AFI	Africa-Indian ocean region	Africký podporný geostacionárny navigačný systém
AIP	Aeronautical Information Publication	Letová informačná príručka
AME	Aviation Medical Examiner	Letecký lekár
APAPI	Abbreviated Precision Approach Path Indicator	Zúžený indikátor zostupovej roviny
APCH	Approach	Priblíženie
APV	Approach with Vertical Guidance	Priblíženie s vertikálnym vedením
ASDA	Acceleration Stop Distance Available	Využitelná dĺžka rozjazdu
ATIS	Automatic Terminal Information Service	Automatická informačná služba koncovej riadenej oblasti
ATPL	Airline Transport Pilot License	Licencia dopravného pilota
ATS	Air Traffic Service	Letové prevádzkové služby
CAT	Category	Kategória
CDI	Course Deviation Indicator	Indikátor odchýlky od kurzu
CFIT	Controlled Flight into Terrain	Riadený let do terénu
CNS	Communication Navigation Surveillance	Komunikácia- navigácia- sledovanie
CPL	Commercial Pilot License	Licencia obchodného pilota
CRC	Cyclic Redundancy Check	Cyklická kontrola
DA	Decision Altitude	Nadmorská výška rozhodnutia
DH	Decision Height	Výška rozhodnutia

DME	Distance Measuring Equipment	Merač vzdialenosti
EASA	European Aviation Safety Agency	Európska agentúra pre leteckú bezpečnosť
EDAS	EGNOS Data Access Service	Služba sprístupnenia EGNOS dát
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay Service	Európska podporná geostacionárna navigačná služba
EHSI	Electronic Horizontal Situation Indicator	Elektronický ukazovateľ horizontálnej situácie
ESA	European Space Agency	Európska kozmická agentúra
FAS	Final Approach Segment	Segment konečného priblíženia
FIC	Flight Information Centre	Letové informačné stredisko
FNPT	Flight and Navigation Procedures Trainer	Letový tréner
GAGAN	GPS-aided Geo-augmented Navigation Communications	Indický podporný geostacionárny navigačný systém
GA	General Aviation	Všeobecné letectvo
GBAS	Ground Based Augmentation System	Rozširujúci systém o signál z pozemnej stanice
GNSS	Global Navigation Satellite System	Globálny družicový navigačný systém
GPS	Global Positioning System	Globálny polohový systém
HSI	Horizontal Situation Indicator	Ukazovateľ horizontálnej situácie
ICAO	International Civil Aviation Organization	Medzinárodná organizácia pre civilné letectvo
IFR	Instrument Flight Rules	Pravidlá pre let podľa prístrojov
ILS	Instrument Landing System	Prístrojový pristávací systém
IMC	Instrument Meteorological Conditions	Prístrojové meteorologické podmienky
IR	Instrument Rating	Prístrojová doložka
LDA	Landing Distance Available	Využitelná dĺžka pristátia

LLZ	Localizer	Localizer
LNAV	Lateral Navigation	Laterálna navigácia
LP	Localizer (Lateral) Performance	Priblíženie na laterálnej presnosti localizeru
LPV	Localizer Performance with Vertical Guidance	Výkonnosť localizeru s vertikálnym vedením
LTP	Landing Threshold Point	Bod prahu dráhy
MAPT	Missed Approach Point	Bod nezdareného priblíženia
MCC	Master Control Center	Hlavné riadiace stredisko
MDA	Minimum Descent Altitude	Minimálna nadmorská výška klesania
MDH	Minimum Descent Height	Minimálna výška klesania
MEP	Multi Engine Piston	Viac motorové piestové lietadlo
MLS	Microwave Landing System	Mikrovlnný pristávací systém
MSAS	Multi-functional Satellite Augmentation System	Japonský satelitný rozširujúci systém
NDB	Non-directional Beacon	Nesmerový rádiomaják
NLES	Navigation Land Earth Stations	Pozemné navigačné stanice
NM	Nautical Mile	Námorná míľa, 1NM=1852m
NPA	Non-precision Approach	Nepresné prístrojové priblíženie
OCA	Obstacle Clearance Altitude	Prekážková nadmorská výška
OCH	Obstacle Clearance Height	Prekážková výška
PAPI	Precision Approach Path Indicator	Indikátor zostupovej roviny
PAR	Precision Approach Radar	Radar pre presné priblíženie
PBN	Performance Based Navigation	Navigácia na základe výkonnosti
PPL	Private Pilot License	Licencia súkromného pilota
RIMS	Ranging Integrity Monitoring Stations	Stanice monitorujúce presnosť a integritu

RNP	Required Navigation Performance	Požadovaná navigačná presnosť
ŘLP		Řízení Letového Provozu
RNAV	Area Navigation	Priestorová navigácia
RVR	Runway Visual Range	Dráhová dohľadnosť
RWY	Runway	Vzletová a pristávacia dráha
SACCSA	South/Central America and Caribbean SBAS	Podporný geostacionárny navigačný systém pre oblasť južnej/strednej Ameriky a karibskej oblasti
SBAS	Satellite Based Augmentation System	Satelitný podporný systém
SDCM	System of Differential Correction and Monitoring	Systém poskytujúci diferenčné korekcie a monitoring
SNAS	Satellite Navigation Augmentation System	Podporný geostacionárny navigačný systém Číny
SOL	Safety of Life	Bezpečnosť života
TOD	Top Of Descend	Bod začiatku klesania
TODA	Take Off Distance Available	Využitelná dĺžka vzletu
TORA	Take Off Run Available	Využitelná dĺžka rozjazdu
VFR	Visual Flight Rules	Pravidlá pre let za viditeľnosti
VMC	Visual meteorological Conditions	Meteorologické podmienky pre let za viditeľnosti
VNAV	Vertical Navigation	Vertikálna navigácia
VOR	VHF Omni Directional Radio Range	Všesmerový VKV rádiomaják
VPD		Vzletová a pristávacia dráha
WAAS	Wide Area Augmentation System	Veľkoplošný podporný systém

Úvod

Počas magisterského štúdia na dopravnej fakulte ČVUT som sa dopodrobna zoznámil s problematikou družicovej navigácie a jej využitia v letectve. Kvalitný a ucelený základ tejto témy mi bol poskytnutý v rámci semináru CNS, kde táto problematika mala nosnú úlohu. Na základe týchto poznatkov som počas štúdia pracoval na magisterskom projekte, ktorého cieľom bolo získať čo najviac poznatkov o využívaní družicovej navigácie pre vedenie lietadiel v kritických fázach letu. To sa stalo hlavným dôvodom prečo som si za tému svojej záverečnej práce vybral, práve analyzovanie možností pristávania za IMC podmienok na VFR letisku. Ďalším dôvodom bolo aj to, že som úzko spojený s oblasťou prístrojového lietania, keďže v čase vytvárania diplomovej práce som bol vo výcviku na získanie prístrojovej doložky.

Stav prístrojového letectva vo svete v poslednom období nabral na modernizácii a hlavne vďaka globálnym navigačným systémom. Priekopníkmi jednotlivých aplikácií GNSS sú hlavne Spojené štáty americké a Kanada, kde je v súčasnosti zavedených najviac procedúr pre priblíženie s vertikálnym vedením. Toto priblíženie sa dostáva do popredia oproti iným systémom vedenia lietadla počas priblíženia na pristátie. Aj jednotlivé štáty Európy pomaly zavádzajú APV priblíženie. K tomu najviac pomáha rozvoj európskeho satelitného augmentačného navigačného systému EGNOS.

Oproti komerčnému letectvu stav všeobecného letectva sa rozvíja len veľmi pomaly. Aj keď vybavenie lietadiel napreduje a moderné technológie sa už dostávajú aj do malých lietadiel, situácia ohľadom VFR letísk sa nijak nezlepšuje. Výnimkou nie je ani Česká republika, ktorá má vynikajúcu sieť VFR letísk. Tie sú však limitované meteorologickými podmienkami a pri zhoršenom počasi sú tieto letiská nepoužiteľné.

Ako hlavný cieľ svojej práce som si stanovil vypracovanie komplexného pohľadu na problematiku využívania VFR letísk za podmienok horších ako VMC. V práci sú skúmané jednotlivé možnosti pre zavedenie takejto prevádzky a tiež sú uvedené argumenty pre opodstatnenie a aktuálnosť zvolenej tézy. Dokument obsahuje analýzu infraštruktúry VFR letísk obohatenú o štatistické údaje vybraných sledovaných parametrov. Práca tiež dáva prehľad o základnom fungovaní jednotlivých systémov, ktoré súvisia s vedením lietadiel počas priblíženia na pristátie. Tieto údaje sú doplnené

o analýzu aktuálneho využívania jednotlivých procedúr v Českej republike. Dokument zároveň ponúka sumár informácii o zariadeniach globálnych navigačných systémov a ich aplikáciách pre letectvo.

Informácie, ktoré sa stali základom pre vytvorenie tejto diplomovej práce som čerpal predovšetkým z legislatívnych národných predpisov rady L, ako aj z leteckej informačnej príručky a VFR príručky, ktorú spravuje ŘLP. Ďalšími prameňmi boli hlavne dostupné články a predpisy jednotlivých medzinárodných organizácii, ktoré sa podieľajú na tvorbe legislatívy pre civilné letectvo, ale aj odborné rady a postrehy Ing. Jakuba Krausa. Všetky získané zdroje boli logicky spracované a vyselektované do jednotlivých kapitol. Následne tieto informácie boli analyzované pomocou štatistickej metódy. Výsledky čiastočných výstupov boli komparatívnou metódou spracované do uceleného záveru v podobe návrhu jednotlivých zmien v oblasti letectva.

Úvodná kapitola práce je zameraná na súčasné podmienky, ktoré musí spĺňať žiadateľ o prístrojovú doložku. Sú definované tri základné oblasti požiadaviek, ktoré vychádzajú z medzinárodných, ale aj národných predpisov. Každá jedna oblasť je rozpisovaná v jednotlivých podkapitolách kde sú stanovené minimá pre jednotlivé požiadavky.

Druhá kapitola je venovaná VFR letiskám. Na úvod celej tejto state sú definované VMC podmienky vyplývajúce z platnej legislatívy. Následne sa kapitola zameriava na rozdelenie VFR letísk v Českej republike a ich infraštruktúru. Ťažisko tejto časti je zamerané na vzletovú a pristávaciu dráhu, a to predovšetkým na jej značenie a na jednotlivé možnosti osvetlenia. V kapitole sú uvedené výsledky analýzy vybraných parametrov dráh VFR letísk v Českej republike.

Prostredná časť diplomovej práce je zameraná na jednotlivé možnosti priblíženia za IMC podmienok na letiská. V tejto kapitole sú analyzované tri druhy priblížení - presné, nepresné a s vertikálnym vedením. Analýza obsahuje aj vzájomné porovnanie týchto priblížení, pri ktorom sú do úvahy brané rôzne prevádzkové parametre. V závere tejto časti je vypracovaná analýza využívania týchto procedúr v Českej republike. Na základe týchto čiastočných výstupov je identifikovaná najlepšia možnosť pre prestátie za IMC na VFR letiskách.

Štvrtá kapitola je v úvode venovaná poznatkom o globálnych navigačných systémoch GNSS. Ďalej sú v tejto časti rozobraté princípy činnosti SBAS systémov

a základné poznatky o európskom systéme EGNOS. Na tento rozbor následne nadväzuje charakteristika koncepcie RNP vedenia lietadla, ako aplikácia GNSS. Hlavnou časťou tejto kapitoly je využitie RNP priblíženia pre VFR letiská, kde sú popísané jednotlivé výhody z prevádzkového hľadiska, z pohľadu na okolie letiska a z pohľadu na zvyšovanie bezpečnosti všeobecného letectva. Na záver tejto časti sú zosumarizované kritéria, ktoré majú byť splnené pre úspešné zavedenie RNP APCH na VFR letiská.

Posledná kapitola je zameraná na vytýčenie predpisov, ktoré majú byť podrobené zmenám, aby VFR letiská mohli prevádzkovať lety aj za IMC. Tieto zmeny sú výsledkom analýzy celej práce a dopĺňujú tak získané poznatky o celkový obraz riešenej problematiky.

Táto práca, ako záverečný dokument môjho vysokoškolského štúdia leteckej dopravy, by mala slúžiť ako úvodná kapitola do veľmi zaujímavej problematiky rozvoja a využitia VFR letísk.

1 IMC a požiadavky na kvalifikáciu pilota

Piloti všeobecného letectva sa pri svojej leteckej praxi stretávajú s dvoma stavmi meteorologických podmienok, ktoré určujú ako bude let prevádzaný. Ide o meteorologické podmienky za viditeľnosti zeme (Visual meteorological conditions-VMC) a podmienky pre let podľa prístrojov (Instrument meteorological conditions-IMC).

Podmienky IMC sú definované ako meteorologické podmienky vyjadrené dohľadnosťou, vzdialenosťou od oblačnosti a výškou základne najnižšej význačnej oblačnej vrstvy, ktoré sú horšie ako minimá meteorologických podmienok pre let za viditeľnosti. [1]

Pre let za takýchto zhoršených podmienok musia piloti spĺňať určité kritéria, ktoré ich oprávňujú a kvalifikujú na túto činnosť. Jedná sa o:

- zdravotnú spôsobilosť
- teoretické vedomosti
- praktické schopnosti
- záverečné preskúšanie

1.1 Požiadavky na zdravotnú spôsobilosť

Každý človek, ktorý sa chce stať pilotom musí prejsť sériou vyšetrení u certifikovaného lekára, alebo v zariadení, ktoré je oprávnené vydávať osvedčenia o zdravotnej spôsobilosti. Tieto zariadenia schvaľuje úrad pre civilné letectvo.

Pre všeobecné VFR letectvo stačí ak pilot získa osvedčenie o zdravotnej spôsobilosti 2.triedy. Tieto zdravotné certifikáty vydávajú letecký lekári (AME) so základným aj rozšíreným oprávnením. Ak ale pilot chce svoje letecké schopnosti rozširovať napríklad o prístrojovú doložku, tak podľa predpisu L1 musí žiadateľ preukázať takú ostrosť sluchu, aká je požadovaná pre vydanie potvrdenia o zdravotnej spôsobilosti 1.tiredy. To znamená, že vstupné vyšetrenie je rozšírené o tónovú audiometriu a musí byť opakované každých 5 rokov až do dosiahnutia veku 40 rokov a potom každé 2 roky. [2]

Vstupné vyšetrenie musí byť vykonané v AeMC- ústav leteckého zdravotníctva Praha. Inak môže vydávať osvedčenie o zdravotnej spôsobilosti 1. triedy aj letecký lekár s rozšíreným oprávnením.

1.2 Požiadavky na teoretickú spôsobilosť

Výcvik pilota môže prebiehať dvoma spôsobmi. Buď sa jedná o integrovaný kurz, alebo modulový výcvik. Aj keď oba spôsoby dovedú žiaka ku rovnakému cieľu, spôsob výučby je rozdielny. V tejto práci sa budem zameriavať na variant s modulovaným výcvikom, ktorý je vhodnejší pre pilotov, ktorí nemajú za cieľ sa stať dopravnými pilotmi za 18 mesiacov, ale chcú si svoje zručnosti vylepšovať postupne.

V letectve je každá kvalifikácia, alebo doložka spojená s preukázaním minimálnych teoretických poznatkov, ktoré stanovuje úrad pre civilné letectvo danej krajiny. Takisto to je aj v Českej republike. Výučba teórie sa musí vykonať iba v schválenej organizácii, ktorá je oprávnená k takej výučbe a na celý proces musí dohliadať vedúci výcviku takejto organizácie.[3]

Osnova pre teoretickú výučbu je podľa predpisu PART-FCL stanovená na 150 hodín (1hodina=60minút). Tento čas môže byť rozdelený do viacerých metód výučby ako je napríklad: práca na učebni, výcvik s pomocou počítača, prehrávanie interaktívneho materiálu, alebo práca v študijnom kútiku. Celý kurz teoretických znalostí sa musí skončiť do 18 mesiacov od jeho začiatku.

Záverečná skúška z teoretických znalostí prebieha na úrade pre civilné letectvo a je vykonávaná zo 7 predmetov. Ako vyplýva z tabuľky 1, skúška na získanie prístrojovej kvalifikácie má o polovicu predmetov menej ako je potrebné na získanie kvalifikácie obchodného pilota. Zaujímavé je tiež, že predmet „základy letu“ nie je obsiahnutý v tejto skúške, aj keď nosnou časťou tohto predmetu je aerodynamika a mechanika letu.

Vzhľadom na finančnú a časovú náročnosť prístrojového výcviku si myslím, že je výhodné urobiť si rovno teoretickú skúšku ATPL, ktorá obsahuje všetky predmety a teda zároveň platí aj pre IR kvalifikáciu.

Tab. 1 Predmety teoretických skúšok [3]

Predmet	ATPL	CPL	IR
Právne predpisy v oblasti letectva	x	x	x
Všeobecné znalosti lietadla- drak / systémy / pohonná jednotka	x	x	
Všeobecné znalosti lietadla- prístroje	x	x	x
Hmotnosť a vyváženie	x	x	
Plánovanie a monitorovanie letu	x	x	x
Výkonnosť	x	x	
Ludská výkonnosť	x	x	x
Meteorológia	x	x	x
Všeobecná navigácia	x	x	
Rádionavigácia	x	x	x
Prevádzkové postupy	x	x	
Základy letu	x	x	
Spojení VFR	x	x	
Spojení IFR	x		x

1.2.1 Požiadavky na jazykovú vybavenosť

Anglický jazyk je pre letectvo najdôležitejším komunikačným nástrojom a jeho vedomosť je nevyhnutná na vykonávanie bezpečného riadenia letu a letovej prevádzky. Je preto logické, že každý pilot ktorý si žiada o prístrojovú doložku tak musí preukázať schopnosť používať anglický jazyk.

V súčasnosti ICAO požiadavky na jazykovú spôsobilosť implementuje Úrad pre civilné letectvo s ohľadom na článok FCL.055 prílohy I nariadenia č. 1178/2011. Toto ustanovenie stanovuje požiadavky pre všetkých držiteľov pilotných preukazov, ktorí sú držiteľmi prístrojovej kvalifikácie, alebo ktorí využívajú svoj preukaz v zahraničí, okrem Slovenska. [4]

Na to aby pilot dostal jazykovú doložku musí preukázať svoje jazykové znalosti v používaní frazeológie ale aj v používaní hovorovej angličtiny. Taktiež žiadateľ musí efektívne komunikovať iba hlasom pri osobnom styku či presne a jasne rozprávať

o bežných pracovných témach. Článok FCL.055 ďalej hovorí, že žiadateľ musí úspešne riešiť jazykové problémy, ktoré vznikajú pri neočakávanom vývoji udalostí, ku ktorým dochádza pri bežných pracovných úlohách.

ICAO rozdelilo hodnotiacu stupnicu používania angličtiny do šiestich úrovní podľa schopností a znalostí používateľ, ale pre úspešné získanie jazykovej doložky treba dosiahnuť jednu z týchto úrovní:

- odbornú úroveň (ICAO level 6)
- rozšírenú úroveň (ICAO level 5)
- prevádzkovú úroveň (ICAO level 4)

Skúška sa zameriava na šesť úrovní jazyka ktorými sú:

- výslovnosť
- štruktúra
- slovná zásoba
- plynulosť
- porozumenie
- interakcia

Podľa toho aké schopnosti v jednotlivých úrovniach žiadateľ preukázal, dostane jazykovú doložku. Platnosť tejto doložky je potrebné obnovovať pre prevádzkovú úroveň každé 4 roky a pre rozšírenú úroveň každých 6 rokov. Ak pilot pri skúške dosiahol odbornú úroveň, nemusí jazykovú doložku predlžovať.

Pre držiteľov prístrojovej kvalifikácie platia ešte špeciálne požiadavky, kde musia preukázať schopnosť používať anglický jazyk na úrovni, ktorý im umožňuje:

- 1) *„porozumieť všetkým informáciám potrebným k dokončení všetkých fáz letu, vrátane predletovej prípravy“*
- 2) *„používať rádiotelefón počas všetkých fáz letu, vrátane núdzových situácií“*
- 3) *„komunikovať s ostatnými členmi letovej posádky počas všetkých fáz letu, vrátane predletovej prípravy“* [3]

Z tohto celého vyplýva, že ak chce mať pilot prístrojovú kvalifikáciu, tak musí absolvovať preskúšanie na jazykovú doložku ICAO a ešte musí prejsť skúškou prístrojovej angličtiny na leteckom úrade.

1.3 Požiadavky na praktickú časť prístrojovej kvalifikácie

Praktická časť prístrojového výcviku je v podstate samotné lietanie podľa prístrojov. Na úvod tejto kapitoly sa treba zamyslieť na tým kto si vlastne chce robiť prístrojovú kvalifikáciu. S ohľadom na pomerne vysokú finančnú náročnosť výcviku a tiež s ohľadom na predchádzajúce požiadavky usudzujem, že iba pilot s cieľom živiť sa lietaním si bude chcieť urobiť prístrojovú doložku. Lenže na to aby mohol pilot lietať za úplatu, musí mať licenciu obchodného pilota CPL. Teda je veľký predpoklad, že pilot bude vo výcviku pokračovať aj po dosiahnutí IR, až kým nedosiahne licenciu CPL.

Letový výcvik ku získaniu prístrojovej kvalifikácie sa dá robiť v podstate dvoma cestami. Prvá možnosť je, že výcvik bude robiť na jednomotorovom lietadle. V tomto prípade musí výcvik zahrňovať aspoň 50 hodín lietania podľa prístrojov. Tento čas sa môže rozdeliť takto: 20 hodín pozemnej prístrojovej doby na FNPT I, alebo až 35 hodín na FNPT II alebo leteckom simulátore. Zvyšok hodín sa potom lieta v certifikovanom lietadle.

V podstate je na výcvikovej organizácii ako si nastaví osnovu, či bude poskytovať výcvik s preferenciou simulátoru, alebo lietadla. Samozrejme sa od toho odvíja aj cena výcviku. Treba si tiež uvedomiť, že po úspešnom absolvovaní SEP IR nemôžete riadiť viac motorové lietadlo podľa prístrojov.

Druhá možnosť ako si urobiť prístrojovú doložku je kurz IR pre viacmotorové lietadlá. Tento modul musí zahrňovať aspoň 55 hodín prístrojovej doby, z ktorej až 25 hodín môže byť vykonaných na FNPT I, alebo až 40 hodín na FNPT II, alebo leteckom simulátore. Zostávajúci výcvik musí zahrňovať aspoň 15 hodín na viacmotorovom lietadle certifikovanom pre let podľa prístrojov. Tieto informácie vychádzajú z predpisu PART-FCL a prehľadne som ich znázornil v tabuľke 2.

Tab. 2 Minimálna osnova pre prístrojovú doložku

Spôsob výcviku	Minimálny počet hodín	FNPT I	FNPT II	Letecký simulátor	Lietadlo
SEP IR	50	20	35	35	15
MEP IR	55	25	40	40	15

Keďže aj ja osobne si v súčasnosti robím prístrojovú doložku, viem, že rozhodnúť sa pre jednu z týchto možností nebolo jednoduché. Nakoniec som sa rozhodol pre druhú možnosť, pretože mojím cieľom je stať sa dopravným pilotom a teda chcem čo najviac nalietat' na viacmotorových lietadlách. Ja som si zvolil osnovu 40/15, kde 40 hodín lietam na FNPT II. V konečnom prepočte cena IR MEP aj so skúškou vychádza približne rovnako ako IR SEP a následné rozšírenie na IR MEP. Ale ceny sa líšia od jednotlivých cenníkov výcvikových organizácií.

Samotné lietanie je rozvrhnuté na dva moduly. Základný modul je zameraný na techniku pilotáže a úlohy sú orientované na základné lietanie podľa priestorov. To znamená na horizontálny let, stúpanie, klesanie zatáčanie a podobne. Taktiež je obsahom tohto modulu simulácia nefungovania niektorých prístrojov a vyberanie začiatočného preťaženia a pádu.

Druhá časť je zameraná na procedurálny let podľa prístrojov. Zameranie je na predletové postupy a príprave letového plánu podľa IFR, štandardné odlety a prílety ako aj vyčkávanie, priblíženie a postupy nezďareného priblíženia. Ak si pilot zvolí prístrojový výcvik od začiatku na dvojmotorovom lietadle tak sa v tejto časti aj simulácia vysadenia jedného z motorov.

Skúška na dosiahnutie prístrojovej doložky sa vykonáva s examinátorom. Ten vyberie trať po ktorej sa bude letieť. Pilot, ktorý skúšku vykonáva musí let naplánovať a vykonať pomocou obvyklých materiálov. Let musí trvať aspoň jednu hodinu. Všetky povolené odchýlky v letovej skúške sú uvedené v dodatku 7 ku predpisu PART-FCL.

2 VFR letisko a jeho infraštruktúra

Táto práca sa zaoberá zlepšovaním využívania všeobecného letectva. Za všeobecné letectvo sa považuje akákoľvek činnosť „malého lietania“, ako napríklad výcvik pilotov, vyhlídkové, alebo zážitkové lety, letecké práce, činnosť výcvikových organizácií, alebo aeroklubov a podobne. Takmer všetky takéto lety sú vykonávané podľa pravidiel pre let za viditeľnosti (VFR) a sú prevádzkované na VFR letiskách.

2.1 Definovanie VMC minim pre ČR

Keďže existujú pravidlá pre let za viditeľnosti, je potrebné definovať túto viditeľnosť. Z predpisu L2 vyplýva že pre rôzne triedy vzdušného priestoru sú rôzne minimá vizuálnych meteorologických podmienok (VMC).

Vo vzdušnom priestore Českej Republiky sa v súčasnosti využívajú 4 triedy vzdušného priestoru, C D E a G. Každá z týchto tried poskytuje službu v závislosti od druhu letu (VFR, alebo IFR), pre každú triedu sú definované minimá dohľadnosti VMC (týka sa letov VFR), rýchlostné obmedzenia, požiadavky na rádiové spojenie a či let v konkrétnej triede podlieha letovému povoleniu.

Tab. 3 VMC podmienky pre triedy v ČR [1]

Trieda	vertikálne rozdelenie	Letová dohľadnosť	Vzdialenosť od oblačnosti
C	FL100 a viac	8 km	1500 m horizontálne a 100ft vertikálne
	pod FL100	5km	
D	FL100 a viac	8 km	1500 m horizontálne a 100ft vertikálne
	pod FL100	5km	
E		5km	1500 m horizontálne a 100ft vertikálne
G		5km *	mimo oblačnosti a za dohľadnosti zeme
* lety pri letovej dohľadnosti nižšej ako 5km, ale nie nižšej ako 1500m môžu byť prevádzkované:			
1) pri rýchlostiach, ktoré umožňujú včas registrovať inú prevádzku, alebo prekážku a vyhnúť sa zrážke			
2) za okolností, pri ktorých pravdepodobnosť stretnutia inej prevádzky by mala byť nízka, napr. v priestoroch s nízkou hustotou prevádzky [5]			

V tabuľke 3 sú znázornené minimá dohľadnosti VMC pre lety podľa VFR v jednotlivých triedach vzdušného priestoru Českej republiky. Je potrebné doplniť, že rýchlosť, ktorá sa myslí v poznámke v dolnej časti tabuľky sa určí ako podiel indikovanej rýchlosti V_I v km/h a letovej dohľadnosti VIS v km. Tento podiel nesmie byť väčší ako 100. K predstavuje samotný podiel. [5]

$$K \leq 100$$
$$K = \frac{V_I [km/h]}{VIS [km]} \quad (1)$$

To znamená, že ak lietadlo letí rýchlosťou $V_I = 165 km/h$ (90kt), letová dohľadnosť by nemala byť nižšia ako 1650m. Takáto úvaha spĺňa aj limit, že letová dohľadnosť je väčšia ako 1500m. Z tohto vyplýva, že ak chceme letieť pri dohľadnosti 1500m naša najväčšia rýchlosť musí byť maximálne 150km/h (81kt).

2.2 Rozdelenie letísk

Letisko ako také je podľa národných predpisov definované ako „vymedzená plocha na zemi, alebo na vode (vrátane budov, zariadení a vybavenia) určená buď z cela, alebo z časti pre príchody, odlety a pozemný pohyb lietadiel.

Letiská sa zo základného pohľadu delia:

- 1) podľa okruhu užívateľov a charakteru letiska na civilné a vojenské.

Civilné letiská sa pre účely civilnej leteckej dopravy delia na

- Verejné, ktoré primajú v medziach svojej technickej a prevádzkovej spôsobilosti všetky lietadlá
- Neverejné, ktoré po predchádzajúcom dohode prevádzkovateľa, alebo veliteľa lietadla s prevádzkovateľom, primajú lietadlá v medziach svojej technickej a prevádzkovej spôsobilosti.

Vojenské letiská sú letiská pre potreby ozbrojených síl ČR a v tejto práci sa nimi nebudem zaoberať.

2) Podľa vybavenia, prevádzkových podmienok a základného určenia letiska na

- Vnútroštátne, ktoré sú určené na vykonávanie vnútroštátnych letov, pri ktorých nedôjde ku prekročeniu štátnej hranice
- Medzinárodné, ktoré sú určené ako ku vykonávaniu vnútroštátnych tak aj medzinárodných letov. Tieto letiská sú ďalej rozdelené na letiská s vnútornou a vonkajšou hranicou, v závislosti od prevádzky letov v rámci, alebo mimo Schengenský priestor.

2.3 Infraštruktúra letiska

Všetky potrebné informácie, ktoré sa týkajú definícii, údajov, vlastností, obmedzení a prostriedkov súvisiacich s letiskami sú publikované v národnom predpise L 14. Pomocou výňatkov z tohto predpisu sa v tejto časti pokúsim definovať minimálne prevádzkové požiadavky na letisko, ktoré by malo splňovať cieľ mojej práce.

2.3.1 Údaje o letiskách

Pre potreby tejto práce budem uvádzať také údaje o letiskách, ktoré súvisia s kódovým číslom 1 a 2 tak ako je uvedené v tabuľke 4.

Vzťažný bod letiska musí byť stanovený pre každé letisko a musí byť umiestnený blízko geometrického stredu letiska. Táto poloha musí byť ohlásená leteckej informačnej službe

Výška letiska a RWY nad morom ako aj zvlnenie geoidu musí byť odmerané s presnosťou na 1 stopu a ohlásené leteckej informačnej službe. Medzinárodné letiská s dráhou pre nepresné priblíženie musia mať odmerané oba prahy dráhy ako aj význačné body na dráhe. Pre dráhu určenú na presné priblíženie musí byť navyše odmeraný najvyšší bod dotykovej zóny s presnosťou na jednu stopu.

Vzťažná teplota sa musí stanoviť pre každé letisko a musí byť uvedená v stupňoch Celzia. Je to mesačný priemer teplôt najteplejšieho mesiaca v roku spriemerovaná za obdobie niekoľkých rokov.

Únosnosť vozoviek určená pre lietadla s maximálnou hmotnosťou pre rolovanie do 5700kg musí byť k dispozícii ohlásením:

- a) maximálnou prípustnou hmotnosťou
- b) maximálnym prípustným hustením pneumatík

Parametrom únosnosti vozovky pre lietadlá s vyššou maximálnou hmotnosťou pre rolovanie ako 5700kg sa táto práca nevenuje.

2.3.2 Kódové značenie letísk

Kódové značenie letísk sa stanovuje aby vznikla metóda pre jednoduché delenie letísk v závislosti na vlastnostiach a vybavení pre určené lietadla. Tabuľka 4 prehľadne znázorňuje jednotlivé hodnoty pre kódové značenie.

Tab. 4 Kódové značenie letísk [8]

Kódové číslo	Dĺžka dráhy vzletu lietadla	Kódové písmeno	Rozptyl krídel	Vonkajší rozchod kolies hlavného podvozku
1	Menej ako 800m	A	Menej ako 15m	Menej ako 4,5 m
2	Od 800 m do 1199m	B	Od 15 m do 23,99m	Od 4,5 m do 5,99m
3	Od 1200 m do 1799m	C	Od 24 m do 35,99m	Od 6 m do 8,99m
4	Od 1800m a viac	D	Od 36 m do 51,99m	Od 9 m do 13,99m
		E	Od 52 m do 64,99 m	Od 9 m do 13,99m
		F	Od 65 m do 79,99m	Od 14 m do 15,99m
		G	Od 80 m	Od 16 m

2.3.3 Vzletová a pristávacia dráha

Vzletová a pristávacia dráha je najdôležitejšou časťou letiska. Orientácia dráhy je priamo závislá na prevládajúcich meteorologických podmienkach, zvlášť na vetre. Pre lietadlá je veľmi žiaduce aby vzlietali a pristávali proti vetru. Z predpisu vyplýva, že vzlet lietadla je znemožnený ak rýchlosť bočného vetru prevyšuje 10 uzlov pre lietadla s dĺžkou vzletu do 1200. Orientácia dráhy sa určuje zemepisným smerníkom zaokrúhleným na stotinu stupňa.

Veľmi dôležitým aspektom je aj povrch dráhy a teda môžeme VPD rozdeliť na:

- spevnenú (betónové, asfaltové)
- nespevnenú (trávnaté, zemité)

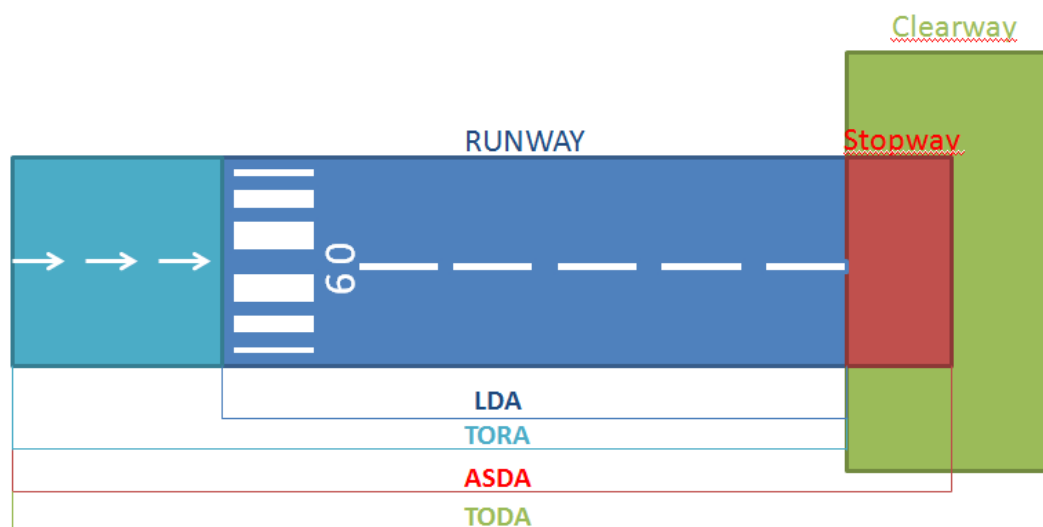
2.3.3.1 Vyhlásené dĺžky VPD

Vyhlásené dĺžky dráhy sa uvádzajú v letovej prevádzkovej príručke AIP, ktorá je publikovaná leteckou informačnou službou ĽP ČR a je dostupná na internete. Tieto údaje informujú pilota o dĺžkach dráhy pre vzlet a pristátie. jedná sa o 4 vyhlásené dĺžky a musia byť vypočítané pre každú dráhu. Obrázok 1 prehľadne znázorňuje jednotlivé dĺžky.

- Použiteľná dĺžka pristátia LDA je dĺžka RWY, ktorá je vyhlásená za vhodnú pre dosadenie a dojazd lietadiel.
- Použiteľná dĺžka rozjazdu TORA je dĺžka RWY, ktorá je vyhlásená za použiteľnú a vhodnú pre rozjazd lietadiel pri vzlete.
- Použiteľná dĺžka prerušeného vzletu ASDA je použiteľná dĺžka rozjazdu zväčšená o dĺžku dojazdovej dráhy, ak je zriadená.
- Použiteľná dĺžka vzletu TODA je použiteľná dĺžka rozjazdu zväčšená o dĺžku predpolia ak je zriadené. [8]

Predpolie (Clearway) je pravouhlá plocha za koncom RWY, slúžiaca ku počiatočnému stúpaniu do predpisovej výšky.

Stopway je taká dojazdová dráha, ktorá umožňuje dojazd lietadiel pri prerušenom vzlete, ale nemôže slúžiť na rozjazd lietadiel.



Obr. 1 Vyhlásené dĺžky dráhy

2.3.3.2 Typ pristávacej dráhy

Vzletová a pristávacia dráha sa dá rozdeliť na dve kategórie:

- Neprístrojová VPD
- Prístrojová VPD

To aká dráha je na danom letisku určuje, podľa akých pravidiel, (VFR, alebo IFR) sa bude na danom letisku lietať. Neprístrojová VPD je určená pre prevádzku lietadiel používajúcich postupy pre vizuálne priblíženie. Jedná sa teda o všetky VFR letiská.

Prístrojová VPD sa delí v závislosti od typu priblíženia, ktorý je na ňu aplikovaný na

- VPD pre nepresné prístrojové priblíženie, kde je potrebné zaistiť vizuálne a nevizuálne prostriedky zabezpečujúce aspoň smerové vedenie pre priame priblíženie
- VPD pre presné priblíženie CAT I, ktorá je vybavená ILS, alebo MLS a vizuálnymi prostriedkami určenými pre prevádzku s výškou rozhodnutia nie menšou ako 60m a buď s dohľadnosťou 800m, alebo dráhovou dohľadnosťou 550m.

- VPD pre presné priblíženie CAT II a CAT III. Pre určenie tejto práce nie je potrebné definovať podmienky pre takýto typ dráhy. Podmienky sú uvedené v predpise L14.

Príklad VPD určenej pre presné prístrojové priblíženie CAT I je na obrázku 2.



Obr. 2 VPD CAT I [31]

2.3.4 Vizuálne navigačné prostriedky

Aj napriek tomu, že VFR letiská sú určené pre lety za viditeľnosti zeme, je potrebné na nich mať zariadenia, ktoré umožňujú rozoznávať samotné letisko od okolitého terénu. To sa týka najmä trávnatých dráh, ktoré sú často zamaskované reliéfom krajiny a hlavne pri skorých ranných hodinách, alebo pri západe slnka, či v zimných mesiacoch. Už samotné letiskové budovy môžu slúžiť ako orientačné pomôcky.

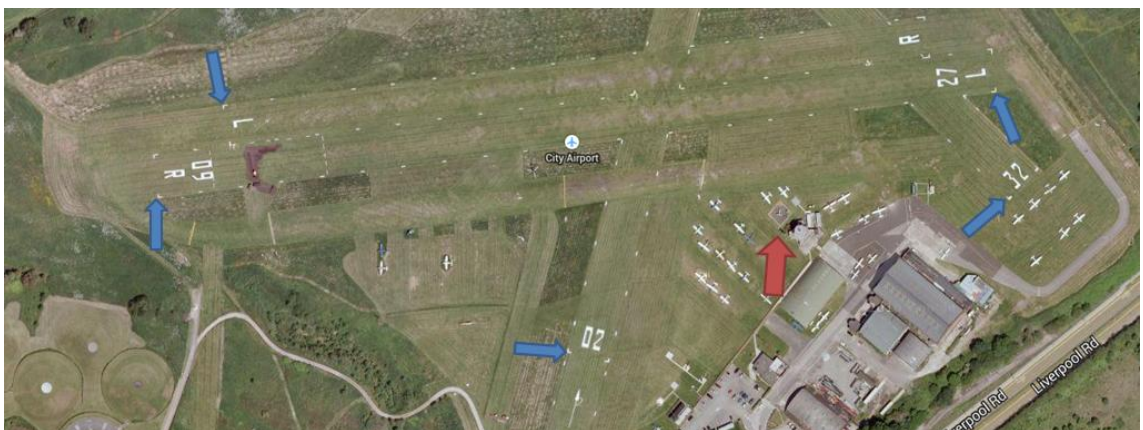
Pre pilota, ktorý sa chce správne zaradiť do okruhu je dôležitý aktuálny smer vetra. Ten určí pomocou ukazovateľa smeru vetra, ktorý musí byť umiestnený na každom letisku. Ukazovateľ smeru vetra má tvar kužela a je zreteľne rozlíšený striedaním bielych pruhov s červenými, alebo oranžovými. Musí byť tak umiestnený, aby bol viditeľný z letiaceho lietadla, ale aby nebol ovplyvnený blízkymi vzdušnými vírmi. Pre zjednodušenie identifikácie je ukazovateľ smeru vetra zvýraznený kružnicou o priemere 15m. Na obrázku 3 je ukázané VFR letisko s trávnatou dráhou. Červená šípka vyznačuje ukazovateľ smeru vetra.



Obr. 3 Ukazovateľ smeru vetra

Ďalším vizuálnym navigačným prostriedkom je ukazovateľ smeru pristátia, ktorý ma charakteristický tvar písmena T. Ak je na letisku tento prostriedok inštalovaný, tak musí mať bielu, alebo oranžovú farbu aby čo najviac kontrastoval s okolím.

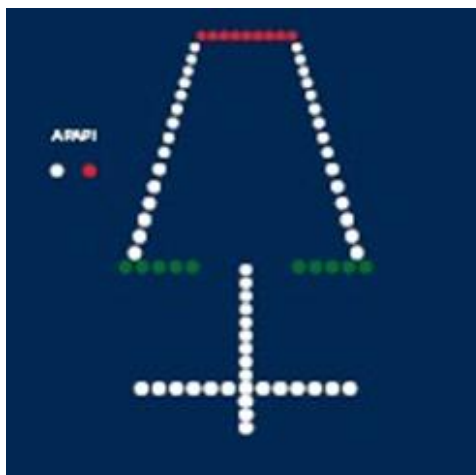
Na obrázku 3 je možné si všimnúť postranné dráhové značenie dráhy. To je veľmi dôležité pre identifikáciu z lietadla. Vždy sa vzletová a pristávacia dráha značí bielou farbou. Postranné značenie je tvorené pásmi so vzdialenosťou maximálne 200m a zvýraznením prahu dráhy pravouhlým znakom. Poznávacie značenie dráhy sa vyžaduje pri spevnených dráhach. Pri nespevnených sa odporúča pre zvýšenie bezpečnosti tak ako to je znázornené modrými šípkami na obrázku 4. Červená šípka ukazuje umiestnenie ukazovateľa smeru pristátia. Je dobre si povšimnúť rozdiel v značení dráh medzi obrázkami 3 a 4. Jasne vidno o koľko je prehľadnejšie letisko na obrázku 4. Len pre spresnenie dodávam, že na obrázku 3 je taktiež dráhový systém 09-27.



Obr. 4 Značenie letiska s nespevnenou VPD

Medzi vizuálne navigačné prostriedky patria samozrejme aj svetlá. Osvetlenia dráh sú podmienkou pri prístrojových dráhach, ale pri VFR letiskách sa s nimi stretávame len sporadicky. Vo VFR príručke je uvedených 13 VFR letísk, ktoré poskytujú prevádzku ako cez deň tak aj v noci. Pre nočné lety na neprístrojovú dráhu je potrebné mať aspoň postranné dráhové návestidlá a prahové dráhové návestidlá. Celkovo sa približovacie sústavy delia na tri kategórie:

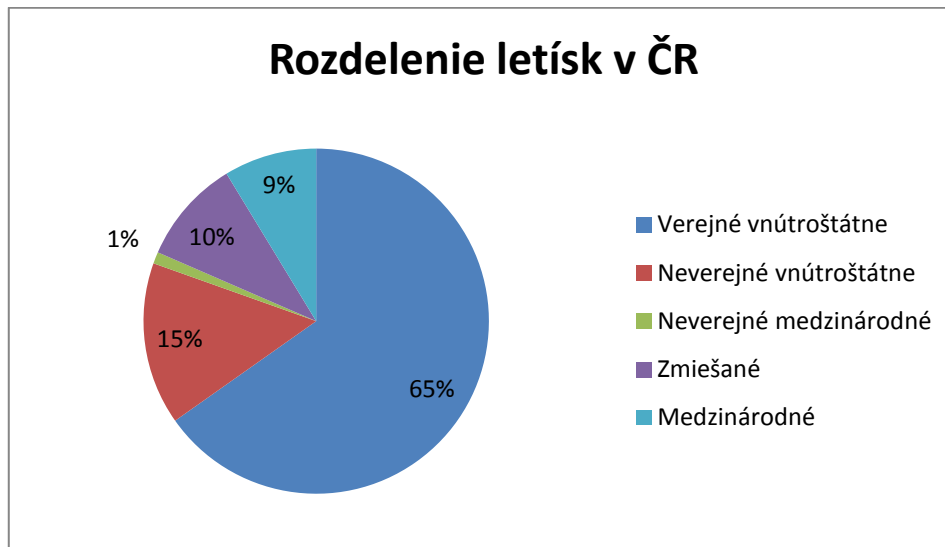
- Jednoduchá približovacia svetelná sústava (obrázok 4)
- Svetelná sústava pre presné priblíženie CAT I (obrázok2)
- Svetelná sústava pre presné priblíženie CAT II a CAT III



Obr. 5 Jednoduchá približovacia sústava [32]

2.4 Technické a prevádzkové podmienky letísk

V Českej republike je celkovo 92 letísk z čoho je na ôsmich aj IFR prevádzka. V predchádzajúcich kapitolách som načrtnol niekoľko možností delenia letísk. V tejto podkapitole chcem popísať, aké technické a prevádzkové podmienky musí zabezpečiť prevádzkovateľ pri jednotlivých druhoch letísk. Na obrázku 6 je zobrazený percentuálny podiel letísk v závislosti od základného určenia.



Obr. 6 Graf rozdelenia letísk v ČR

2.4.1 Neverejné vnútroštátne letisko

Pre tento typ letísk sa neudáva prevádzková doba. Letisko sa môže používať pre stanovený počet používateľov po súhlase prevádzkovateľa letiska. Ten má právo stanoviť minimálnu dobu na predloženie požiadavkou, avšak táto doba nemôže byť väčšia ako 24 hodín pred plánovaným časom letu.

Prevádzkovateľ je povinný vo vyžiadanej dobe zabezpečiť nasledujúce:

- letiskovú službu riadenia letovej prevádzky, alebo letiskovú letovú informačnú službu v českom jazyku a pohotovostnú službu
- telefónne spojenie s pracoviskom RLP na najbližšom letisku
- telefónne spojenie s leteckou meteorologickou službou
- služobnú miestnosť pre navigačnú prípravu posádok, kde bude letecká informačná príručka, letecká mapa ICAO 1:500 000, prístupný telefón a sanitárne zariadenie [9]

2.4.2 Verejné vnútroštátne letisko

Rozdiel medzi verejným a neverejným vnútroštátnym letiskom je v tom, že verejné má z predpisu stanovenú dobu prevádzky v období od 15.4-15.10 na minimálne

7 hodín denne. Ďalej 4 body sú zhodné s neverejným vnútroštátnym letiskom, ale prevádzkovateľ musí navyše zabezpečiť:

- verejne prístupný priestor pre cestujúcich a posádku
- verejné sanitárne zariadenie
- verejný telefón s predvoľbou do ČR
- verejne prístupné parkovisko automobilov
- plnenie lietadiel pohonnými hmotami a olejmi
- poskytnutie prostriedkov na bežné ošetrovanie lietadiel (aspoň pre umytie skiel, hustenie pneumatík)
- parkovanie lietadiel na určenom mieste, vrátane prostriedkov určených na kotvenie lietadiel
- sprostredkovanie ďalších služieb na vyžiadanie
- informácie o okolitých letiskách, ktoré poskytujú väčší rozsah služieb [9]

2.4.3 Neverejnú medzinárodnú letisko

Pre tento typ letiska musí prevádzkovateľ zabezpečiť:

- letiskovú službu riadenia, alebo letiskovú letovú informačnú službu
- colné a pasové odbavenie v priestore na to určenom
- telefónne spojenie umožňujúce naviazať spojenie s Letovým informačným strediskom Praha (FIC) a leteckou meteorologickou službou v dobe kratšej než 10 minút
- služobnú miestnosť pre navigačnú prípravu posádok, kde bude letecká informačná príručka, letecká mapa ICAO 1:500 000, prístupný telefón a sanitárne zariadenie [9]

2.4.4 Verejnú medzinárodnú letisko

Tento prevádzkový model letiska má mať prevádzkovú dobu medzi 15.4-15.10 stanovenú na minimálne 7 hodín denne a s minimálnym koncom prevádzkovej doby

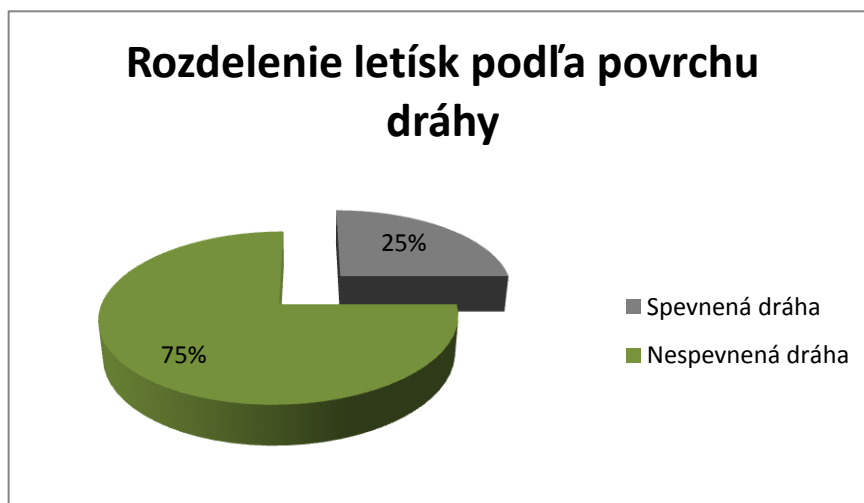
v 16:00 miestneho času. Okrem toho je prevádzkovateľ v prevádzkovej dobe povinný zaistiť rovnaké podmienky aké platili pre neverejné medzinárodné letisko a:

- Služby pre verejnosť ako priestor pre cestujúcich, sanitárne služby, telefón s predvoľbou do ČR a parkovisko
- Plnenie lietadiel leteckými pohonnými hmotami a olejom
- Hangárovanie, alebo aspoň parkovanie lietadiel na určenom mieste spolu so službou stráženia lietadiel a zariadenia na kotvenie lietadiel
- Ubytovanie, alebo aspoň sprostredkovanie ďalších služieb a informácie o ďalších službách, ktoré nie sú letiskom poskytované [9]

Ako z obrázku 4 vyplýva, v Českej republike sú najviac rozšírené verejné vnútroštátne letiská. Je potrebné doplniť, že 9 %, ktoré tvoria medzinárodné letiská sú zároveň aj letiská určené na prevádzku podľa IFR. Z toho je jedno letisko vojenské, Kbely.

2.5 Analýza VFR letísk v ČR

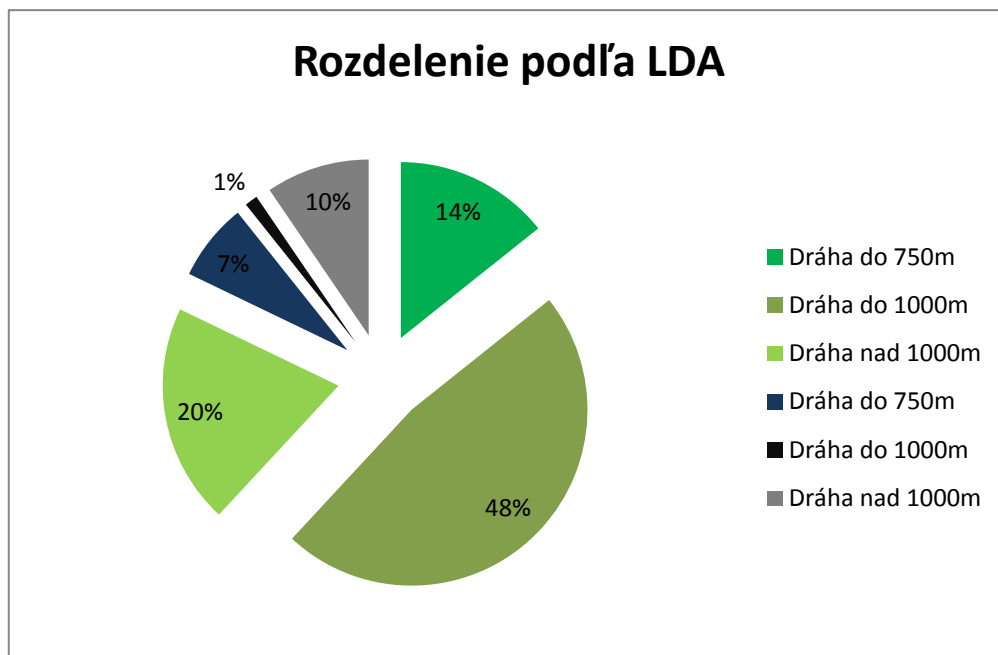
Myslím si, že je dobré povedať si akými letiskami disponuje Česká Republika. Z celkového počtu 92 letísk je 84 VFR. Tieto letiská majú samozrejme rôzne fyzikálne charakteristiky. Prvé delenie znázorňuje pomer dráh s nespevným a spevným podloží. Tento pomer je ilustrovaný na obrázku 7.



Obr. 7 Rozdelenie podľa povrchu

Pod spevnenou dráhou sa rozumie dráha betónová, asfaltová, alebo kombinácia oboch týchto povrchov. Nespevnená dráha je trávnatá. Ako vidno z obrázku 7 v ČR dominujú letiská z trávnatou dráhou. 18 percent letísk so spevnenou dráhou je dosť veľa na to, že sú prevádzkované len ako VFR letiská a dá sa to považovať za ich nedostatočné využitie.

Keďže v nasledujúcich častiach mojej práce sa budem zaoberať priblíženiami na VFR letisko je dobré rozdeliť si letiská podľa využiteľnej dĺžky pristátia. Toto som znázornil na obrázku 8. Zelenými odtieňmi sú znázornené trávnaté letiská, tmavými farbami spevnené dráhy. Tento graf vychádza z najdlhšej novej použiteľnej dĺžky pristátia na danom letisku.

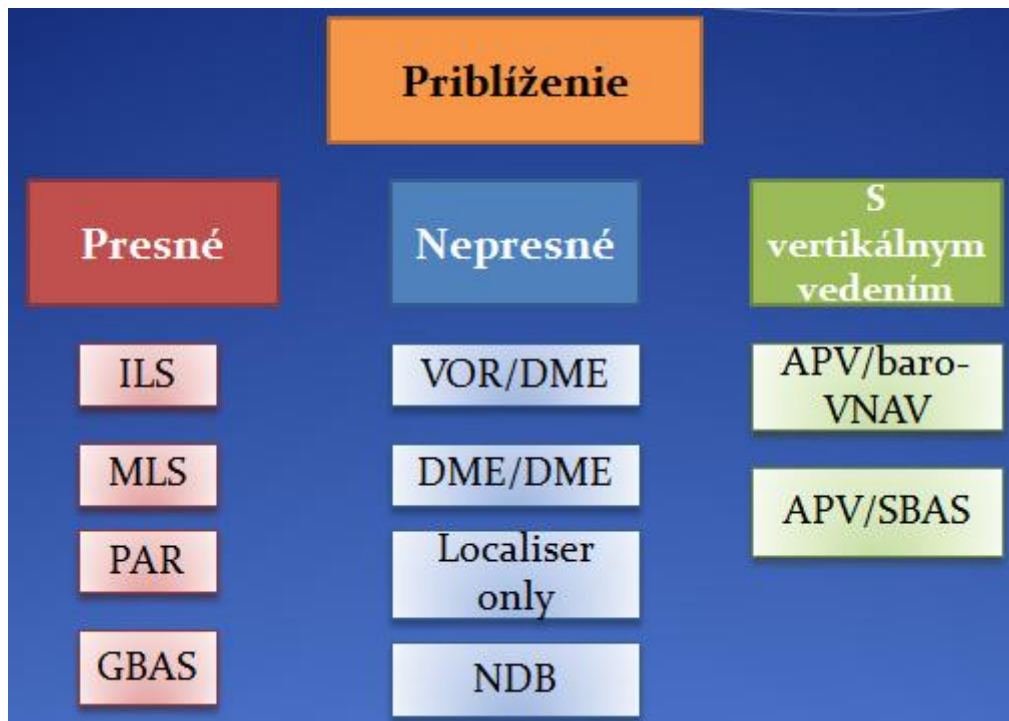


Obr. 8 Rozdelenie podľa LDA

Z grafu vyplýva, že až 10% letísk VFR má spevnenú dráhu dlhšiu ako 1000 metrov. Znamená to, že tieto letiská majú najväčší potenciál stať sa IFR letiskami pri investíciách do osvetlenia, alebo navigačných zariadení. Z grafu tiež vyplýva, že v ČR je takmer polovica letísk trávnatých s dĺžkou dráhy medzi 750 a 1000m a až 20 percent letísk má trávnatú dráhu dlhšiu ako 1000 metrov. Na všetkých takýchto letiskách je potenciál využívať ich aj v podmienkach horších ako VMC.

3 Pristátie za IMC a požiadavky na letisko

Pristávanie podľa prístrojov je v komerčnom letectve úplne bežná prax. Aj pri všeobecnom letectve sa stretávame s letmi podľa prístrojov hlavne pri IR kvalifikácii. Ide o to, že pilot pri pristávaní nevidí dráhu a jeho pozornosť sa venuje prístrojom, ktoré ho na základe rôznych informácií smerujú na prah dráhy v jej ose až do výšky rozhodnutia. V tejto kapitole chcem pomenovať jednotlivé možnosti priblíženia, aké sa v súčasnosti aplikujú a aké požiadavky pri tom by malo spĺňať letisko.



Obr. 9 Rozdelenie priblížení

Na obrázku 9 sú znázornené jednotlivé druhy priblíženia aj s typmi pre dané druhy. Tieto druhy priblíženia sú závislé na zariadeniach, ktorými letisko disponuje, na vybavení lietadla a tiež na výcviku posádok. Na základe všetkých týchto aspektov sa určuje výška rozhodnutia a teda aj prevádzkové postupy pre priblíženie na konkrétnu dráhu.

3.1 Presné priblíženie a požiadavky na letisko

Presné priblíženie sa aplikuje na väčšine významných letísk. Nie je tomu inak ani v ČR, kde sa nachádza 8 IFR letísk. V súčasnosti sa za presné priblíženie považuje priblíženie pomocou zariadenia ILS, MLS, PAR, alebo GBAS, tak ako to je znázornené na obrázku 9. V ČR sa v súčasnosti aplikuje iba prvé menované zariadenie a teda sa zameriam na ILS.

ILS priblíženie sa delí do troch kategórií. Tieto kategórie následne určujú do akej výšky môže maximálne klesať lietadlo pri priblížení a kde začne procedúru nezdareného priblíženia. Čím je kategória vyššia tým väčšie sa kladú nároky na vybavenie letiska, na vybavenie lietadla, ale aj na výcvik posádky.

ILS CAT I je presné priblíženie, kde pilot s lietadlom klesá až do výšky rozhodnutia, maximálne 200ft (v závislosti na kategórii lietadla), pričom musí byť dráhová dohľadnosť aspoň 550 metrov. Záleží však na poskytovanom osvetlení danej dráhy. To, ako rastie výška rozhodnutia s dráhovou dohľadnosťou som spracoval do tabuľky 5. Údaje sú vypočítané pre štandardné klesanie s maximálnym sklonom 4 stupne. Čísla 1-4 (použité v tabuľke) stanovujú kritéria na približovaciu svetelnú sústavu nasledovne:

- 1- Dráhové značenie, približovacia svetelná sústava kategórie I veľkej alebo strednej svietivosti s dĺžkou aspoň 720m, postranné dráhové návestidlá, prahová a koncová svetelná priečka.
- 2- Dráhové značenie, jednoduchá približovacia svetelná sústava veľkej, alebo strednej svietivosti s dĺžkou medzi 420 až 719 m, postranné dráhové svetelné návestidlo, prahová a koncová svetelná priečka.
- 3- Dráhové značenie, akákoľvek iná približovacia sústava veľkej, alebo strednej intenzity kratšia ako 420m, alebo približovacia svetelná sústava malej svietivosti dĺžky 210 až 419m, postranné dráhové návestidlá a prahová a koncová priečka.
- 4- Dráhové značenie, postranné dráhové svetelné návestidlá, prahová a koncová svetelná priečka, alebo nie sú k dispozícii žiadne návestidlá.

Priblíženie sa dá letieť aj v jednopilotnej posádke, ale prevádzkovateľ musí vypočítať RVR pre každé priblíženie. Avšak, nie je povolené priblíženie pod RVR 800 m, pokiaľ nie je použitý vhodný autopilot spojený s ILS, alebo MLS.

Tab. 5 ILS CAT I minimá [10]

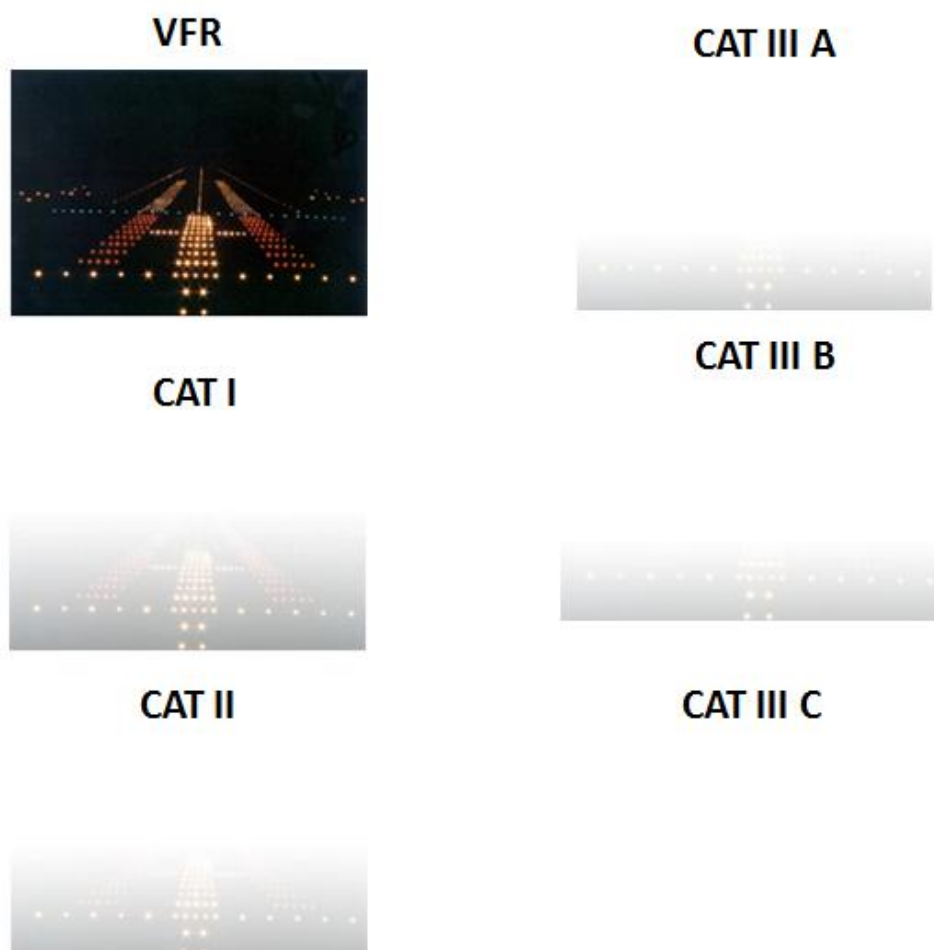
ILS CAT I				
Výška rozhodnutia	Dráhová Dohľadnosť			
	1	2	3	4
200ft	550m	700m	800m	1000m
201-250ft	600m	700m	800m	1000m
251-300ft	650m	800m	900m	1200m
301ft a viac	800m	900m	1000m	1200m

ILS CAT II je takisto presné priblíženie, ale výška rozhodnutia sa znižuje na 100ft a dráhová dohľadnosť sa znižuje na 300m. Prístrojová dráha musí byť vybavená svetelnou približovacou sústavou pre II. a III. kategóriu. Pri tomto priblížení sa vyžaduje automatické riadenie letu do výšky, ktorá nie je väčšia ako 80% použiteľnej výšky rozhodnutia. To znamená, že výška rozhodnutie môže byť ovplyvnená prevádzkovými limitmi autopilota v danom lietadle. V tabuľke 6 sú uvedené minimá pre túto kategóriu.

Tab. 6 ILS CAT II minimá [10]

ILS CAT II	
Výška rozhodnutia	RVR
100-120ft	300m
121-140ft	400m
141ft a viac	450m

Veľmi špecifické je pristátie podľa ILS CAT III, kde nie je určená výška rozhodnutia a teda sa môže stať, že pilot až do momentu dotyku dráhu nevidí. Pri tomto priblížení pilot iba monitoruje prácu autopilota, do riadenia zasahuje iba pri jeho zlyhaní, alebo pri nebezpečenstve. Podľa úrovne riadenia sa potom vypočítava výška rozhodnutia. Autopilot pasívny pri poruche znamená, že pri poruche nedôjde ku významnej odchýlke od smeru, alebo výšky, ale pilot musí prevziať riadenie. Ak je autopilot aktívny pri poruche tak systém pokračuje pri automatickom priblížení, podrovnaní a pristáti a správa sa ako autopilot pasívny pri poruche. Ilustrácia toho čo vidia piloti pri priblížení v podmienkach IMC v daných kategóriách je vyobrazená na obrázku 10.



Obr. 10 Viditeľnosť pri minimách ILS [11]

Jednotlivé výšky rozhodnutia a RVR sú znázornené v tabuľke 7.

Tab. 7 ILS CAT III minimá [10]

Priblíženie ILS CAT III			
Kategória	Výška rozhodnutia	RVR	Systém vedenia dojazdu
ILS CAT III A	Menej ako 100 ft	200m	Nevyžaduje sa
ILS CAT III B	Menej ako 100 ft	150m	Pasívny pri poruche
ILS CAT III B	Menej ako 50ft	125m	Pasívny pri poruche
ILS CAT III B	Menej ako 50ft, alebo bez DH	75m	Aktívny pri poruche
ILS CAT III C	Bez DH	0m	Aktívny pri poruche

3.1.1 Požiadavky na letisko

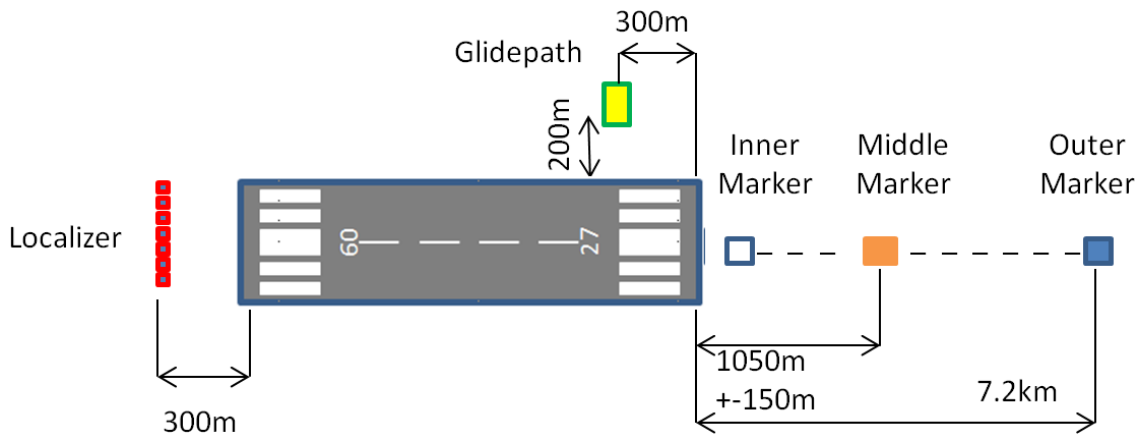
Ako som v predchádzajúcej časti popísal, ILS poskytuje veľmi presné vedenie lietadla v konečnej fáze priblíženie. Táto presnosť je zabezpečená niekoľkými zariadeniami, ktorými musí konkrétna dráha, a teda letisko, disponovať.

Instrument landing system sa v princípe skladá z troch zariadení rozptýlených okolo dráhy. Jedná sa o localizer, ktorý poskytuje pilotom laterálne vedenie a ukazuje im odchýlenie od osy dráhy. Anténa localizera sa inštaluje približne 300 metrov za dráhou, na ktorej má byť zariadené používané.

Druhým vysielačom je glidepath anténa, ktorá vedie lietadlo vo vertikálnej rovine. Zvyčajne je táto zostupová rovina kalibrovaná na zostup pod uhlom 3 stupňov, ale tento údaj sa môže líšiť v závislosti od umiestnenia letiska. Táto anténa je inštalovaná na úrovni dotykovej zóny, približne 300m za prahom dráhy a 200 metrov od okraja.

Posledným základným elementom je DME, čo je zariadenie, ktoré meria vzdialenosť od vysielača ku lietadlu. Určovanie vzdialenosti je dôležité pre rozpočet na pristátie a určovanie jednotlivých výšok v závislosti na vzdialenosti a toto zariadenie poskytuje pilotom kontinuálnu informáciu o vzdialenosti.

Pri presnom priblížení sa môžu používať aj markery, ktoré sú umiestnené na predĺženej ose dráhy v rôznych vzdialenostiach. Tieto vysielače pomáhajú pilotom kontrolovať výšku v závislosti na vzdialenosti od dráhy.



Obr. 11 Rozmiestenie ILS

Na obrázku 11 som vytvoril náčrt rozmiestnenia jednotlivých pozemných vysieláčov v okolí dráhy. Smer priblíženia je sprava doľava na dráhu 27.

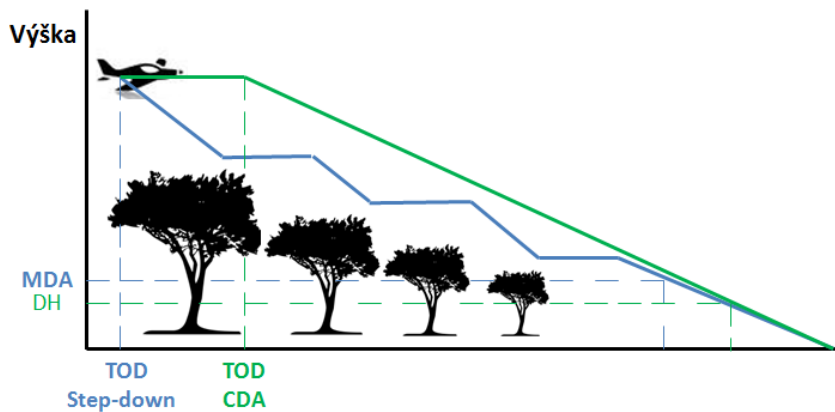
Ako vidieť aj z obrázku tak inštalácia takéhoto zariadenia je veľmi náročná na priestor, ale aj na údržbu keďže ide o niekoľko samostatných zariadení. Celý systém je drahý a preto má zmysel inštalovať ho iba na letiskách, kde sa predpokladá zvýšená fluktuácia lietadiel. Cena zariadenia pre ILS CAT I sa pohybuje okolo 336 000 eur s ročnými prevádzkovými nákladmi okolo 80 000eur. Pre ILS CAT II je cena 384 000eur s nákladmi na jeden rok 95 000eur. Navyše v tejto cene nie je zohľadnená výška nákladov na výstavbu, alebo prevádzkovanie svetelnej sústavy. [12]

3.2 Nepresné priblíženie

Tento druh priblíženia sa nazýva nepresným preto, lebo pri priblížení pilot nedostáva informáciu o vertikálnom vedení. Pre nepresné priblíženie sa využívajú konvenčné zariadenia ako VOR, DME, Localizer, NDB, VDF a SRA čo je prehľadový približovací radar.

Tento typ je vhodný pre letiská kde je nepravidelná prevádzka, alebo kde nie je dopyt pre prevádzku za najhorších meteorologických podmienok dohľadnosti. Ide o to, že pri nepresnom priblížení sa minimálna hladina rozhodnutia MDA posúva vyššie oproti presnému priblíženiu a tiež rastú požiadavky na dráhovú dohľadnosť.

Keďže nie je lietadlo vedené vo vertikálnej rovine, priblíženia sú schodového profilu, takzvané step-down. To znamená, že lietadlo klesá do určitej výšky, kde klesanie zastaví a ďalej postupuje vo vodorovnom lete, až kým znovu nemôže klesať do ďalšej výšky. Porovnanie profilov step-down (modrá farba) a CDA- kontinuálne klesanie (zelená farba) je na obrázku 12. Skratka TOD (top of descend) je bod z ktorého lietadlo začína klesanie.



Obr. 12 Porovnanie profilov priblíženia

Ako je aj na obrázku 12 vidieť výška rozhodnutia sa posúva nahor. V závislosti na zariadení používanom pre danú dráhu sa minimálna výška rozhodnutia stanovuje tak ako je uvedené v tabuľke 8.

Tab. 8 Minimá v závislosti na zariadení [10]

Zariadenie	Najnižšia MDH
Localiser (bez GP)	250 ft
SRA, končiaci v 0.5NM	250 ft
VOR/DME	250ft
RNAV/LNAV	300ft
SRA, končiaci v 1NM	300ft
VOR	300ft
NDB	350ft
VDF	350ft
SRA, končiaci v 2NM	350ft

S týmto samozrejme súvisí aj dráhová dohľadnosť a teda aj osvetlenie príslušnej dráhy. V nasledujúcej tabuľke 9 sú uvedené minimá pre nepresné priblíženie pre kategóriu lietadiel A a B. Kategória C a D nie je uvedená, pretože údaje nie sú dôležité pre túto prácu. Čísla 1-4 reprezentujú osvetlenie na danej dráhe a sú vysvetlené v bode 3.1. tejto práce.

Tab. 9 Minimá pre nepresné priblíženie [10]

Nepresné priblíženie								
Výška rozhodnutia	Dráhová dohľadnosť							
	1		2		3		4	
	A	B	A	B	A	B	A	B
250-299ft	800m	800m	1000m	1100m	1200m	1300m	1500m	1500m
300-449ft	900m	1000m	1200m	1300m	1300m	1400m	1500m	1500m
450-649ft	100m	1200m	1400m	1500m	1500m	1500m	1500m	1500m
650ft a viac	1200m	1400m	1500m	1500m	1500m	1500m	1500m	1500m

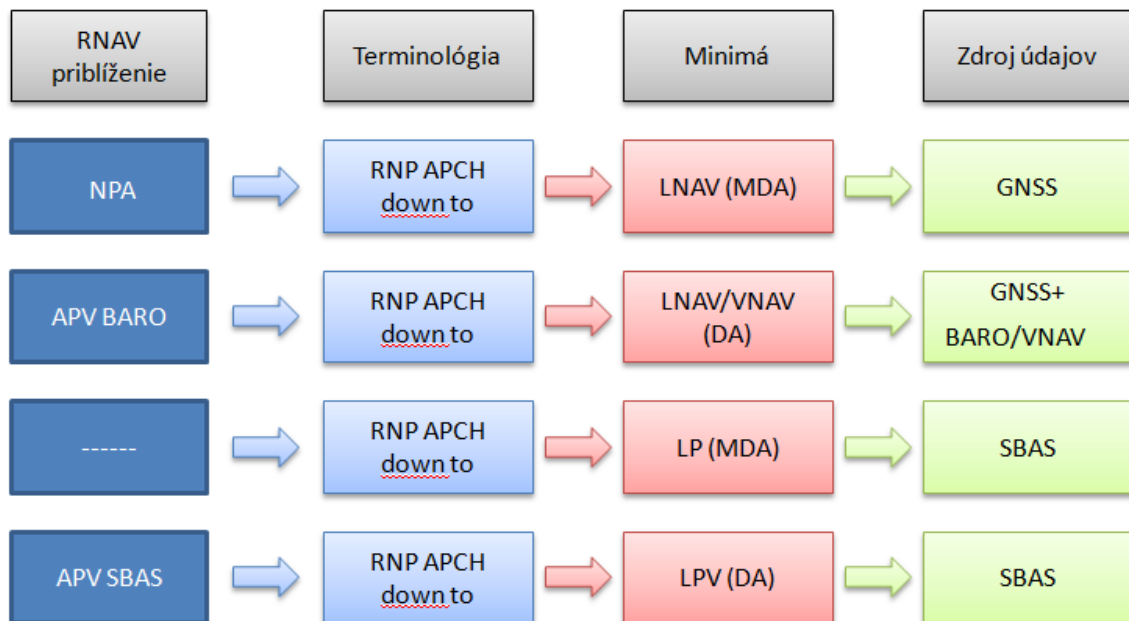
Nepresné priblíženia sa v súčasnosti bežne používajú. Avšak technický vývoj zariadení k tejto procedúre určených je pomaly na konci svojich možností. Je preto nepravdepodobné, že v budúcnosti sa niektoré letisko pri zavádzaní IFR prevádzky bude spoliehať na nepresné priblíženie.

3.3 Priblíženie s vertikálnym vedením

Posledný druh priblíženia je niečo medzi tým, čo som popisoval v predchádzajúcich podkapitolách. Princíp činnosti priblíženia s vertikálnym vedením APV je založený na získavaní informácií z globálnych navigačných systémov a pomocou veľmi sofistikovaných lietadlových systémov sú tieto dáta využívané k veľmi presnému vedeniu lietadla po trati aj bez pozemných navigačných zariadení. Je to v podstate evolúcia v navigačných systémoch, ktorých technológia má desiatky rokov a ich prevádzka a údržba sú veľmi finančne náročné.

Na 36 zhromaždení ICAO v roku 2007 sa uznieslo, že štáty by mali zaviesť priblíženie s vertikálnym vedením na každú prístrojovú dráhu, či už ako zálohu pre už existujúce priblíženie, alebo ako samostatné primárne priblíženie.

Priblíženie s vertikálnym vedením je nepresné priblíženie, ale svojou potenciálnou výkonnosťou a vertikálnym vedením je schopné priniesť lietadlo do minimálnych zrovnateľných s minimami presného priblíženia CAT I. Rozlišujeme medzi niekoľkými typmi priblíženia s vertikálnym vedením. Na obrázku 13 nižšie, je súhrn RNP priblížení, ktorým sa podrobnejšie venujem v štvrtej kapitole.

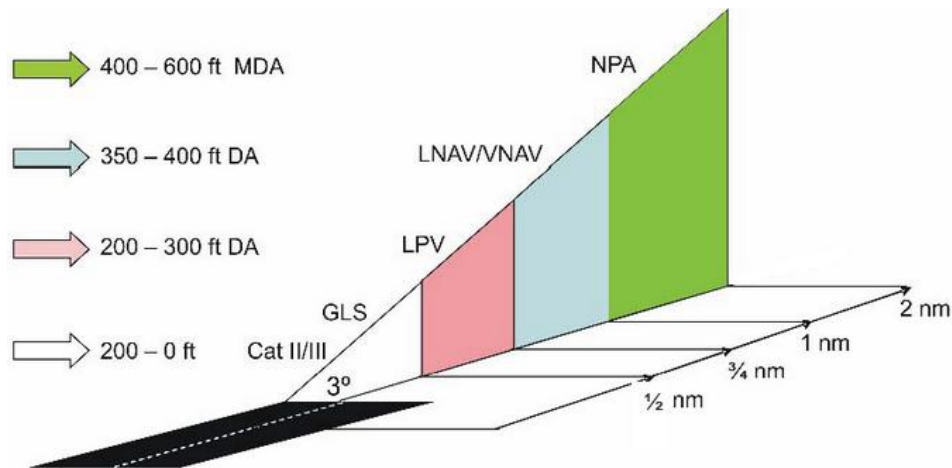


Obr. 13 Rozdelenie RNP priblíženia [28]

Z prevádzkového hľadiska je veľmi výhodné, že toto priblíženie nepotrebuje k dosiahnutiu presnosti žiadne pozemné zariadenia. Celá navigácia sa uskutočňuje pomocou dát zo satelitov. Pri priblížení APV Baro sa údaje o laterálnom vedení berú z GPS vysielača a vertikálne sú vypočítavané pomocou certifikovaných barometrických senzorov výšky.

Pri priblížení LPV (Localizer Performance with Vertical guidance) sa dáta pre horizontálne aj vertikálne vedenie čerpajú zo zariadenia SBAS. To na akom princípe tieto zariadenia pracujú je uvedené v 4.kapitole tejto práce. Na obrázku 14 je znázornená výška rozhodnutí pre jednotlivé druhy priblížení. Ako je možné vidieť

Priblíženie s vertikálnym vedením LPV poskytuje veľmi presné vedenie až do výšky 200 ft. Avšak podľa európskej legislatívy je povolená výška rozhodnutia LPV priblíženia v 250 ft.



Obr. 14 Rozdelenie APV priblíženia [13]

Požiadavky na letisko, ktoré chce prevádzkovať takýto druh priblíženia, sú relatívne finančne nižšie, ako keby chcelo prevádzkovať iný druh priblíženia. A práve toto otvára nové možnosti letiskám, ktoré majú obmedzené finančné zdroje a ich rozvoj je limitovaný nedostatočnou prevádzkou. Doteraz sú takéto letiská v začarovanom kruhu, kde svojimi možnosťami nie sú schopné sa zlepšiť.

Priblíženia za pomoci globálnych navigačných systémov majú potenciál enormnou mierou rozšíriť leteckú infraštruktúru nie len v Českej Republike, ale aj celej strednej Európe. Je však potrebné nájsť taký kompromis v legislatíve, aby aj na VFR letiskách za pomoci APV priblížení mohli lietadla za určitých podmienok pristávať v podmienkach horších ako VFR.

3.4 Možnosti na IMC pristátie v ČR

Súčasná podmienky sú nastavené tak, že pri IMC meteorologických podmienkach sa dá pristávať iba na letiskách umožňujúcich IFR prevádzku. Je to ale škoda, pretože v ČR existuje niekoľko VFR letísk, ktoré majú dostatočnú letiskovú infraštruktúru na to aby boli schopné prevádzky aj v podmienkach horších ako VFR. Chýbajú im však

zariadenia pre presné, alebo nepresné priblíženie. Na úvod tejto časti chcem analyzovať súčasný stav prístrojových priblížení.

Tab. 10 Minimá pre nepresné priblíženie [30]

Letisko	Dráha	Typ priblíženia	DA/DH	RVR
LKTB	28	LPV	250ft	750m
		LNAV/VNAV	296ft	750m
		VOR/NDB	396ft	750m
	10	LPV	300ft	900m
		LNAV/VNAV	300ft	900m
		VOR-NDB	396ft	1400m
LKKV	29	LPV	201ft	750m
		NDB	581ft	2000m
	11	LPV	361ft	1500m
		LNAV/VNAV	463ft	1500m
		NDB	481ft	1500m
LKKU	21	NDB	419ft	1500m
LKMT	22	LPV	262ft	750m
		LNAV/VNAV	292ft	750m
		VOR-NDB	362ft	1000m
	04	LPV	296ft	900m
		LNAV/VNAV	296ft	900m
		VOR-NDB	376ft	1300m
LKPD	27	NDB/DME	438ft	1300m
		NDB	458ft	1300m
LKVO	28	LNAV/VNAV	315ft	1000m
		NDB	365ft	1300m
	10	LNAV/VNAV	340ft	1500m
		NDB	340ft	1500m
LKPR	06	LNAV/VNAV	398ft	1400m
		NDB	398ft	1400m
	12	LNAV/VNAV	330ft	1100m
		VOR	370ft	1300m
	24	LNAV/VNAV	302ft	750m
		NDB	302ft	750m
	30	LNAV/VNAV	298ft	750m
		VOR	398ft	1100m

V tabuľke 10 som spísal všetky prístrojové priblíženia aké sú publikované v databáze Jeppesen pre jednotlivé IFR dráhy v ČR. Červenou farbou sú zvýraznené priblíženia s vertikálnym vedením, zelenou farbou nepresné priblíženia. Ku každému priblíženiu je

uvedená výška rozhodnutia v stopách a tiež minimálna dráhová dohľadnosť v metroch pri fungovaní plnej svetelnej sústavy. Z tabuľky vyplýva, že aj pri absencii pozemného navigačného zariadenia, priblíženia s vertikálnym vedením dosahujú väčších presností, ako staré konvenčné navigačné prostriedky. Taktiež je vidieť, že v súčasnej dobe sa LPV priblíženie aplikuje na troch letiskách a teda na šesť priblížení.

Pri detailnejšom pohľade na porovnanie LPV a nepresné priblíženie sa dá analyzovať, že výška rozhodnutia je v každom s priblížení výrazne nižšie a to v priemere o 33,5%. Najväčší rozdiel je na letisku LKKV, kde LPV priblíženie na dráhu 29 poskytuje vedenie do výšky rozhodnutia o 65% nižšej ako pri nepresnom priblížení.

Pri skúmaní priblížení LNAV/VNAV a nepresného priblíženia som došiel k záveru že LNAV/VNAV procedúra v priemere dosahuje o 13% nižšie výšky rozhodnutia, aj keď na niektoré dráhy je výška rozhodnutia rovnaká, ako pri použití nepresného priblíženia.

Pre úplnosť dopĺňujem údaje o tabuľku 11, kde som vypísal všetky presné priblíženia, ktoré sa v súčasnosti v ČR používajú. Zaujímavosťou je, že LPV priblíženie na dráhu 29 letiska LKKV má výšku rozhodnutia zrovnateľnú ako ILS priblíženie na tú istú dráhu. Treba však dodať, že dráhová dohľadnosť musí byť o 200 metrov väčšia a že táto výška je v rozpore z európskou legislatívou, keďže LPV má končiť v 250 ft.

Tab. 11 Minimá pre presné priblíženie [10]

Letisko	Dráha	Typ priblíženia	DA/DH	RVR
LKTB	28	ILS	200ft	550m
LKKV	29	ILS	205ft	550m
LKMT	22	ILS	200ft	550m
		ILS CAT II	100ft	300m
LKPD	27	ILS	200ft	550m
LKVO	28	ILS	200ft	750m
LKPR	06	ILS	200ft	750m
	12	ILS	200ft	750m
	24	ILS	200ft	550m
		ILS CAT II	100ft	300m
		ILS CAT III	50ft	200m
	30	ILS	200ft	550m

Na základe vyššie uvedených údajov si myslím, že pre možnosť pristávania na VFR letiskách za podmienok IMC je najvhodnejšie priblíženie s vertikálnym vedením. Aj pri porovnaní tabuliek 10 a 11 vychádza, že tento druh priblíženia dosahuje hodnoty zrovnateľné s hodnotami pri presnom priblížení ILS a výrazne lepšie ako pri nepresnom. Navyše toto priblíženie nie je odkázané na žiadne pozemné navigačné zariadenie. Limitácia minim sa teda presúva na osvetlenie, ktoré je však v plnej kompetencii prevádzkovateľov letísk.

4 Využitie RNP priblíženia pre navedenie na VFR letisko

Ako vyplýva z predchádzajúcej časti, najvhodnejšou možnosťou pre pristávanie na VFR letiskách za IMC podmienok je využitie priblíženia s vertikálnym vedením. V tejto kapitole chcem bližšie popísať na akom princípe funguje tento druh priblíženia, keďže zdroj informácií je z družicových navigačných zariadení. Taktiež chcem uviesť akými spôsobmi by sa dalo toto priblíženie využiť v prospech rozvoja VFR letísk.

4.1 Základné informácie o GNSS

Skratka GNSS, ktorú som viac krát vo svojej práci použil, znamená globálny navigačný satelitný systém. Ide vlastne o systém všetkých satelitov, ktorých úlohou je poskytovať informácie o polohe a čase a poskytovať pokrytie celej planéty. Najznámejšie GNSS systémy sú americký NAVSTAR GPS a ruský GLONASS. Ku nim ale rýchlo vzniká čínsky navigačný systém COMPASS a hlavne európsky nezávislý navigačný systém Galileo.

Globálne navigačné systémy sa skladajú z troch segmentov:

- Kozmický segment je v podstate sústava satelitov vo vesmíre krúžiaca po obežných dráhach Zeme, ktorá vysiela práve navigačné dáta
- Pozemný segment je sieť staníc umiestnený na povrchu, ktoré komunikujú so satelitmi. Jedná sa o hlavnú stanicu, ktorej úloha je nastavovať parametre obežných dráh satelitov a udržiavať presnosť veľmi presných hodín, ktoré sa v satelitoch nachádzajú. Monitorovacie stanice, ktoré sú zvyčajne rozmiestené na ploche záujmu daného GNSS, monitorujú satelitné systémy a tieto informácie posúvajú hlavnej stanici. Tá tieto dáta spracúva a vysiela korekcie času a dráhy pomocou vysielačích staníc späť satelitom
- Užívateľský segment tvoria v podstate všetky zariadenia, ktoré sú schopné prijímať informácie z kozmického segmentu, či sa už jedná o najjednoduchšie športové zariadenia, navigácie do aut, smartfónov, alebo pre sofistikované zariadenia používané v letectve, alebo v armáde.[17]

Problémom vysiellaných informácii zo satelitov je, že majú chyby. Tieto odchýlky vznikajú na rôznych miestach a teda sa delia na chyby vznikajúce v kozmickom, riadiacom a užívateľskom segmente. K týmto chybám sa počíta aj chyba vznikajúca pri prenose signálu. Jedná sa pri tom o veľké množstvo jednotlivých chýb, ako napríklad:

- poloha satelitov vzhľadom ku prijímaču
- vplyv ionosféry a troposféry, slnečná aktivita
- viac cestné šírenie signálu, typ a kvalita antény prijímača
- chyba merania

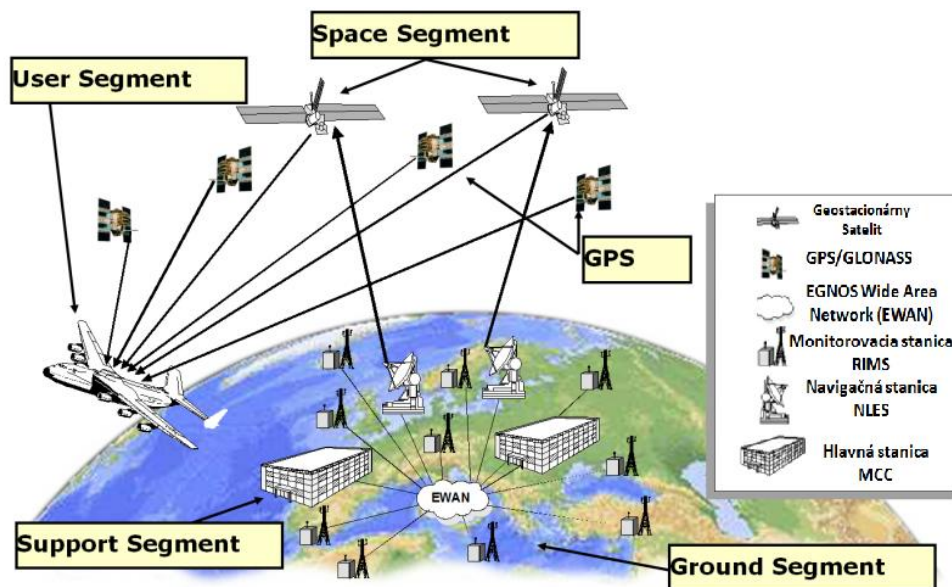
Keďže chyby spôsobujú nepresnosť pri určovaní polohy prijímača vznikli systémy, ktoré tieto chyby opravujú. Jedná sa o systémy:

- ABAS- augmentačný systém, ktorý opravuje informáciu z GNSS vysielača z dátami na palube lietadla.
- SBAS- augmentačný systém, ktorý pomocou satelitov opravujem informácie z GNSS a ďalej ich vysiela, vesmírny systém monitorovania integrity.
- GBAS- pozemný augmentačný systém, ktorý opravuje polohu vysielanú z GNSS zariadenia, pozemný systém monitorovania integrity[18]

Keďže z mojej analýzy vyplynulo, že priblíženie APV je najvhodnejšie pre priblíženie na VFR letisko, budem sa v nasledujúcej časti venovať zariadeniu SBAS, pod ktoré APV spadá.

4.1.1 Princíp fungovania SBAS

SBAS je veľkoplošný diferenčný systém, ktorého koncept je založený na meraní údajov z GNSS pomocou presne určených referenčných staníc rozmiestnených na veľkom území. GNSS chyby sú poslané do hlavnej stanice, ktorá tieto údaje opraví o polohu efemeridov družíc, o chybu hodín a ionosferickú chybu. Navyše SBAS s opravenými dátami posiela užívateľovi aj správu o integrite systému, čo je kľúčové práve pre využitie počas priblíženia, aby pilot vedel či systém je funkčný, alebo nie. Tieto opravené informácie sú distribuované pomocou geostacionárnych satelitov do rozsiahlych oblastí sveta. Na obrázku 15 je znázornená architektúra SBAS systému a na obrázku 16 je zobrazené súčasné aj plánované pokrytie jednotlivých SBASov .[19]



Obr. 15 Architektúra SBAS [21]

Možno jedinou nevýhodou môže byť prevádzka vo vyšších zemepisných šírkach, kde môže dôjsť ku strate signálu z dôvodu reliéfu okolitej krajiny. SBAS však zvyšuje úroveň bezpečnosti vďaka zvyšovaniu integrity, presnosti, continuity a dostupnosti. V súčasnej dobe sú v prevádzke tri SBAS systémy:

- WAAS -Wide Area Augmentation System, ktorý pokrýva územie Severnej Ameriky a Mexika
- EGNOS- European Geostacionary Navigation Overlay System, ktorý je koncentrovaný nad územím Európy
- MSAS- MSTAT Satellite-based Augmentation system, pokrývajúci oblasť Japonska

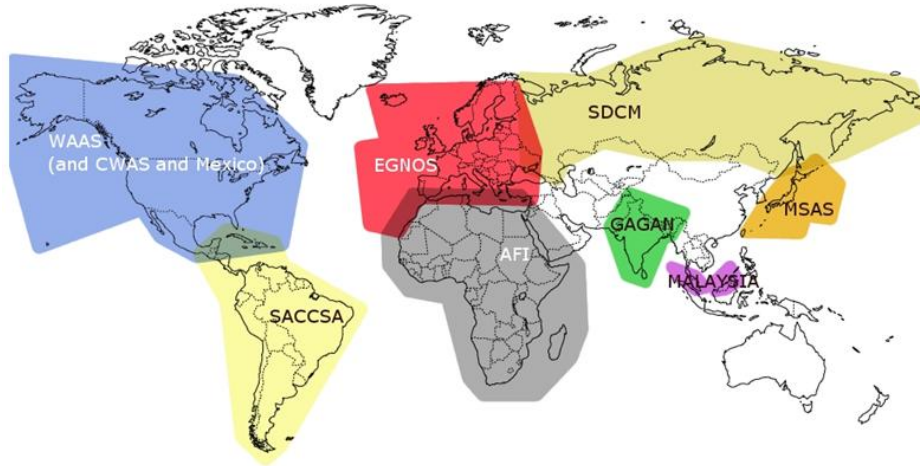
Ďalšie tri systémy sú v procese implementácie:

- GAGAN (India)
- SDCM (Ruská Federácia)
- SNAS (Čína)

Nasledujúce SBAS systémy sú zatiaľ navrhované iba v teoretickej rovine:

- SACCSA (Južná Amerika)

- MALAY SBAS (Malajzia)
- AFI (Africký kontinent)



Obr. 16 SBAS vo svete [27]

4.1.2 EGNOS

Z vyššie uvedených SBAS systémov sa budem venovať práve systému EGNOS, ktorý je pre našu zemepisnú polohu kľúčovým. Tento európsky veľkoplošný navigačný systém poskytuje informáciu o korekcii dát a správu o integrite systému. To umožňuje ľuďom žijúcim v Európe využívať signály z GPS s oveľa väčšou presnosťou. EGNOS totiž spresňuje dáta z GPS na presnosť do troch metrov, kým niektoré prijímače bez podpory EGNOSu vykazovali polohu s presnosťou 17 metrov. [20]

Správa o integrite systému je veľmi dôležitá pre kritické aplikácie najmä v letectve a námorníctve. EGNOS poskytuje varovanie o strate integrity v reálnom čase, čo má za dôsledok využívanie tohto systému v situáciách ako je priblíženie v letectve.

EGNOS sa skladá z 39 pozemných staníc RIMS, 4 hlavných staníc a 6 navigačných pozemných staníc čo dokopy tvorí kompletnú sieť pozemného segmentu. Tieto stanice sa starajú o všetky korekcie chýb a ďalej poskytujú opravené dáta. Kozmický segment je operovaný pomocou troch geostacionárnych satelitov, ktoré poskytujú pokrytie nad rozsiahlou oblasťou Európy. [18]

EGNOS poskytuje tri služby, ktoré môžu byť rôzne využité:

- Open Service je služba, ktorá bola spustená 1. októbra 2009 a je poskytovaná bez poplatku, každému kto má prijímač s podporou SBAS.

- Commercial Service je platená služba, ktorá poskytuje prístup ku vysokej presnosti dát. EGNOS Data Access Service (EDAS) šíri dáta EGNOSu v reálnom čase a je to jediný prístup ku dátam generovaným EGNOS infraštruktúrou. Táto služba je výhodná pre použitie vo vyšších zemepisných šírkach Európy.
- Safety of Life je služba, ktorá poskytuje informáciu o integrite, nedostatočnom príjme signálov z GPS a informuje o tomto stave do 6 sekúnd. Práve táto služba je certifikovaná pre civilné letectvo od roku 2011. [20]

4.2 Konceptia RNP

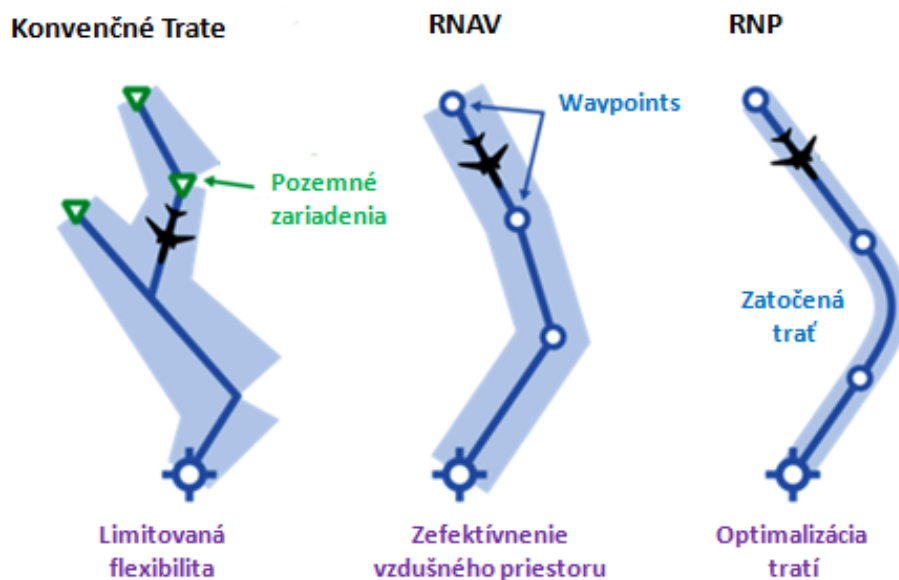
Ku pochopeniu RNP je potrebné si definovať pojem RNAV (Area Navigation). Jedná sa o navigačnú metódu, ktorá umožňuje letieť lietadlám stanovenú trať v rozmedzí pokrytia pozemných, družicových, alebo autonómnych navigačných systémov.

RNP (Required Navigation Performance) v preklade znamená požadovaná navigačná výkonnosť a predstavuje najnovšiu navigačnú techniku umožňujúcu lietadlám letieť presne preddefinovanú trať, za pomoci zariadení na palube a GNSS. Je to RNAV aplikácia rozšírená o monitorovanie a varovanie. RNP takisto vyjadruje schopnosť lietadlového navigačného systému monitorovať obdržanú navigačnú výkonnosť a identifikovať pilotovi, či je, alebo nie je táto výkonnosť v súlade s prevádzkovými požiadavkami. Táto technika zlepšuje efektivitu, kapacitu a dopad na životné prostredie v celej leteckej doprave. [23]

Požadovaná navigačná výkonnosť sa líši v závislosti od jednotlivých segmentov letenej trate. Napríklad, na priblížení je navigačná výkonnosť vyššia ako pri traťovom lete. Tieto špecifikácie a všetky požiadavky na požadovanú presnosť, dostupnosť, kontinuitu a integritu navigačných zariadení sú zosumarizované v ICAO Doc 9613 Performance -based Navigation Manual.

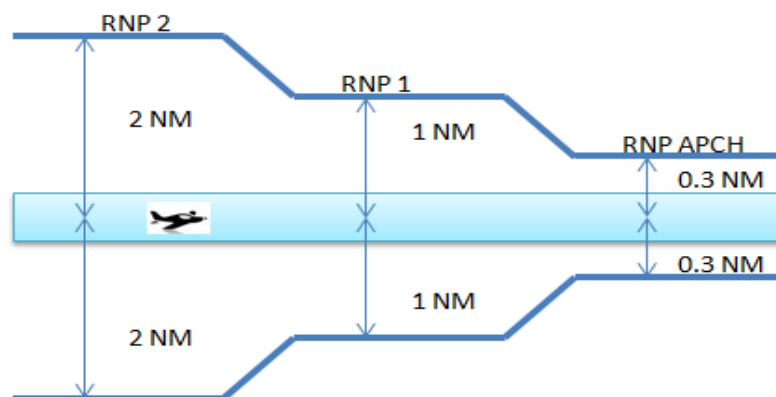
Z praktického hľadiska RNP vytvára pre lietadlá možnosť letieť zvolenú trať v relatívne úzkom koridore, čo zväčšuje možnosti tvorenia letových tratí a tiež zvyšuje možnosti pre navedenie na pristátie aj v oblastiach, kde to pred tým nebolo možné.

Obrázok 17 ukazuje rozdiel medzi potrebnou šírkou trate pri využívaní konvenčných zariadení, RNAV a RNP navigácie.



Obr. 17 RNAV a RNP trať [23]

V PBN manuáli je definovaných 11 navigačných špecifikácií z čoho sú 4 založené na RNAV a 7 na RNP filozofii. Jednotlivé špecifikácie potom určujú požadovanú navigačnú výkonnosť pre jednotlivé fáze letu. Na obrázku 18 je náčrt vybraných RNP segmentov vychádzajúci z tabuľky 12 uvedenej na nasledujúcej strane.



Obr. 18 Náčrt RNP segmentov

V tabuľke 12 sú uvedené požadované navigačné výkonnosti pre jednotlivé segmenty letu. Číslo uvedené pri navigačnej špecifikácii predstavuje požadovanú presnosť počas 95% letenej trate. Znamená to, že pri RNP 1 je požadované aby celková systémová laterálna chyba bola v rozmedzí ± 1 námornej míle od stanovenej trate letu počas 95% celkovej doby letu.

Tab. 12 Navigačné špecifikácie PBN [24]

Navigačná špecifikácia	Fáza Letu							Odlet
	Ocenánske trate	Pevninské trate	Príletová trať	Segment Priblíženia				
				Počiatočný	Stredný	Konečný	Nezdrený	
RNAV 10	10							
RNAV 5		5	5					
RNAV 2		2	2					2
RNAV 1		1	1	1	1			1
RNP 4	4							
RNP 2	2	2						
RNP 1			1	1	1		1	1
Advanced RNP		2 alebo 1	1	1	1	0.3	1	1
RNP APCH				1	1	0.3	1	
RNP AR APCH				1-0.1	1-0.1	0.3-0.1	1-0.1	
RNP 0.3		0.3	0.3	0.3	0.3	-	0.3	0.3

4.3 RNP APCH a jeho benefity pre všeobecné letectvo

Veľké rozšírenie dostupnosti vysoko výkonných RNAV systémov na v podstate všetkých druhoch lietadiel a hlavne dostupnosť GNSS má za dôsledok možnosť zaviesť navigáciu za pomoci družíc aj vo fázach priblíženia na letisko. S tým je spojené aj zvýšenie bezpečnosti. Vďaka tomu, že sa pilotom zlepšil celkový prehľad o aktuálnej situácii vo vzduchu v porovnaní s prehľadom pri nepresnom prístrojovom priblížení, znižuje sa nebezpečenstvo kontrolovaného letu do terénu CFIT.

RNP priblíženie sa delí na priblíženie s vertikálnym vedením- LNAV/VNAV, alebo LPV a bez vertikálneho vedenia- LNAV a LP. Keďže z analýzy vyplynulo ako najvhodnejšie práve priblíženie s vertikálnym vedením, v ďalšej časti tejto práce chcem identifikovať aké výhody môžu plynúť z toho priblíženia a aké požiadavky je potrebné zapracovať na úspešnú implementáciu.

4.3.1 Využitie RNP APCH pre VFR letiská

V súčasnosti sú VFR letiská limitované počasím. Ak je pekné počasie s vysokou výškou spodnej oblačnosti nie je problém lietať. Problém nastáva ak sa zhorší počasie a to z niekoľkých možných príčin:

- Búrka, alebo zrážková činnosť
- Frontálna oblačnosť
- Inverzia a hmly

Prvý meteorologický jav, je pomerne ľahko predpovedateľný a búrka zvyčajne má krátke trvanie a teda prevádzku VFR letiska obmedzuje zvyčajne krátkodobo. Frontálna oblačnosť, už je z časového hľadiska väčší problém. Obloha zvykne byť zakrytá celkom a záleží na sprievodných javoch, či sa dá lietať alebo nie. Inverzia a hmly sú charakteristické pre jesennú a jarnú časť roka. V tomto období sú zrána hmly a všetci čakajú na ich predobedné rozptýlenie. Inverzia prináša nádherné počasie na horách, ale zamračené v nížinách a to je samozrejme pre letisko problém.

Myslím si, že práve tu je priestor pre zavedenie priblížení s vertikálnym vedením na VFR letiská s prevádzkového pohľadu. Predstavme si, že letíte s lietadlom za slnečného jesenného dňa, pod vami je síce súvislá oblačnosť a nevidíte zem, ale keďže je oblačnosť tenká, vidíte okolité vrcholy kopcov a v podstate letíte let podľa VFR. Problém však nastane ako z klesať cez oblačnosť tak aby ste ju pre klesali bezpečne. Pritom sa môže jednať naozaj iba o tenkú vrstvu, ktorá končí v rozmedzí 500-1000 ft nad terénom. Ako ilustráciu pre takúto situáciu som použil obrázok 19.



Obr. 19 Inverzia [14]

S týmto súvisí aj ďalšie využitie a to je zvyšovanie bezpečnosti v letectve. Aj napriek dobrému výcviku a dobrej predletovej príprave sa môže stať, že pilota ľudovo povedané zavrie počasie. Samozrejme, stať by sa to nemalo, ale príroda je nevypočítateľná. Pilot v takom čase nemá veľa možností a hlavne pri VFR lietadlách je to veľmi kritické. Hlavnou podstatou je držať sa od oblačnosti čo najďalej, ale treba aj vedieť na nepriaznivú situáciu reagovať. Samozrejme v takýto čas je namieste divertovať na záložné letisko, ak sa to dá. Bolo by však pohodlnejšie a aj bezpečnejšie, ak by pilot pomocou GNSS zariadenia sa navigoval ku letisku, ktoré je jeho cieľové, tam zahájil priblíženie s vertikálnym vedením a bezpečne preklesal oblačnosť a ďalej by mohol pokračovať za VFR pod súvislou oblačnosťou.

Druhou alternatívou by mohlo byť využiť akékoľvek iné letisko, ktoré je v blízkosti takéhoto lietadla na bezpečnostné pristátie. Pilot by si v GNSS zariadení na palube navolil priblíženie na takéto letisko a to by ho bezpečne viedlo cez oblačnosť v bezpečnej zóne až ku prahu dráhy.

Lietadlá, ktoré letia pomocou prístrojov majú oproti VFR lietadlám možnosť využiť IFR letiská. Lenže tých je v ČR len 8, z toho je jedno vojenské a využiť letisko Václava Havla ako záložné je z viacerých ohľadov nešťastné riešenie. Aj keď samozrejme v krízovej situácii to najlepšie. Chcem tým povedať, že aj IFR letom by vzrástla možnosť záložných letísk a to len vďaka zavedeniu APV priblíženiu aj na VFR letiská.

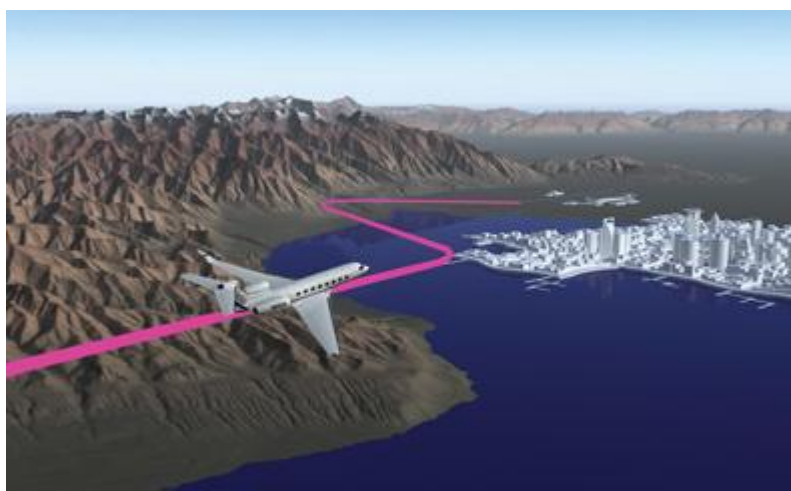
Ďalšou výhodou zavedenia tohto priblíženia je skvalitnenie služieb zákazníkov leteckých škôl. Veľa letísk vykonáva pomocou aeroklubov, alebo leteckých škôl výcvik pilotov na rôznych úrovniach. Počas PPL výcviku je v podstate jedno z akého VFR letiska lietate. Ale ak si chcete robiť IR doložku a musíte trénovať priblíženia, tak je potrebné letieť na niektoré z IFR letísk. Z finančného hľadiska je to nevýhodne, pretože potrebujete k tomu letisku doletieť, čo niečo stojí a po skončení úlohy musíte letieť naspäť, alebo tam pristáť a počkať do ďalšieho dňa. Sú to nepriame náklady spojené s výcvikom, ktoré nikoho netešia. Avšak, ak by VFR letisko malo vytvorené APV priblíženie, výcvik by sa mohol uskutočniť priamo na ňom, čo šetrí práve nepriame náklady. Z tohto pohľadu sa dá hovoriť aj o úspore paliva, z dôvodu neuskutočnenia preletov, čo má kladný dopad na životné prostredie. Navyše poplatky za pristávanie

a navigačné poplatky by ostávali na danom letisku, čo pre prevádzkovateľa znamená rast príjmov. To sa môže odzrkadliť na nižšej cene výcviku, alebo jeho skvalitnení.

Vďaka svojej flexibilitě pri konštrukcii približovacej trate môže RNP priblíženie prispieť aj k lepšej interakcii medzi letiskom a okolitým prostredím. Veľa prevádzkovateľov letísk má problém, že letiská sa nachádzajú v blízkosti obcí. Často nastáva konflikt, medzi obyvateľmi obcí a ľuďmi zastupujúcich letisko pre vysoký hluk, ktoré lietadlá vydávajú. V AIPe síce väčšina letísk má dobre popísané, ako sa vyhýbať jednotlivým obciam, avšak nie vždy je to možné a nie každý pilot na to dbá. Riešením by bolo zavedenie RNP priblíženia, ktorého možnosť flexibilnej trate takýto problém odstráni. Optimálna trať by bola uložená v databáze GNSS zariadenia a pilot by si nastavil presnú trať, ktorou má letieť ešte skôr ako sa dostane ku konečnému priblíženiu. Navyše, pri APV priblížení musí byť definovaná aj trať pre nezdarené priblíženie a tá by mala viesť tak, aby sa lietadlá vyhýbali okolitým obciam čo najviac.

Takáto procedúra však nemusí striktne platiť len pre IFR lietadlá, ale dá sa využiť aj pri VFR výcviku na presné vedenie lietadla po preddefinovanej trati. Pri prilete na cudzie letisko si môže VFR pilot nastaviť takúto trať a využívať ju ako doplnkovú, ale veľmi presnú informáciu. Ilustrácia takejto trate je na obrázku 20.

Celé takéto vedenie má za dôsledok znižovanie hlukových emisií na okolité obyvateľstvo, čo sa prejaví najmä v exponovaných obdobiach, ako sú víkendy, sviatky a snečné letné dni, kedy sú VFR letiská využívané najviac.



Obr. 20 Flexibilita RNP APCH [25]

4.4 Zavedenie APV priblíženia na VFR letiská

Zavedenie takéhoto priblíženia na VFR letisko vyžaduje vymedziť si isté kritéria, tak aby tieto podmienky neboli v rozpore s leteckými predpismi, alebo dávali priestor pre diskusiu do budúcnosti pri úpravách hlavne národných predpisov. Tieto kritéria by sa mali týkať hlavne vybavenia letísk, vybavenia lietadiel a schopnosti pilotov zaletieť takúto procedúru bezpečne.

4.4.1 Kritéria pre VFR letisko

V predchádzajúcich kapitolách som načrtol základné delenie a infraštruktúru letísk. Tá sa samozrejme môže líšiť v závislosti jednak od hustoty prevádzky, činnosti vykonávaných na letisku, ale aj v neposlednom rade výškou peňazí do letiska investovaných. Keďže táto práca má analyzovať možnosti pristátia za IMC na VFR letisko, je dobré stanoviť si požiadavky na takéto letisko.

Nezáleží na tom či vzletová a pristávacia dráha bude spevnená, alebo nespevnená. Myslím si, že je dôležité, aby mala riadne značenie. To je, výrazné postranné a prahové značenie a tiež poznávacie značenie dráhy. Hlavne pri trávnatých letiskách, kde je kontrast s okolitým terénom slabý môže kvalitné značenie zohrať význačnú úlohu.

Keďže v tejto práci predpokladám s pristátím horším ako za VMC, je potrebné aby letisko bolo vybavené aspoň postrannými dráhovými návěstidlami, prahovými návěstidlami a svetlami PAPI, alebo jednoduchou približovacou sústavou.

Z prevádzkového hľadiska je jedno či bude toto letisko verejné, neverejné vnútroštátne, alebo medzinárodné. Avšak na neverejnom vnútroštátnom letisku absentuje povinnosť niektorých prevádzkových služieb, ako napríklad plnenie lietadiel pohonnými hmotami a olejmi.

Navyše by toto letisko malo byť schopné zabezpečiť kontinuálne vysielanie aktuálnych meteorologických údajov, pre pilotov, o výške spodnej oblačnosti, dohľadnosti, smere a rýchlosti vetra. To je pre určovanie aktuálnej oblačnosti kľúčová vec, aby pilot ak zahájil klesanie cez oblaky vedel, že oblačnosť končí v bezpečnej výške nad prekážkami.

Je nutné aby na letisku bola aspoň letisková informačná služba a aby počas celej doby priblíženia bolo zabezpečené obojstranné spojenie medzi letiskom a pilotom v lietadle.

Ako som v minulej kapitole skonštatoval, najlepším riešením z môjho pohľadu je zavedenie priblíženia s vertikálnym vedením. K implementácii takéhoto priblíženia je potrebné urobiť množstvo krokov. Je potrebné nechať si vypracovať postupy priblíženia pre jednotlivé dráhy. Takéto postupy zahrňujú napríklad segmenty počiatočného, stredného a konečného priblíženia. Ďalej zostupovú rovinu, výšku rozhodnutia, vypracovaný postup pre nezdarené priblíženie a podobne. Je potrebné tiež definovať primárny a sekundárny priestor pre stanovenie minimálnej výšky nad prekážkami. Všetky postupy musia byť publikované v letovej informačnej príručke. K týmto postupom je potrebné zhotoviť aj odpovedajúce mapy. Pre LPV priblíženie platí, že k nemu by mal byť v AIPe spolu s približovacou mapou publikovaný aj LPV FAS Data Block. Jedná sa o dokument, ktorý obsahuje horizontálne a vertikálne parametre, z ktorých sa určuje príletová trať.

Z pohľadu prevádzkovateľa letiska je dôležité vedieť, aké náklady musia byť vynaložené na splnenie všetkých podmienok. V tejto práci sa nevenujem finančnej analýze, ale náklady môžu byť spojené práve s návrhom a implementáciou jednotlivých postupov, čo môže zahrňovať aj testovacie lety. Z môjho pohľadu najväčšie investície môžu nastať pri zlepšovaní osvetlenia dráhy, ktoré na VFR letiskách z významnej časti absentuje. V súvislosti s VFR letiskami môžu vzniknúť náklady aj pri implementácii zmien vo vzdušnom priestore

4.4.2 Kritériá na vybavenie lietadla

Lietadiel oprávnených lietať podľa VFR je na českom nebi veľa. Každé z nich má rôzne vybavenie od najjednoduchších prístrojov až po najsofistikovanejšie „glass cockpit“. Zaujímavé je, že aj lietadlá ktoré majú certifikáciu na IFR lety nemusia byť schopné zaletieť APV priblíženia a naopak lietadlá, ktoré sú určené iba pre VFR lietanie môžu mať zariadenie, ktoré ich dokáže bezpečne previesť cez oblaky.

Základným stavebným prvkom vybavenia lietadiel, ktoré chcú lietať APV priblíženie je GNSS prijímač, ktorý podporuje SBAS. Tak ako všade aj letecká technika sa vyvíja a pribúda lietadiel všeobecného letectva s kvalitným GPS prijímačom. Lietanie na GPS je pohodlnejšie, presnejšie a poskytuje oveľa viac koncentrovaných informácií a tým dáva pilotovi kvalitnejší celkový obraz o situácii.

V tabuľke 13 som vypísal vybrané zariadenia GNSS, ktoré podporujú SBAS. S pomocou týchto zariadení by malo byť možné uskutočniť APV priblíženie.

Tab. 13 GNSS s podporou SBAS [16]

Výrobca	Typ
Garmin	G 1000
	G 600
	G 900 X
	GNS 530 W
	GNS 430 W
Honeywell Bendix King	AV80R range
	KSN 770
	EASy II
	Pirmus Apex
	KI 825
Rokwell Collins	GPS 4000 S

Presnosť pri priblížení je kľúčová vec. Počas RNP priblíženia lietadlo prelietava počiatočným stredným a konečným priblížením. V prvých dvoch segmentoch musí byť celková laterálna chyba pri priblížení v rozmedzí 1 NM v aspoň 95% celkovej doby letu. Jedná sa teda o požadovanú navigačnú výkonnosť na úrovni RNP 1. V segmente konečného priblíženia musí byť celková laterálna chyba ± 0.3 NM. Pre časť nezdareného priblíženia platí to, čo pre úsek počiatočného a stredného priblíženia.[26]

Pre priblíženie s vertikálnym vedením s LPV minimami je potrebné aby zariadenie kontinuálne zobrazovalo pilotovi ako laterálnu tak aj vertikálnu informáciu a tiež aby indikovalo poruchu tohto zariadenia. Takéto zobrazenie poskytuje napríklad HSI, EHSI, CDI/VDI. Displej musí byť používaný ako primárne prehľadové zariadenie počas priblíženia. Takisto musí byť umiestnený tak aby pilot naň bez problémov videl. Displej, ktorý meria odchýlku musí byť koncipovaný tak aby ukazoval odchýlky v stupňoch laterálneho a vertikálneho vedenia. To znamená, že plná výchylka na stupnici znázorňujúcej laterálne vedenie sa rovná ± 1 NM v úseku počiatočného a stredného priblíženia a ± 0.3 NM v úseku konečného priblíženia. Zariadenie musí mať tiež miesto na zobrazenie GNSS približovacieho módu (LPV,LNAV/VNAV,LNAV...). To slúži

pilotovi, ako indikácia priblíženia, ktorú má nastavenú a s akými minimami na približovacej mape má pracovať.

Ďalšou podmienkou takéhoto zariadenia je schopnosť ukazovať vzdialenosť od bodu prahu dráhy LTP, alebo bodu nezdareného priblíženia MAPT. Taktiež je nutné mať navigačnú databázu, ktorá obsahuje všetky dôležité informácie o publikovanom LPV priblížení, FAS (Final Approach Segment). Dáta musia byť organizované v takzvaných FAS dátových blokoch, pre prípad kontroly cyklickým kódom CRC. To zabezpečuje integritu obsiahnutých dát. Každý segment konečného priblíženia je definovaný špecifickým dátovým blokom obsahujúcim dôležité laterálne a vertikálne parametre, ktoré vytvárajú letené priblíženie.

Samozrejme je potrebné aby toto zariadenie bolo schopné upozorniť pilota o strate integrity LPV palubného zariadenie. Pod týmto si treba predstaviť, že FAS dátový blok neprešiel CRC testom a teda zariadenie nemôže byť využité pre LPV priblíženie.[15]

Ako ilustráciu veľmi sofistikovaného zariadenia, ktoré splňuje vyššie uvedené požiadavky ponúkam obrázok 21, kde je vyobrazený výstup zo zariadenia Garmin G1000 v móde syntetického videnia.



Obr. 21 Garmin 1000 [29]

4.4.3 Požiadavky na pilotov

Využitie APV priblíženia na VFR letiská prináša novú oblasť pre prístrojové lietanie. Tak ako toto priblíženie kladie určité podmienky na letisko a vybavenie lietadla, tak kladie aj špecifické požiadavky na schopnosti pilotov.

Česká legislatíva umožňuje pilotom vykonávať priblíženie v jednočlennej posádke do výšky rozhodnutia 60 metrov. To je veľmi výhodne, pretože priblíženie s LPV minimami dosahuje výšku rozhodnutia v 250 ft, čo je približne 76 m. Keďže sa jedná o prístrojové priblíženie, tak by túto procedúru mali uskutočňovať iba piloti s prístrojovou doložkou, tak ako to je popísané v kapitole 1. Tu je však potrebné zamyslieť sa nad osnovou výcviku. Myslím si, že by bolo správne počas výcviku zameriavať sa viac na prácu z GNSS zariadením. To by sa malo týkať ako štandardných procedúr tak aj nezvyklých situácií a postupov pri nich.

Pre pilotov VFR lietania by bolo vhodné počas osnovy PPL viac dbať na prácu s GNSS zariadením. Už dnes sa v PPL osnove stretávame so základmi letu podľa prístrojov tak si myslím, že by bolo prínosom keby sa zoznámili aj s možnosťami využitia svojej GPS ako pomocníka pre priblíženie s vertikálnym vedením. Tak ako som písal v kapitole 4.3.1, takýto výcvik by mohol predísť nepríjemnostiam v podobe zavretia počasia. Aj kvalitne vycvičený PPL pilot s dobrým GNSS zariadením by bol schopný preklesat' oblačnosť a pokračovať pod jej vrstvou podľa VFR na svoje cieľové letisko.

5 Nutné zmeny pre umožnenie pristátia za IMC na VFR letisku

Problematika zavedenia letov podľa prístrojov na VFR letiská ovplyvňuje celé spektrum leteckých predpisov od oblasti zaoberajúcimi sa posádkou, cez infraštruktúru a schopnosť letísk, až po prevádzkové postupy.

V prvom rade je dôležité definovať, na ktoré VFR letiská je možné zaviesť IMC priblíženie. S týmto sa teda spája úprava najmä predpisu L 14 letiská. Je dôležité definovať hlavne využiteľnú dĺžku pristátia. Tá by sa mala stanoviť ako priemerná hodnota využiteľnej dĺžky pristátia väčšiny lietadiel všeobecného letectva pridaná o dĺžku dotykovej zóny a bezpečnostnej rezervy. Ako vyplynulo z analýzy v kapitole 2, 10% VFR letísk disponuje spevnenou dráhou dlhšou ako 1000 m, pri nespevnej dráhe sa jedná o 20% všetkých VFR letísk. Ak by zavedenie malo byť postupné a východiskovým faktorom by bola práve LDA zrástol by počet letísk umožňujúcich IMC pristátie pre všeobecné letectvo o 25. Z pôvodných 8 letísk by to bol nárast o 300%.

Ďalej by tento predpis mal stanoviť ostatné požiadavky na fyzikálne parametre letiska a hlavne na jeho značenie a osvetlenie. Pri tom by sa ako referenčné letiská mohli brať VFR letiská s už inštalovaným osvetlením. Jedná sa zároveň o letiská so spevnenou dráhou dve majú LDA dlhšiu ako 1000 metrov z čoho dedukujem, že by mohli byť tieto letiská vybavené APV priblížením. Sú to Hradec Králové, České Budějovice a Vysoké Mýto. V tabuľke 14 sú uvedené akými svetlami jednotlivé letiská disponujú.

Tab. 14 Svetlá na súčasných VFR letiskách [7]

Letisko	Dĺžka LDA	Svetlá
LKCS	2500m	PAPI 3°
LKHK	2400m	Postranné dráhové návestidlá
		Prahové dráhové návestidlá
		Jednoduchá približovacia sústava 420m
		PAPI 3°
LKVM	600m	APAPI Info

So stanovením požiadaviek na VFR letisko pre IMC pristátie sú spojené ďalšie legislatívne prekážky. Jedná sa o predpis L 8168 letové postupy, kde je priestor na popísanie a zavedenie priblížení s vertikálnym vedením na VFR letisko. S týmito postupmi by mali byť upravené aj štandardy na výcvik pilotov.

Teoretický výcvik by mal byť cielený ku pochopeniu PBN manuálu. To znamená zoznámenie sa a chápanie princípov RNP procedúr a chápanie informácií vyobrazených na mapách pre jednotlivé RNP segmenty. Piloti by mali mať dostatočné vedomosti o priestorovej navigácii vrátane jej kladou a záporu. S tým súvisia aj vedomosti o družicovej navigácii, augmentačných družicových systémoch a princípoch ich činnosti. [12]

Výcvik by mal byť koncentrovaný oveľa viac na používanie GNSS zariadenia a jeho možností v súvislosti s priblíženiami s vertikálnym vedením. To znamená:

- kvalitné zoznámenie s palubným zariadením, vrátane popisu jednotlivých možností, módov, zobrazovacích možností.
- význam jednotlivých symbolov na zariadení, varovaní, identifikácia výpadku integrity prijímaných dát, techniky správneho čítania informácií zo zariadenia

Praktický výcvik by mal byť zameraný hlavne na využívanie priestorovej navigácie za pomoci GNSS zariadenia. To znamená letenie po RNAV trati a následné naletenie RNP priblíženia. S tým súvisia procedúry ako letenie priamo „na waypoint“, alebo „od“, overovanie waypointov, určovanie odchýlky od letenej trate. Pri segmente priblíženia je dôležité monitorovanie integrity, vektorovanie, prechod na vizuálne podmienky v minimách priblížení a postupy pre nezdarené priblíženie. Veľmi veľký dôraz počas výcviku by mal byť kladený na postupy v prípade straty dát z družicových systémov, alebo úplnému výpadku GNSS zariadenia na palube.[26]

K ďalším zmenám je potrebné zamerať sa na predpisy:

- L6 Prevádzka lietadiel- je potrebné určiť minimálne vybavenie pre lietadlá všeobecného letectva, tak aby boli schopné za pomoci priblíženia s vertikálnym vedením pristáť na VFR letisku.
- L4 Letecké mapy- Keďže VFR letiská dnes majú publikované mapy vo VFR príručke na národnej úrovni, je potrebné spresniť ako mapy pre

priblíženie s vertikálnym vedením na VFR letisko majú vyzerat' a čo všetko je potrebné v nich zobrazit'.

- Predpisy ako L10, L4444, L15 tiež súvisia s potrebnými zmenami, ale v rozsahu tejto práce ich problematika nebola rozoberaná

Priblíženie s vertikálnym vedením na VFR letisko a teda využívanie takýchto letísk pre prístrojové lietanie posúva všeobecné letectvo ku obrovským možnostiam. To je potrebné vysvetliť aj širokej leteckej verejnosti, aby pochopili, že takáto zmena môže pomôcť rozvoju nielen samotných letísk ale aj lokálnych regiónov. Takáto osveta je v kompetencii každého, kto chce aby VFR letiská rozšírili svoju pôsobnosť. Je potrebné aby samotné regióny, ale aj kompetentné úrady na štátnej úrovni si uvedomili aký veľký potenciál v rozvoji nie len leteckej dopravy, ale ako dopravy ako strategického odvetvia prináša rozvoj všeobecného letectva.

6 Záver

Priblíženie s vertikálnym vedením, predstavuje najväčší pokrok, ktoré učinilo komerčné letectvo v oblasti navigácie na pristátie v posledných rokoch. Pre svoje nízke nákladové požiadavky na letiskové zariadenie a pre veľmi dobré dosahované hodnoty minimálnej dráhovej dohľadnosti a výšky rozhodnutia z analýzy vyplynulo, že priblíženie s vertikálnym vedením je tou najlepšou možnosťou pre VFR letiská pri ich rozvoji a pri zavedení prevádzky IFR na tieto letiská. Takéto zavedenie by okamžite zvýšilo bezpečnosť vo všeobecnom letectve, pretože by vzrástol počet letísk poskytujúci zálohu pre IFR lety. Ďalšou výhodou zavedenia RNP APCH je zvýšenie možnosti tréningu prístrojového lietania priamo na domovskom letisku, čo by malo za dôsledok šetrenie paliva a finančných prostriedkov utratených na preletoch na IFR letiská. Takéto prostriedky by ostávali na VFR letisku, ktorému by sa zvyšovali príjmy, čo môže mať opäť za následok zlepšovanie úrovne všeobecného letectva. Pri vytvorení RNP APCH sa presne definuje trať na priblíženie a pristátie, čo zlepšuje letový tok, ale redukuje sa tak aj hlukové emisie, ktoré veľmi negatívne ovplyvňujú blízke okolité obce. Vytvorila by sa tak istá symbióza medzi užívateľmi letísk a okolitým životným prostredím letiska. K takejto implementácii je nutné urobiť zmeny v súčasných leteckých predpisoch. Je potrebné nastaviť podmienky tak aby odpovedali bezpečnostným štandardom a zároveň boli čo najjednoduchšie na implementáciu.

Je potrebné si uvedomiť aký potenciál prináša zavedenie RNP APCH na VFR letiská. V Českej republike je 10 násobne viac VFR letísk ako IFR. To predstavuje skrytý dopravný sektor, ktorý svojim rozmerom by mal zaujímať široké zastúpenie leteckej verejnosti, ale mal by byť braný na vedomie aj na regionálnej a štátnej úrovni. Pri správne nastavenom investovaní a rozvoji VFR letísk má Česká republika šancu vytvoriť nový segment- aeroturizmus.

Táto diplomová práca predstavuje komplexný pohľad na možnosť zavedenia RNP APCH na VFR letiská a umožniť tým pristávanie aj v IMC podmienkach. Tento dokument môže slúžiť ako začiatková správa pri naštartovaní celkového procesu pretvárania všeobecného letectva. Vypracovaním ucelenej analýzy VFR letísk a druhov priblíženia, spracovaním jednotlivých údajov a vytvorením hlavnej analýzy s

navrhnutím kostry potrebných zmien sa dá skonštatovať, že som nastolený cieľ práce splnil.

Implementácia priblíženia s vertikálnym vedením na VFR letiská otvára veľké množstvo nadväzujúcich tém. Je potrebné presne spracovať legislatívnu otázku spojenú s touto implementáciou. Taktiež , je potrebné stanoviť bezpečnostné riziká a vytvoriť kvalitný výukový postup pre výcvik pilotov. So zavedením procedúry by mal súvisieť aj vznik manuálu pre prevádzkovateľov, ktorý by bol komplexným sprievodcom pri zavádzaní takéhoto priblíženia a prispel by tak ku rýchlemu, bezpečnému a legislatívne správne mu rozvoju VFR letísk.

Zoznam použitej literatúry

- [1] MINISTERSTVO DOPRAVY ČR. Řízení letového provozu ČR. Predpisy, L2. [online]. 2012 [vid'. 26.9.2014]. Dostupné z:
<http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
- [2] Civil Aviation Authority. Nařízení Komise (EU) č.1178/2011, PART-MED [online].2014 [vid'. 7.11.2014]. Dostupné z:
<http://www.leteckylekar.cz/images/Part-MED.pdf>
- [3] Civil Aviation Authority. Nařízení Komise (EU) č.1178/2011 [online].2014 [vid'.16.10.2014]. Dostupné z:
<http://www.caa.cz/predpisy/narizeni-komise-eu-c-1178-2011>
- [4] Civil Aviation Authority. ICAO Language Proficiency [online].2014 [vid'.16.10.2014]. Dostupné z:
<http://www.caa.cz/personal/icao-language-proficiency>
- [5] *Letecká mapa ICAO*. 1:500000. Dobruška: Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad, 2014.
- [6] Zákon o civilním letectví a o změně a doplnění zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání. In: *49/1997*. 1997. [online].2014 [vid'.1.11.2014]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-49>
- [7] Řízení letového provozu. VFR příručka. [online].2014 [vid'.12.11.2014]. Dostupné z: http://lis.rlp.cz/vfrmanual/actual/gen_1_cz.html
- [8] MINISTERSTVO DOPRAVY ČR. Řízení letového provozu ČR. Predpisy, L14. [online]. 2012 [vid'. 03.11.2014]. Dostupné z:
<http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
- [9] Vyhláška ministerstva dopravy a spoju za dne 6.května 199, kterou se mně ní vyhláška Ministerstva dopravy a spojů č.108/1997 Sb., kterou se provádí zákon č. 49/1997 Sb., o civilním letectví a o změně a doplnění č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů. In: *101/1999*. 1999.
- [10] Civil Aviation Authority. Nařízení Komise (ES) č.859/2008, 2.zmena EU-OPS [online].2014 [vid'. 13.11.2014]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=CELEX:32008R0859&from=CS>
- [11] ĎURČO, Stanislav. Letecká navigácia: Navigačné systémy ILS [prezentácia]. Košice: LF TUKE, 2010, [vid'. 13.11.2014]
- [12] Analýza SBAS využítí pro malá mezinárodní letiště, závěrečná správa SGS 12.[online].2014 [vid'. 13.11.2014]. Dostupné z:

- http://www.fd.cvut.cz/projects/k621x1c/dokumenty/Analyza_vyuziti_SBAS_SGS12_final.pdf
- [13] Federal Aviation Administration. FAA Wide (WAAS) and Local Area Augmentation Systems (LAAS) update. [online].2009 [vid'.15.11.2014]. Dostupné z:
<https://publicintelligence.net/faa-wide-waas-and-local-area-augmentation-systems-laas-update/>
- [14] Hills. [online].2014 [vid'. 17.11.2014]. Dostupné z:
<http://pictures.4ever.eu/nature/mountains/hills-194767>
- [15] European Air Safety Agency. AMC 20-28. [online]. 2014 [vid'. 17.11.2014]. Dostupné z:
<http://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/Annex%20II%20-%20AMC%2020-28.pdf>
- [16] Receiver List. EGNOS Portal. [online].2014 [vid'. 17.11.2014]. Dostupné z:
<http://egnos-portal.gsa.europa.eu/developer-platform/developer-toolkit/receiver-list>
- [17] NOVATEL.Introduction to GNSS. [online].2014 [vid'.21.11.2014]. Dostupné z:
<http://www.novatel.com/an-introduction-to-gnss/chapter-1-gnss-overview/section-1/>
- [18] Droppa, Bc. Tomáš: Analýza vhodnosti zavedenia LPV priblíženia naprieč Českou republikou. Diplomová práce. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Dopravní fakulta, 2014. 84s
- [19] EGNOS Portal. About SBAS [online].2014 [vid'. 21.11.2014]. Dostupné z:
<http://egnos-portal.gsa.europa.eu/discover-egnos/about-egnos/what-sbas>
- [20] EGNOS Portal. About EGNOS [online].2014 [vid'. 21.11.2014]. Dostupné z:
<http://egnos-portal.gsa.europa.eu/discover-egnos/about-egnos>
- [21] Navipedia. SBAS Fundamentals [online].2014 [vid'. 21.11.2014]. Dostupné z:
http://www.navipedia.net/index.php/SBAS_Fundamentals
- [22] Federal Aviation Administration. Aeronautical Information Manual. [online].2014 [vid'. 22.11.2014]. Dostupné z:
http://www.faa.gov/air_traffic/publications/atpubs/aim/aim0102.html
- [23] Universal Avionics Systems Corporation. Understanding Required Navigation Performance (RNP) and Area Navigation (RNAV) Operations. [online].2013 [vid'. 22.11.2014]. Dostupné z:
http://www.uasc.com/documents/whitepaper/UASC_RNAV_WhitePaper.pdf
- [24] EUROCONTROL. Introducing Performance Based navigation (PBN) and Advanced RNP (A-RNP). [online].2013 [vid'. 22.11.2014]. Dostupné z:

-
- <http://www.eurocontrol.int/sites/default/files/publication/files/2013-introducing-pbn-a-rnp.pdf>
- [25] Professional Pilot Magazine. Curved Flightpaths. [online].2014 [vid'. 23.11.2014]. Dostupné z:
http://www.propilotmag.com/archives/2013/Dec%2013/A2_RNP_p3.html
- [26] Performance-based Navigation (PBN) Manual. Doc 9613 AN/937 [online]. 2008 [vid'. 23.11.2014]. Dostupné z:
<http://www.caac.gov.cn/dev/fbs/xjsyy/201110/P020111010540008641095.pdf>
- [27] Navipedia. SBAS Fundamentals [online].2014 [vid'. 21.11.2014]. Dostupné z:
http://www.navipedia.net/index.php/Other_SBAS
- [28] Draft Guindance Material for the Implementation of RNP APCH Operations. EUR Doc. 025 [online]. 2012 [vid'. 23.11.2014]. Dostupné z:
http://www.pansa.pl/pliki/EUD_Doc_025_RNP_APCH.pdf
- [29] Garmin. Synthetic Vision Brings Awareness to Desert,Mountain Flying. [online]. 2012 [vid'. 23.11.2014]. Dostupné z:
http://garmin.blogs.com/my_weblog/2011/12/synthetic-vision-brings-awareness-to-desert-mountain-flying.html
- [30] Jeppesen . Jeppview electronic chart. 2014 [vid'. 15.11.2014]. Restricted access
- [31] AVSIM.Commercial Scenery Review. [online].2014 [vid'. 23.11.2014]. Dostupné z:
<http://www.avsim.com/pages/0208/ZurichX/ZurichX.htm>
- [32] QUIZLET. Aerodrome visual aids. [online].2014 [vid'. 23.11.2014]. Dostupné z:
<http://quizlet.com/8260423/aerodrome-visual-aids-flash-cards/>

Prílohy

Príloha A: CD médium – diplomová práca v elektronickej podobe