



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

---

**FAKULTA DOPRAVNÍ**

*Eliška Turková*

**MODELOVÁNÍ A URČOVÁNÍ ROZDÍLŮ  
V PŘIBLÍŽENÍCH NA PŘISTÁNÍ**

Bakalářská práce

**2015**



**K621..... Ústav letecké dopravy**

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Eliška Turková**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**B 3710 – LED – Letecká doprava**

Název tématu (česky): **Modelování a určování rozdílů v přiblíženích na přistání**

Název tématu (anglicky): Modeling and Identification of Differences in Approach to Land

**Zásady pro vypracování**

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

- Úvod
- Analýza postupů
- Určení kritických míst přiblížení
- Určení rozdílů mezi přiblíženími
- Návrh odstranění kritických míst
- Vyhodnocení nejlepšího přiblížení
- Závěr

Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího bakalářské práce

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: Letecký předpis L 8168  
V. Soldán: Letové postupy a provoz letadel  
Letecký předpis L 10/I

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

Datum zadání bakalářské práce: **24. října 2014**

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

Datum odevzdání bakalářské práce: **24. srpna 2015**

- 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 bakalářské práce.

Eliška Turková  
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 24. října 2014

## Poděkování

Ráda bych poděkovala vše, kteří mi poskytli informace a podklady k vypracování. Zvláště děkuji vedoucímu této bakalářské práce Ing. Jakubovi Krausovi za spolupráci, konzultace, odborné rady a připomínky, kterými přispěl k vypracování bakalářské práce. V neposlední řadě děkuji své rodině, za poskytovanou podporu během mého studia.


## Prohlášení

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

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

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).

V Praze dne 23. srpna 2015

  
.....  
Eliška Turková

# ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

---

Fakulta dopravní

## MODELOVÁNÍ A URČOVÁNÍ ROZDÍLŮ V PŘIBLÍŽENÍCH NA PŘISTÁNÍ

bakalářská práce

srpen 2015

Eliška Turková

### ANOTACE

Předmětem bakalářské práce „Modelování a určování rozdílů v přiblíženích na přistání“ je prostřednictvím analýzy postupů během přiblížení a přistání určit kritická místa přiblížení ILS, VOR/DME a GNSS. Základním zdrojem dat pro vypracování byly letecké předpisy řady „L“. Následným vyhodnocením kritických míst byla přiblížení porovnána a vyhodnocena, dále byla navržena možná řešení vzniklých rizik.

*Klíčová slova: postupy během přiblížení a přistání, 2D přiblížení, 3D přiblížení, kritická místa*

### ANOTATION

The bachelor thesis “Modelling and Identification of Differences in Approach to Land” is aimed at the identification of critical points of the types of final approach in ILS, VOR/DME and GNSS throughout analysis of methods used during the final approach and landing. The thesis proceeds mainly from ICAO Annexes. After the identification of the critical points of the types of final approach, they are compared and evaluated; moreover, the possible solutions of the potential risks are suggested.

*Keywords: methods used during the final approach and landing, 2D approach, 3D approach, critical points*

# Obsah

<b>Obsah</b> .....	<b>4</b>
<b>Seznam použitých zkratk</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Úvod</b> .....	<b>8</b>
<b>2 Analýza postupů</b> .....	<b>10</b>
2.1 Přiblížení a přistání .....	10
2.2 Přesné přiblížení – Precision Approach (3D přiblížení).....	13
2.2.1 <i>ILS – Instrument landing systém</i> .....	14
2.3 Přiblížení s vertikálním vedením – Approach Procedure with Vertical guidance (3D přiblížení) .....	23
2.3.1 <i>GNSS</i> .....	23
2.4 Nepřesné přiblížení – Non Precision Approach (2D přiblížení) .....	26
2.4.1 <i>VOR/DME</i> .....	28
<b>3 Určení kritických míst přiblížení</b> .....	<b>33</b>
3.1 Obecné příčiny nehod a incidentů.....	34
3.1.1 <i>Letecká nehoda</i> .....	34
3.1.2 <i>Letecký incident</i> .....	35
3.1.3 <i>Stabilizované přiblížení</i> .....	35
3.2 Faktory přispívající ke vzniku nehod a incidentů .....	35
3.3 Všeobecné chyby pilotáže .....	36
3.4 Kritická místa jednotlivých přiblížení .....	37
3.4.1 <i>Kritická místa přiblížení ILS</i> .....	38
3.4.2 <i>Kritická místa přiblížení APV</i> .....	39
3.4.3 <i>Kritická místa přiblížení VOR/DME</i> .....	41
<b>4 Porovnání přiblížení a vyhodnocení nejlepšího přiblížení</b> .....	<b>43</b>
<b>5 Návrh pro odstranění kritických míst</b> .....	<b>45</b>
5.1 Návrh řešení.....	45
5.2 Všeobecná doporučení .....	47
<b>6 Závěr</b> .....	<b>49</b>
<b>7 Bibliografie</b> .....	<b>51</b>
<b>8 Seznam obrázků</b> .....	<b>55</b>
<b>9 Seznam tabulek</b> .....	<b>57</b>
<b>10 Seznam příloh</b> .....	<b>58</b>

## Seznam použitých zkratek

Zkratka	Anglický Význam	český význam
<b>APV</b>	Approach Procedure With Vertical Guidance	postup přiblížení s vertikálním vedením
<b>ATC</b>	Air Traffic Control	řízení letového provozu
<b>ATIS</b>	Automatic Terminal Information Service	automatická informační služba koncové řízené oblasti
<b>Baro - VNAV</b>	Barometric Vertical Navigation	barometrická vertikální navigace
<b>CDI</b>	Course Deviation Indicator	indikátor odchylky na trati
<b>CRM</b>	Crew Resource Management	optimalizace činnosti posádky
<b>DA/H</b>	Decision Altitude/Height	nadmořská výška rozhodnutí/výška rozhodnutí
<b>DME</b>	Distance Measuring Equipment	měřič vzdálenosti
<b>FAF</b>	Final Approach Fix	fix konečného přiblížení
<b>FAP</b>	Final Approach Point	bod konečného přiblížení
<b>FMS</b>	Flight Management System	system plánování a optimalizace letu
<b>GBAS</b>	Ground-Based Augmentation System	pozemní augmentační systém
<b>GLONASS</b>	Globalnaja Navigacionnaja Sputnikovaja Sistěma (Rus.)	ruský GNSS
<b>GLS</b>	GBAS Landing System	system pro přistání GBAS
<b>GNSS</b>	Global Navigation Satellite System	globální družicový polohový systém
<b>GP/GS</b>	Glide Path/Slope	sestupová dráha
<b>GPS</b>	Global Positioning System	globální polohový systém
<b>HL</b>	Height Loss	ztráta výšky
<b>HSI</b>	Horizontal Situation Indicator	indikátor horizontální situace
<b>IAF</b>	Initial Approach Fix	fix počátečního přiblížení
<b>ICAO</b>	International Civil Aviation Organization	mezinárodní organizace pro civilní letectví
<b>IF</b>	Intermediate Fix	fix středního přiblížení
<b>IFR</b>	Instrument Flight Rules	pravidla pro let podle přístrojů
<b>ILS</b>	Instrument Landing System	elektronický přístrojový přistávací systém
<b>IM</b>	Inner Marker	poslední polohové návěstidlo před

		prahem RWY
<b>IMC</b>	Instrument Meteorological Conditions	meteorologické podmínky pro let podle přístrojů
<b>ISA</b>	International Standard Atmosphere	mezinárodní standardní atmosféra
<b>LLZ</b>	Localizer	kurzový maják ILS
<b>LNAV</b>	Lateral Navigation	směrová navigace
<b>LPV</b>	Localizer Performance With Vertical Guidance	výkonnost směrového majáku s vertikálním vedením
<b>LVP</b>	Low Visibility Procedures	postupy pro nízkou viditelnost
<b>MAPt</b>	Missed Approach Point	bod nezdařeného přiblížení
<b>MDA/H</b>	Minimum Descent Altitude/Height	minimální nadmořská výška/výška pro klesání
<b>MLS</b>	Microwave Landing System	mikrovlnný přistávací systém
<b>MM</b>	Middle Marker	střední polohové návěstidlo
<b>NAVSTAR</b>	Navigation Signal Timing And Ranging Global Positioning System	americký GNSS
<b>NDB</b>	Non Directional Beacon	nesměrový radiomaják
<b>NPA</b>	Non-Precision Approach	
<b>NUDZ</b>		navigační umělá družice země
<b>OBS</b>	Omni-Bearing Selector	sektor (ukazatel vybraného) radiálu (vor)
<b>OCA/H</b>	Obstacle Clearance Altitude/Height	bezpečná nadmořská výška
<b>OM</b>	Outer Marker	vnější polohové návěstidlo
<b>PA</b>	Precision Approach	přesné přiblížení
<b>PAR</b>	Precision Approach Radar	přesný přibližovací radar
<b>PBN</b>	Performance-Based Navigation	navigace založená na výkonnosti
<b>PF</b>	Pilot Flying	pilot letící
<b>PIC</b>	Pilot In Command	kapitán letadla
<b>PM</b>	Pilot Monitoring	pilot monitorující
<b>PNF</b>	Pilot Non Flying	pilot neletící
<b>RMI</b>	Radio-Magnetic Indicator	sdužený indikátor (informací NDB, VOR a magnetického kompasu)
<b>RNAV</b>	Area Navigation Or Random Navigation	prostorová navigace
<b>RNP</b>	Required Navigation Performance	požadovaná navigační výkonnost
<b>RVR</b>	Runway Visual Range	dráhová dohlednost



<b>RWY</b>	Runway	dráha
<b>SBAS</b>	Satellite-Based Augmentation Systems	satelitní augmentační systém
<b>SOP</b>	Standard Operating Procedures	standardní provozní postupy
<b>SRE</b>	Surveillance Radar Equipment	přehledový radar
<b>SRM</b>	Single-Pilot Resource Management	optimalizace činnosti jednočlenné posádky
<b>VMC</b>	Visual Meteorological Conditions	podmínky pro let za viditelnosti
<b>VNAV</b>	Vertical Navigation	vertikální navigace
<b>VOLMET</b>	Meteorological Information For Aircraft In Flight	rozhlasové vysílání meteorologických informací letadlům za letu
<b>VOR</b>	Very High Frequency Omnidirectional Radio Range	VKV všesměrový radiomaják
<b>V<sub>ref</sub></b>		přibližovací rychlost

# 1 Úvod

„Zvednout letadlo ze země dokáže každý pitomec. Letec je ten, kdo ho dokáže dostat zpátky - kdykoli, kdekoli, za jakýchkoli podmínek, které jen si dokáže člověk nebo Bůh usmyslet.“

— Walter Cunningham, americký astronaut

Přistání je obecně považováno za nejnáročnější fázi letu. Toto tvrzení podporují rozsáhlé statistiky leteckých nehod, podle kterých čas konečného přiblížení a přistání tvoří sice jen 6% doby letu, ale dojde během ní až k 71% leteckých nehod. Logicky letadlo v konečné fázi letu snižuje svoji výšku, přibližuje se zemi, zmenšuje vzdálenost od překážek a klesá i rychlost letu. Zvyšuje se riziko střetu, vyžaduje se dokonalejší technika pilotáže a vyšší kvalita přiblížovacích zařízení, které zvyšují pravděpodobnost přistání.

V podstatě vše vychází z ústřední myšlenky předpisu L 8168. *„Čím vyšší je přesnost vedení letadla na přistání, tím užší mohou a jsou ochranné prostory. Čím užší jsou ochranné prostory, tím je zahrnuto méně nebezpečných překážek. Čím méně překážek zahrneme do výpočtu bezpečné výšky nad překážkami OCA/H, tím dostaneme nižší hodnoty a tím jsou nižší i výšky rozhodnutí DA/H. Čím je nižší hodnoty výšky rozhodnutí DA/H, tím vyšší je pravděpodobnost přistání letadla za meteorologicky nepříznivých podmínek.“* [1]

Vzhledem k nízké výšce je ale výrazně omezen reakční čas pilota na korekci případných chyb. Roste pracovní vyčerpání posádky, která v krátkém čase vykonává mnoho úkonů. Z cestovní hladiny s letadlem sklesá do stanovené výšky, připraví jej do přistávací konfigurace, současně probíhá komunikace se řízením letového provozu a v případě letu vícečlenné posádky musí členové zároveň komunikovat i mezi sebou.

Vše může být navíc zkomplikováno meteorologicky nepříznivými podmínkami jako je: boční nárazový vítr, mlha, nízká základna oblačnosti, a jiné. Poslední dvě uvedené významně snižují možnost získání vizuální reference, která je potřebná pro úspěšné dokončení letu, a tak v některých případech zcela znemožňují dokončení přiblížení a přistání.

Hlavními prostředky zvyšování bezpečnosti jsou modernizace letadlové techniky, vývoj navigačních prostředků a letadlových systémů, zvyšování dostupnosti informací, především jejich kontinuita. Vše má vést ke snížení pracovní vyčerpání pilota, jelikož podíl lidského činitele na leteckých nehodách je velmi výrazný, usnadnit proces přiblížení a zajistit bezpečné přistání.

Existuje několik druhů prováděných přiblížení, které jsou různě rizikové, jejich posouzení je předmětem této bakalářské práce. Konkrétně se jedná o přiblížení ILS, VOR/DME a GNSS. ILS je v současné době nejrozšířenějším a nejpoužívanějším přibližovacím zařízením, dále převládá kombinované přiblížení VOR/DME, přiblížení GNSS se s rozvojem GPS techniky jeví jako vhodná varianta pro letiště, která mají potřebu IFR provozu.

## 2 Analýza postupů

### 2.1 Přiblížení a přistání

V civilním letectví obecně rozeznáváme pět základních druhů přiblížení (Approach). Jejich preciznost je ovlivněna přesností využitých radionavigačních prostředků, a to především množstvím poskytovaných informací, důležitých pro správné navedení letadla na přistávací dráhu.

Základní druhy přiblížení:

- Přesné přiblížení
- Přiblížení s vertikálním vedením
- Nepřesné přístrojové přiblížení
- Přiblížení okruhem
- Vizuelní přiblížení

Postu přesného přiblížení (Precision approach (PA) procedure) je „*postup přiblížení podle přístrojů založený na navigačních systémech (ILS, MLS, GLS a SBAS Kategorie I.), navržený pro 3D přiblížení podle přístrojů druhu A nebo B. Postup přiblížení podle přístrojů používající směrové a sestupové informace, poskytované zařízením ILS nebo PAR.*“ [2] Z definic vyplývá, že pro označení přiblížení za přesné, je vyžadováno vedení ve vertikální i horizontální rovině, kdy minima jsou stanovena kategorií provozu. Informace pro vedení letadla jsou poskytovány od pozemních navigačních zařízení a generovány palubním počítačem. V případě systému SBAS (Satellite – based augmentation systems) jsou doplněny informacemi ze satelitních družic. Pilotovi je předávána souvislá informace o jeho vertikální poloze i o směrovém vedení. Palubní přístroje informují pilota o jeho aktuální poloze a vyhodnocují ji vůči trati konečného přiblížení. Pilot je na základě těchto údajů schopen provádět úpravy (vpravo/vlevo, nad/pod) vedoucí k letu po definované trati. Zařízení poskytující tyto informace jsou ILS (Instrument Landing System), MLS (Microwave Landing System), PAR (Precision Approach Radar) a přiblížení GNSS – GBAS (Ground Based Augmentation System) nebo GNSS – SBAS 1. kategorie, splňující minima LPV (Localizer performance with vertical guidance). Hlavní význam přesných přiblížení spočívá ve spojitosti předávané informace, která umožňuje bezprostřední korekce ze strany pilota. [1]

Postup přiblížení s vertikálním vedením (APV – Approach Procedure with Vertical guidance) je „*postup přiblížení podle přístrojů vycházející z navigace založené na výkonnosti (PBN), navržený pro 3D přiblížení podle přístrojů druhu A.*“ [2] Této definici odpovídají přiblížení

RNP (Required navigation performance) s minimy LNAV/VNAV (Lateral navigation /Vertical navigation) a LPV (vyjma v budoucnu plánovaného LPV 200, SBAS cat I.). Jedná se o přiblížení, která využívají směrového i vertikálního vedení, které ale neodpovídá požadavkům stanoveným předpisem pro označení za přesné přiblížení. [1]

Postup nepřesné přístrojové přiblížení (Non-precision approach (NPA) procedure) je „*postup přiblížení podle přístrojů navržený pro 2D přiblížení podle přístrojů druhu A.*“ [2] Přístrojové přiblížení postrádající vertikální vedení a využívající pouze vedení směrového. Informace o vertikálním vedení je poskytnuta kontrolou výšky ve stanovených fixech, ta je provedena výpočtem nebo pomocí tabulek v příletových mapách. Na základě kontroly je korigován gradient klesání. Příkladem zařízení jsou VOR (Very high frequency omnidirectional radio range), NDB (Nondirectional beacon), SRE (Surveillance Radar Element), případně ILS bez GS (Glide path). [1]

Postup přiblížení podle přístrojů je soubor stanovených manévrů letadla, které jsou provedeny na základě vyhodnocení informací získaných z údajů palubních přístrojů. Ty zajišťují ochranu od překážek v úseku vymezeném fixem počátečního přiblížení, případně začátkem příletové tratě, až do přistání, případně do bodu vstupu do vyčkávacího obrazce nebo bodu nezdařeného přiblížení, nelze-li přistání dokončit. [2]

Faktory ovlivňující postupy přiblížení pro dané letiště jsou:

- Terén v okolí letiště
- Uvažovaný druh provozu
- Uvažovaná letadla
- Specifická omezení

Musíme tedy vzít v úvahu, že ne všechny postupy jsou vhodné, případně možné pro všechna letiště. A vždy je nutné zvážit výše zmíněné faktory.

Přistávací manévr začíná přiblížením na přistání a končí dosednutím a následným dojezdem letadla až do zastavení. Pilot se při přistání zaměřuje především na kontrolu následujících hodnot: směr letu, výška letu, rychlost letu a úhel klesání. Tyto hodnoty jsou individuální pro každý letoun a cílové letiště. Pilot je dohledá již během předletové přípravy v letové příručce a v letištních mapách.

Postup přiblížení podle přístrojů může být rozdělen do pěti částí: přílet, počáteční, střední a konečné přiblížení a nezdařené přiblížení. Jednotlivé úseky jsou vymezeny fixy, které mohou být za určitých okolností nahrazeny stanovenými body. „*Například úsek konečného*

*přesného přiblížení může začínat tam, kde střední nadmořská výška letu protíná nominální sestupovou dráhu (bod konečného přiblížení (FAP))“.* [2]

Závěrečnou fází letu je přiblížení. Úsek konečného přiblížení (Final Approach Segment) začíná v bodě FAP (final approach point), pro přesné přiblížení ILS, případně FAF (final approach fix), pro přiblížení nepřesné, a končí v bodě MAPt (Missed approach point). Význam úseku spočívá v rozhodnutí pilota o přistání. *„Úhel klesání většiny dopravních letadel je 1:20, což znamená, že z výšky 37 000 stop (11 280 m) je potřeba zahájit klesání ve vzdálenosti 20násobku této hodnoty, což je zhruba 120 mil (225 km) před bodem dosednutí.“* [3] Pilot se snaží získat vizuální referenci, letadlo klesá do výšky rozhodnutí a v případě získání požadované vizuální reference letadlo přistane. V opačném případě je proveden postup nezdařeného přiblížení.

Výraz vizuální reference není předpisem definovaný pojem. Jedná o subjektivní vjem, který je závislý na mnoha faktorech, jako např. rozlišovací schopnost pilota, typ letadla, nastavení sedačky, v neposlední řadě výška rozhodnutí a dráhová dohlednost. Vyhodnocení vizuálních referencí a následné rozhodnutí o přistání je nejodpovědnější úloha pilota v konečné fázi letu. Aby bylo přistání bezpečné, musí mít pilot představu o poloze vůči ose a prahu dráhy, tedy o vzdálenosti od prahu, směru a náklonu letadla. [1]

*„Rychlost konečného přiblížení je několik uzlů nad  $v_{ref}$ , tedy referenční rychlosti při přiblížení na přistání, přičemž se předpokládá, že během podrovnání těsně před dosednutím rychlost klesne na hodnotu  $v_{ref}$ . Hodnota  $v_{ref}$  je vypočtena jako o 30 % vyšší, než je hodnota pádové rychlosti v přistávací konfiguraci (s vysunutým podvozkem a s plnou výchylkou vztlačových klapek).“* [3] Požadované rychlosti konečného přiblížení dosahuje pilot pomocí korigování tahu motoru, konfigurací klapek, vysunutím spoilerů a podvozku (čímž ovlivňuje odpor).

V první fázi pilot zpomalí na minimální rychlost bez použití klapek. Přibližně 10 - 12 mil před bodem dosednutí dojde k částečnému vysunutí klapek, tím je snížena rychlost. Tento stav je označován jako „konfigurace středního přiblížení“. Podvozek je stále zatažený, nastavení tahu motorů slouží k udržení rychlosti, klesání se udržuje podélným sklonem. Na každý kilometr vzdálenosti je potřeba poklesu o cca 50 metrů, to odpovídá úhlu přiblížení  $3^\circ$ . Přibližně 5 mil od bodu dosednutí jsou klapky zcela vysunuty a následně i podvozek, odporový účinek je navýšen vysunutím spoilerů. Užití spoilerů je omezeno, vysunutím vznikne turbulentní proudění, které se projeví hlukem a vibracemi, čímž je snížen komfort cestujících na palubě. Letadlo je v „konfiguraci konečného přiblížení“. Rychlost odpovídá rychlosti přiblížení, je mírně zvýšen tah motorů v důsledku nárůstu odporu. [3]

Tato doba je považována za nejsložitější období pilotáže, PF (Pilot Flying) udržuje úhel klesání prostřednictvím ručního řízení, kontroluje rychlost přiblížení, kterou koriguje nastavením tahu motorů. Příliš nízká rychlost by mohla znamenat pád, příliš vysoká naopak zvyšuje potřebnou délku dráhy pro přistání a dojezd. Zároveň změnami příčného náklonu udržuje PF letadlo ve směru osy dráhy. PM/PNF (Pilot Monitoring, Pilot Not Flying) se věnuje kontrole palubních přístrojů a bezprostředně hlásí případné odchylky a nesrovnalosti.

Následně dojde k přitažení řídicí páky a klesání se mění do vodorovného letu, označovaného jako přechodový oblouk. Pozornost je věnována trajektorii a rychlosti. Přibližně 4 metry (10 – 15 ft) [4] nad přistávací dráhou pilot podrovná, zvedne příď, během podrovnání rychlost stále klesá, motor běží na volnoběh páky ovládání tahu jsou staženy na minimum. Podrovnání se správně provádí vizuálně, nikoliv podle přístrojů, jako kontrolní reference může být využito automatického hlášení výšky z radiovýškoměru.

*„V minimální výšce 10 - 25 cm se letoun přiblíží k dráze a dochází k dotyku letounu s přistávací dráhou.“* [5] Po dosednutí následuje dojezd letadla, automaticky jsou vysunuty spoilery, nebylo již tak učiněno během klesání. PF potlačením skloní příď a příďové kolo se tak dotkne dráhy, aktivuje obraceče tahu. K zastavení dojde s využitím brzd, které jsou buď aktivovány automaticky, nebo sešlápnutím horní části pedálů. Příčný směr je udržován za pomoci směrového kormidla. Postupným zpomalováním jsou deaktivovány obraceče tahu a brzdy se uvolňují, nastává zastavení, kterým přistání končí.

V této části pilotáže se objevuje první prostor pro možné chyby (kritická místa) způsobené nevhodným načasováním prováděných činností, nedodržováním postupů, meteorologickými podmínkami či chybami přístrojů (výškoměr, rychloměr, apod.). Tento postup je ale proveden před každým přistáním, tedy i v průběhu každého přiblížení nezávisle na postupu přiblížení. Proto jsou kritická místa vznikající v této části přiblížení společná dále porovnávaným postupům.

## **2.2 Přesné přiblížení – Precision Approach (3D přiblížení)**

Jak je z názvu patrné, přesné přiblížení spočívá v přesném navedení letadla na přistávací dráhu, jak v rovině horizontální, tak i v rovině vertikální. Vedení je umožněno díky informacím z pozemních přistávacích zařízení, satelitních družic a informacím z palubních přístrojů. Pilot je schopen vyhodnotit svoji odchylku od publikované trati a provádět korekce. Hlavní význam spočívá v nepřetržitosti informace, která umožňuje okamžitou reakci. Díky tomu jsou přesná přiblížení bezpečnější a vykazují nižší kvantitu střetů s překážkami během klesání.

K přesným přibližovacím zařízením patří ILS, které je v současné době celosvětově nejrozšířenější, MLS, PAR, GNSS – GBAS a GNSS – SBAS.

### 2.2.1 ILS – Instrument landing systém

Přiblížení ILS řadíme mezi přesná přibližovací zařízení. Jak je zmíněno výše, během přistání je tedy poskytována informace o směrovém vedení letadla i o jeho vertikální poloze. Pilot je schopen určit zda se nachází na trati konečného přiblížení, případně určit vychýlení „*vlevo nebo vpravo od trati konečného přiblížení nebo nad či pod skluzovou rovinou.*“ [1] Zobrazení informací na navigačních ukazatelích mu umožňuje okamžitě realizovat korekce výšky a směru, aby udržel letadlo přesně v ose dráhy a na skluzové rovině.

ILS patří mezi povelová přibližovací zařízení, ručičky udělují pilotovi „povel“ kam má letět a provést tak opravu směru letu. Vedení v horizontálním směru je zjištěno kurzovým paprskem, který „*se vysílá ve směru středové čáry přistávací dráhy.*“ [6] Vedení ve směru vertikálním je zabezpečeno sestupovým paprskem, který vymezuje přesný profil sestupové dráhy, začíná v tzv. bodě standardního dotyku a směřuje vzhůru pod optimálním úhlem 3°.

ILS je tvořen dvojicí radiomajáků, kurzovým a sestupovým, a třemi polohovými návěstidly (Markery), která mohou být nahrazena zařízením DME (Distance Measuring Equipment).

Kurzový maják (Localizer – LLZ) je umístěn zpravidla za koncem dráhy (cca 400 m) vyzařuje elektronickou rovinu kolmou k rovině dráhy a zajišťuje letadlu směrové vedení. Vysílá v pásmu 108 - 112 MHz několik signálů:

- nosná
- modulace 150
- modulace 90
- identifikace v Morseově kódu
- (hlasová identifikace)

Základním principem je porovnávání hloubky modulace a zjištění která z modulací 90/150 převládá, tím se určí vychýlení letadla od osy dráhy. Při pohledu z pilotní kabiny směrem k RWY převažuje vpravo hloubka modulace nosného kmitočtu 150 Hz, vlevo 90 Hz. V případě letu v ose dráhy, mají obě modulace stejnou hloubku. Vyhodnocení je pilotovi sděleno pohybem ručičky, která mu určí „povel“.



Sestupový radiomaják (Glide Path – GP) je umístěn minimálně 120 metrů stranou od osy dráhy na úrovni bodu dotyku. Letadlu poskytuje informaci o výškovém vedení a tím zajišťuje plynulé klesání. Základní princip je stejný jako u LLZ, porovnáváme hloubky modulace, v případě pohybu v ose je rozdíl nulový, v dolní části, pod optimální osou převládá hloubka 150 Hz, v horní části, nad osou, převládá modulace 90 Hz.

Vyzařované roviny GP a LLZ jsou na sebe kolmé, jejich průnikem je přímka, která je označena jako sestupová čára prostoru konečného přiblížení, začíná v bodě dotyku a pokračuje směrem vzhůru optimálně pod úhlem 3°. Předpis L8168 požaduje minimální úhel sestupové roviny 2,5° a maximální úhel sestupové roviny 3,5°.

Polohová návěstidla jsou umístěna v ose dráhy, počet se pohybuje v rozmezí 2 - 3.

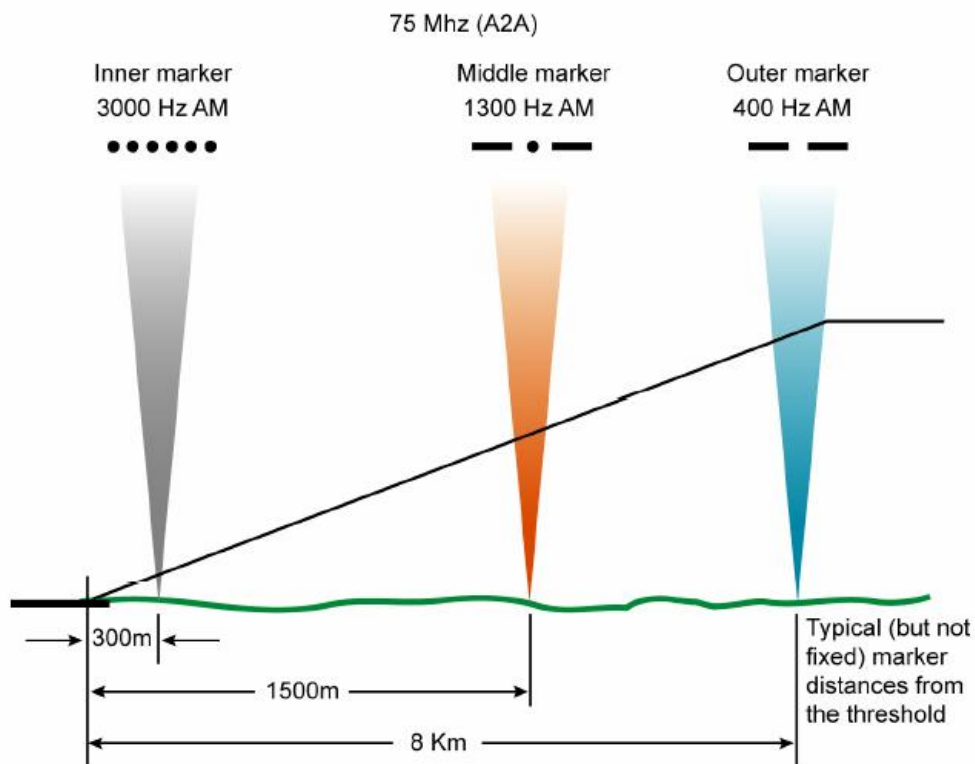
- Outer marker            OM
- Middle marker        MM
- Inner marker         IM

Jak název napovídá, návěstidla poskytují informaci o poloze. Majáky vysílají vertikální paprsek, jejich přelet je indikován světelným ukazatelem a zvukovým signálem v kokpitu letadla. Tak je pilotovi předána informace o průletu nad konkrétním bodem.

**Tabulka 1 - Signalizace polohových návěstidel**  
zdroj: autorka

Marker	Zvuková signalizace	Světlo
<b>OM</b>	---	modré
<b>MM</b>	.-.-	oranžové
<b>IM*</b>	....	bílé

\*ILS kategorie II, III

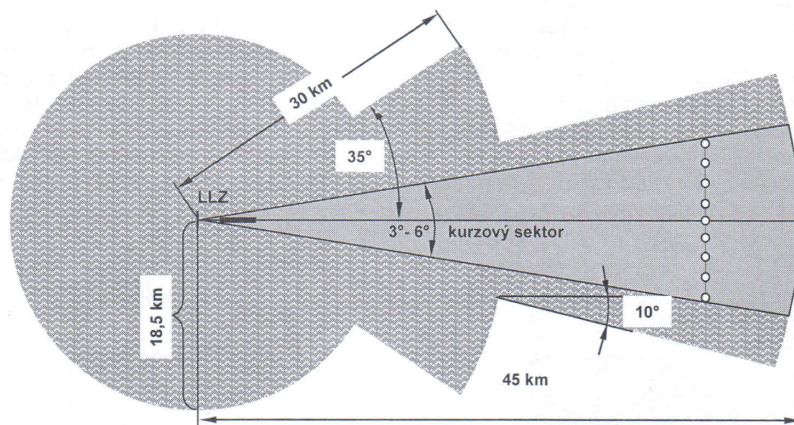


Obrázek 1 - Polohová návěstidla systému ILS  
zdroj: <http://www.vacc-cz.org/wiki/images/f/ff/ILS14.JPG>

„Palubní vybavení ILS se skládá ze sestupového, směrového a markerového přijímače. Indikátor směrového a sestupového radiomajáku ILS je palubní zařízení se dvěma na sebe kolmými osami – vodorovnou a svislou. Každá osa je rozdělena na deset dílků ohraničených tečkami: pět dílků nahoru a dolů pět vlevo a vpravo od středu indikátoru. Výchylka indikátoru se udává v tečkách, které jsou bezrozměrnou veličinou. Krajní poloha ručičky, to je výchylka pěti teček, představuje hranici kurzového sektoru.“ [1]

Indikace je citlivější, čím blíže jsme k bodu dotyku. Je to logické, jelikož se zužuje prostor krytí a sektorová šířka. „V oblasti Outer Markeru (cca 4 NM od prahu) představuje odchylka o jednu tečku od středové polohy asi 500 ft (150 m) od osy přiblížení. V oblasti Middle Markeru (cca 0,7 NM od prahu) představuje poloha indikátoru na první tečce deviaci přibližně 150 ft (45 m).“ [7]

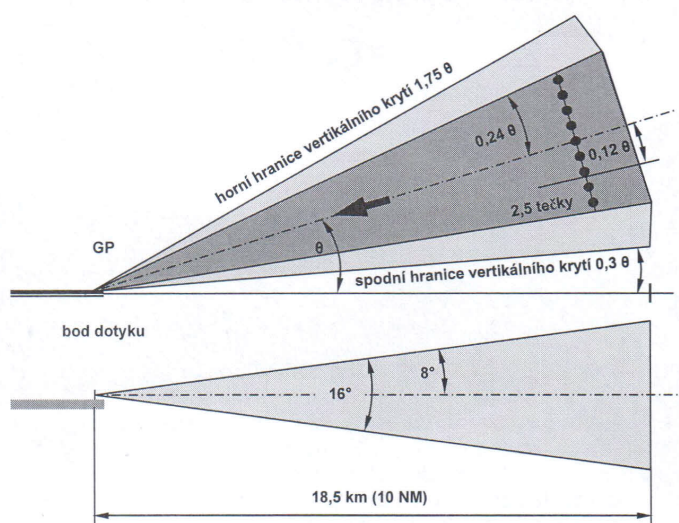
Sektor krytí kurzového majáku je prostor „ $\pm 10^\circ$  od osy dráhy do vzdálenosti 45 km a v sektoru  $\pm 35^\circ$  do vzdálenosti 30 km. Grafickým znázorněním těchto sektorů vznikne obrazec, kterému říkáme krytí localizeru.“ [1]



**Obrázek 2 - Krytí kurzového radiomajáku**  
 zdroj: Letové postupy a provoz letadel [1; str. 53]

V prostoru tohoto obrazce je ověřen signál LLZ, v případě že letadlo nalétne do sektoru krytí, zmizí na palubním indikátoru směrového radiomajáku indikace červeného praporku (terčíku). Což je potvrzení, že přijímač má již dostatečný signál. Pokračuje-li letadlo k ose dráhy, nalétne letadlo do kurzového sektoru, jehož šíře je minimálně  $1,5^\circ$  a maximálně  $3^\circ$  na každou stranu od osy dráhy (směrového paprsku). Hodnotu zajišťuje umístění LLZ 400 metrů za koncem dráhy. V případě krátké dráhy, která by společně s navýšením 400 metrů nezajistila rozevření kurzového sektoru na minimální, je vzdálenost LLZ navýšena na potřebnou hodnotu. V kurzovém sektoru jsou již vysílány povely ručičce palubního přístroje, podle kterého pilot provádí korekce.

Obdobně je tomu u krytí sestupového majáku GP, je-li signál dostatečný, letadlo se nachází v sektoru krytí a červený praporek na indikátoru zmizí.



**Obrázek 3 - Vertikální a horizontální krytí GP**  
 zdroj: Letové postupy a provoz letadel [1; str. 55]

ILS navede pilota až do výšky rozhodnutí, kde je potřeba získat vizuální kontakt, není-li tomu tak, zahájí pilot postup nezdařeného přiblížení. Výška rozhodnutí – DA je různá v závislosti na kategorii systému ILS. Zároveň je ovlivněna výškou OCH (Obstacle Clearance Altitude). Která je rovna výšce nejvyšší překážky v daném prostoru navýšené o požadavek provozovatele a ztrátu výšky – HL (Height Loss).

$$DA/DH = \text{požadavek provozovatele} + OCA/H (\text{výška překážky} + HL) [1]$$

Z hlediska minim lze ILS rozdělit na 3 druhy:

- přiblížení I. kategorie ICAO
- přiblížení II. kategorie ICAO
- přiblížení III. kategorie ICAO

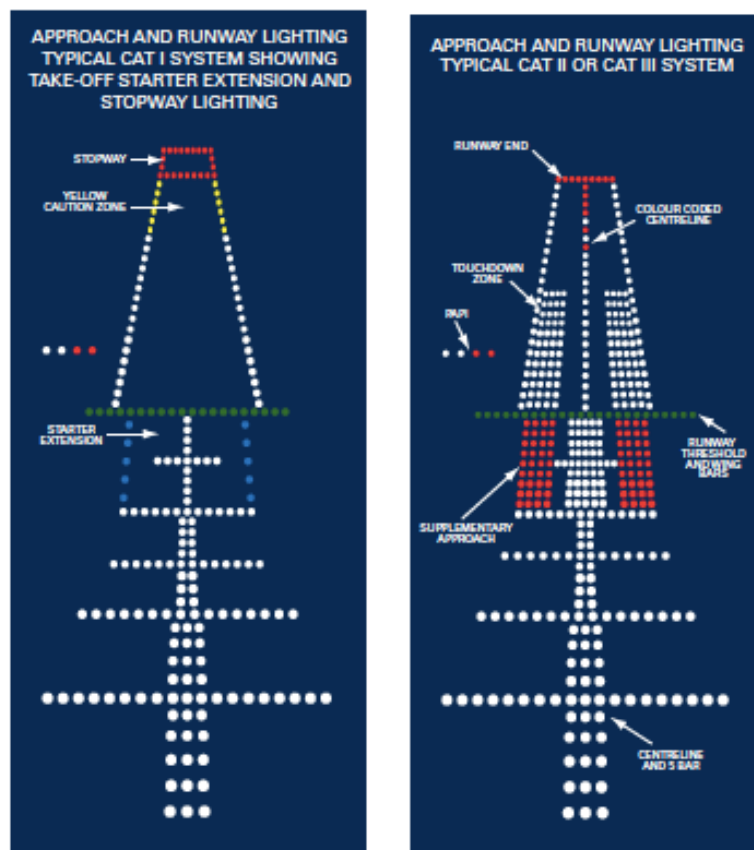
Přiblížení II. a III. kategorie jsou postupy používané za nízké dohlednosti (LVP).

Čím vyšší je kategorie přiblížení, tím výška rozhodnutí a požadavek na minimální dráhovou dohlednost (RVR) dosahuje nižší hodnoty, čímž se zvyšuje pravděpodobnost přistání i za nepříznivých podmínek, teoreticky umožňuje přistání i při nulových hodnotách.

**Tabulka 2 - DA a RVR přiblížení ILS podle kategorie**  
zdroj: autorka

Kategorie	Výška rozhodnutí	Minimální RVR
<b>CAT I</b>	200 ft / 61 m	550 m
<b>CAT II</b>	100 ft / 30 m	300 m
<b>CAT III A</b>	50 ft / 15 m	200 m
<b>CAT III B</b>	Méně než 50 ft	75 m
<b>CAT III C</b>	0 ft	0 m

Přibližovací světelná soustava je závislá na kategorii. Požadavky na umístění a charakteristiku pro jednotlivé kategorie jsou blíže specifikovány v předpisu L14, hlava 5 (5.3.4.10 – 5.3.4.39). Pro znázornění je umístěn následující obrázek č. 4.



Obrázek 4 - Přibližovací světelná soustava systému ILS  
zdroj: CAP 637 Visual Aids Handbook [8; str. 3]

### 2.2.1.1 Mapa Jeppesen pro ILS přiblížení

Informace o systému ILS jsou pilotovi dostupné z map přístrojového přiblížení, ve kterých jsou uvedeny souhrnné informace pro přiblížení, např.: frekvence localizeru, kurz konečného přiblížení, výška rozhodnutí, nadmořská výška přistávací dráhy apod. Celosvětově jsou nejrozšířenější mapy Jeppesen. S údaji má pilot povinnost se seznámit již během předletové přípravy. Mapa je rozdělena do následujících částí:

- **identifikátor mapy**

obsahuje informace o vydání mapy, letišti a dráze určení, dále frekvence pro komunikaci

EDDM MUNICH		JEPPESEN 17 DEC 99 (11-2)		MUNICH, GERMANY ILS Rwy 08R	
✈️ ATIS	MUNICH Arrival (APP) Rwy 08R/26L	MUNICH Radar (APP) Rwy 08R/26L	MUNICH Director	MUNICH Tower Rwy 08R/26L	Ground Rwy 08R/26L
123.12	120.77	127.95	118.82	120.5	121.82

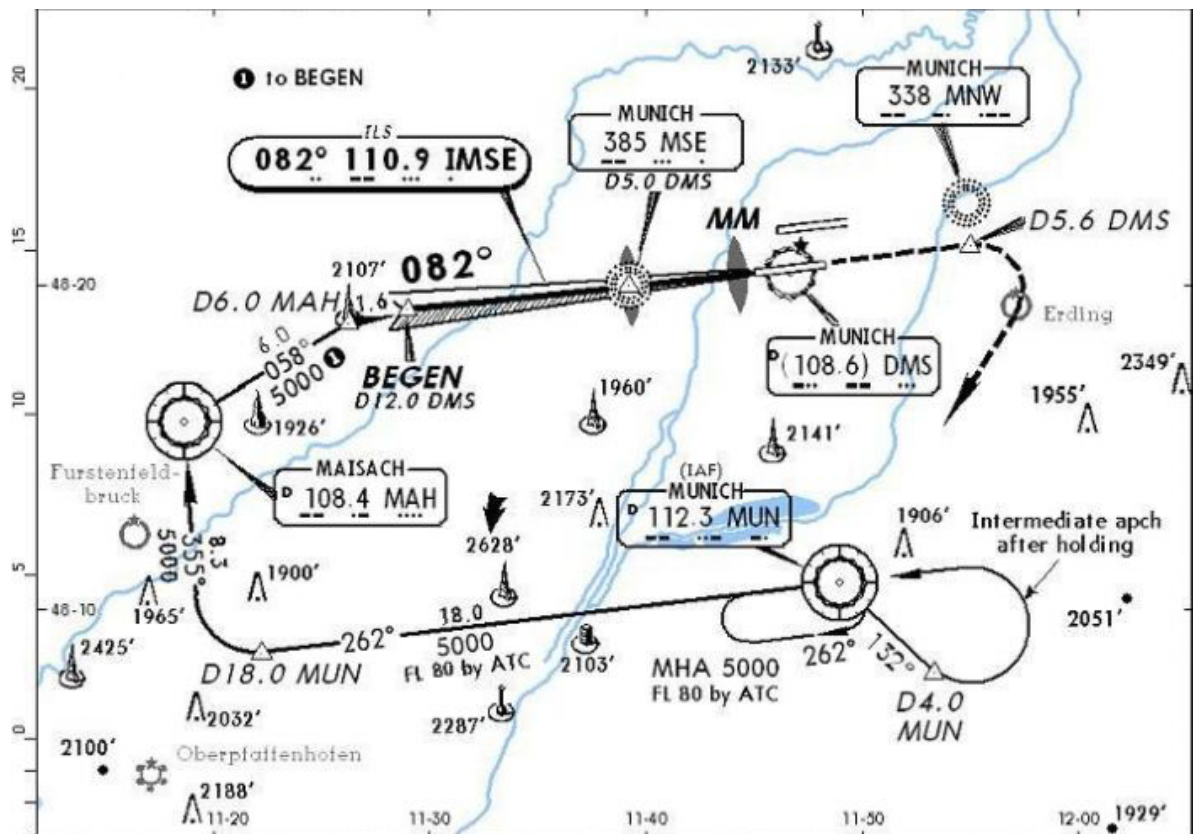
Obrázek 5 - Část mapy Jeppesen  
zdroj: [http://www.flymag.cz/media/images/1\(7\).jpg](http://www.flymag.cz/media/images/1(7).jpg)

- **briefing strip**  
obsahuje souhrnné informace pro přiblížení

BRIEFING STRIP	LOC IMSE <b>110.9</b>	Final Apch Crs <b>082°</b>	GS LOM <b>2780' (1294')</b>	ILS DA(H) <b>1686' (200')</b>	Apt Elev 1486' <b>RWY 1486'</b>	
	MISSED APCH: Climb STRAIGHT AHEAD to D5.6 DMS, then turn RIGHT to MUN VOR climbing to 5000'.					
	Alt Set: hPa (IN on req) Rwy Elev: 53 hPa Trans level: By ATC Trans alt: 5000' (3514')					

Obrázek 6 - Část mapy Jeppesen  
zdroj: [http://www.flymag.cz/media/images/1\(7\).jpg](http://www.flymag.cz/media/images/1(7).jpg)

- **grafické znázornění**  
podstatnou část mapy zaujímá grafické znázornění přiblížení včetně vyznačení významných terénních bodů, které by mohly usnadnit orientaci, případně jsou významné pro bezpečnost přistání (nejvyšší překážka)



Obrázek 7 - Část mapy Jeppesen  
zdroj: [http://www.flymag.cz/media/images/1\(7\).jpg](http://www.flymag.cz/media/images/1(7).jpg)

- **výšky pro GS**

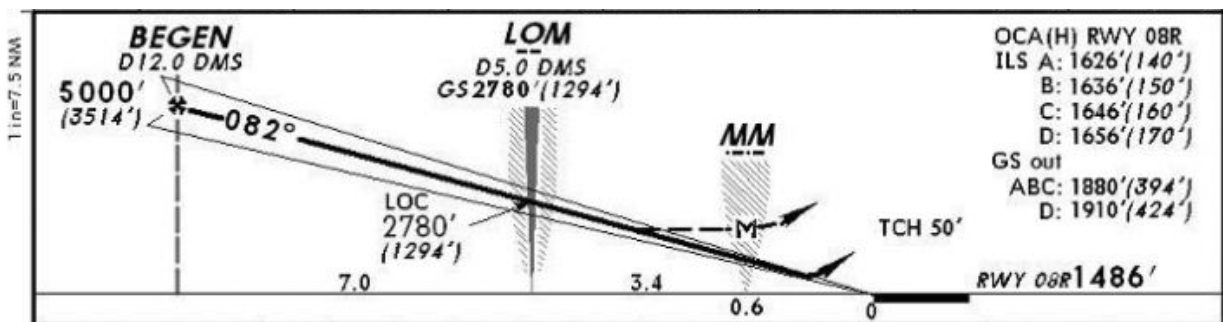
pro ověření nalétnutí správného sestupového paprsku, eventuálně pro případ selhání sestupové roviny je dále umístěna tabulka závislosti vzdálenosti a výšky

LOC	DMS DME	10.0	8.0	7.0	6.0	4.0	3.0
(GS out)	ALTITUDE (HAT)	4370' (2884')	3730' (2244')	3410' (1924')	3100' (1614')	2460' (974')	2140' (654')

Obrázek 8 - Část mapy Jeppessen  
zdroj: [http://www.flymag.cz/media/images/1\(7\).jpg](http://www.flymag.cz/media/images/1(7).jpg)

- **vertikální profil přiblížení a kategorie**

doporučení gradientu klesání, který by neměl být překročen, zároveň poskytuje informaci o minimální výšce přeletu stanovených bodů



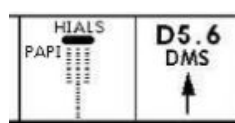
Obrázek 9 - Část mapy Jeppessen  
zdroj: [http://www.flymag.cz/media/images/1\(7\).jpg](http://www.flymag.cz/media/images/1(7).jpg)

- **tabulka rychlostí sestupu v závislosti na rychlosti přiblížení**

Gnd speed-Kts	70	90	100	120	140	160
ILS GS 3.00° or LOC Desc Grad 5.2%	377	485	539	647	755	862
MAP at MM						

Obrázek 10 - Část mapy Jeppessen  
zdroj: [http://www.flymag.cz/media/images/1\(7\).jpg](http://www.flymag.cz/media/images/1(7).jpg)

- **rozmístění světel a postup nezdařeného přiblížení**



Obrázek 11 - Část mapy Jeppessen  
zdroj: [http://www.flymag.cz/media/images/1\(7\).jpg](http://www.flymag.cz/media/images/1(7).jpg)

- **tabulka minim**

tabulka minim určuje minimální hodnoty dráhové dohlednosti pro přistání v případě plné nebo částečné funkce přibližovací soustavy, dalším údajem je výška rozhodnutí DA(H)

JAR-OPS		STRAIGHT-IN LANDING RWY 08R				
		ILS		LOC (GS out)		
		DA(H) 1686' (200')		MDA(H) ABC: 1880' (394') D: 1910' (424')		
		FULL	ALS out	MM out	ALS out	
PANS OPS 4	A	RVR 550m	RVR 1000m	RVR 900m	NOT AUTH	RVR 1500m
	B			RVR 1000m		RVR 1800m
	C			RVR 1400m		RVR 2000m
	D					

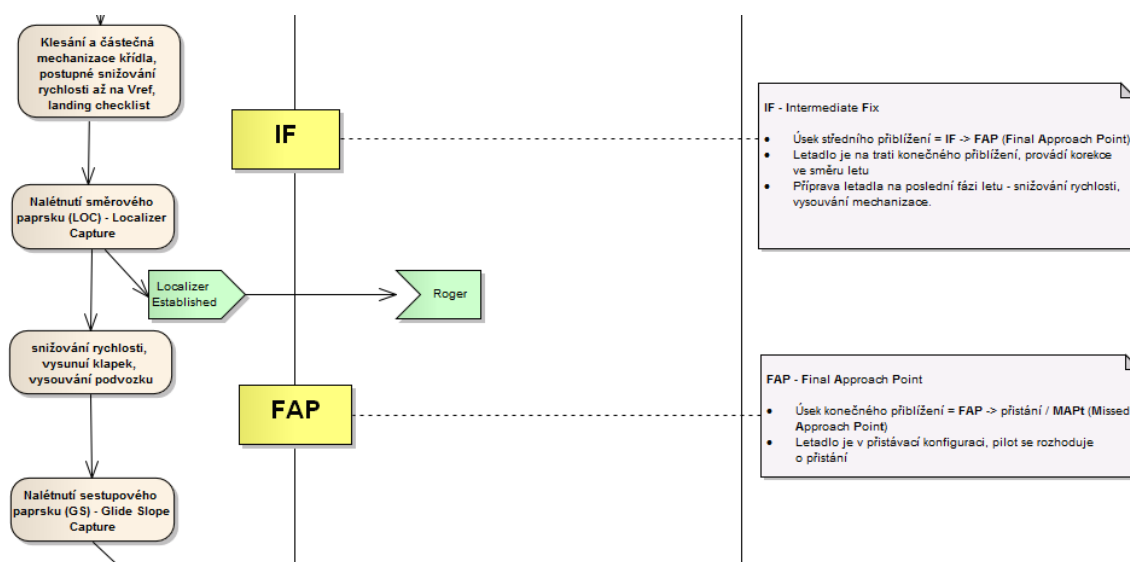
Obrázek 12 - část mapy Jeppesen  
zdroj: [http://www.flymag.cz/media/images/1\(7\).jpg](http://www.flymag.cz/media/images/1(7).jpg)

### 2.2.1.2 Činnost pilota

S dostatečným předstihem před nalétnutím trati konečného přiblížení naladí pilot na palubním zařízení NAV příslušnou frekvenci a na sektoru kurzů (OBS) nastaví číselný údaj tratě konečného přiblížení. Směrový maják má specifickou identifikační značku, která je vysílána v Morseově kódu. Poslechem si pilot ověří správnost nastavení a vyloučí možnost, že zařízení pracuje pouze v režimu „ON TEST“. V úseku počátečního přiblížení (mezi fixy IAF a IF), je úkolem pilota přivést letadlo na trať konečného přiblížení. Letadlo zpomalí z cestovní rychlosti na rychlost přiblížení, která závisí na vzdálenosti od letiště a požadovaném klesání. Zároveň dochází k částečnému vysunutí klapky. Se souhlasem řídicího provozu dochází k postupnému snižování výšky až na hodnotu publikované výšky počátečního přiblížení. Směrový paprsek LLZ by měl být optimálně nalétnut v bodě IF. Za kterým se letadlo dostává do úseku středního přiblížení, kde v závislosti na výchylce ručičky na palubním přijímači provádí pilot korekce, aby dosáhl optimální sestupové dráhy. Dále snižuje rychlost a vysouvá klapky, k poslednímu vysunutí klapky na stanovený úhel a k vysunutí podvozku by mělo dojít ještě před bodem FAF. To zajistí, že se letadlo v konečném úseku přiblížení nachází v přistávací konfiguraci a udržuje přibližovací rychlost. Takové nastavení je označeno jako stabilní přiblížení. V praxi se vyskytují i postupy, které umožňují vysouvání mechanizace i v úseku konečného přiblížení. „*Takovými postupy jsou nejčastěji protihlukové postupy nebo postupy pro zajištění rozstupů mezi letadly, které vyžadují dodržování vyšší rychlosti a tudíž omezení vysouvání klapky.*“ [1] Vždy však musí být letadlo nejpozději do výšky 500 ft nad úroveň prahu dráhy v přistávací konfiguraci



s vysunutým podvozkem a plně vysunutými klapkami. Při průletu výškou 1000 ft v nestabilní konfiguraci by měl pilot zvážit postup nezdařeného přiblížení. Během přiblížení věnuje pilot svoji pozornost částečně kontrole palubních přístrojů a částečně pohledu z kabiny tak, aby nejpozději ve výšce rozhodnutí měl vizuální kontakt a mohl se rozhodnout pro přistání. K tomu aby mohl přistát je dále potřeba obdržet od služby řízení letového provozu povolení k přistání. Toto povolení by mělo být vydáno před dosažením výšky DH.



Obrázek 13 - Ukázka schématu ILS zdroj: autorka

## 2.3 Přiblížení s vertikálním vedením – Approach Procedure with Vertical guidance (3D přiblížení)

„Postup přiblížení podle přístrojů vycházející z navigace založené na výkonnosti (PBN), navržený pro 3D přiblížení podle přístrojů druhu A.“ [2] Vedení je pilotovi zajištěno informacemi z pozemních navigačních prostředků, satelitních družic nebo mohou být navigační údaje vytvářeny palubním počítačem. Příkladem je přiblížení prostřednictvím barometrické vertikální navigace (APV Baro) nebo APV SBAS.

### 2.3.1 GNSS

Nejvýznamnějšími formami družicových navigačních systémů (GNSS – Global Navigation Satellite System) jsou:

- NAVSTAR – GPS (Navigation system with Timing And Ranging, Global Positioning System)
- GLONASS (Globalnaja Navigacionnaja Sputnikovaja Sistěma)

- GALILEO

*„Všechny tři výše uvedené systémy GNSS obsahují definované sestavy navigačních umělých družic Země (NUDZ). Které v součinnosti s pozemními řídicími a komunikačními středisky umožňují uživatelským palubním nebo pozemním přijímačům určovat okamžité polohy těchto přijímačů (fázových středů jejich přijímacích antén), rychlosti jejich pohybu a čas.“ [9]*

Přesnost a spolehlivost GPS je zatížena chybami vznikajícími z různých příčin, jejich účinky lze eliminovat a v případě podpory augmentačních prostředků jako je SBAS, GBAS a ABAS (Aircraft Based Augmentation System) dosáhnout přesnosti v řádu centimetrů. [9] Dalším přínosem těchto technologií je zvýšení úrovně dostupnosti, nepřetržitosti a integrity.

Principem činnosti GNSS je dálkoměrná metoda. Na základě měření času je určena vzdálenost a ze soustavy rovnic následně 3D poloha. Pro vyhodnocení polohy je potřeba přijetí signálu alespoň 4 družic, v případě přijetí signálu 5 družic je možné rozpoznání chybné funkce satelitů. A v případě kontaktu se 6 družicemi můžeme vyhodnotit, který satelit nefunguje správně a vyloučit ho tak z měření.

*„GPS poskytuje informace ve třech dimenzích – zeměpisná délka, zeměpisná šířka a výška. Každé palubní zařízení je vybaveno databází, která se aktualizuje každých 28 dní. Tato databáze obsahuje informace o letištích, komunikačních kmitočtech, o radiomajácích VOR a NDB, informace o navigačních bodech prostorové navigace a o příletových a odletových tratích.“ [1]*

Z obecného hlediska je přiblížení využívající k navigaci satelitní navigace považováno jak za 3D, tak za 2D přiblížení. Podle níže uvedené tabulky lze za 3D přiblížení označit přiblížení GNSS – GBAS, GNSS – SBAS cat I., GPS přiblížení dosahující minim LPV a LNAV/VNAV, APV Baro, APV SBAS II. a III. kategorie, a za 2D RNAV (GNSS) NPA.

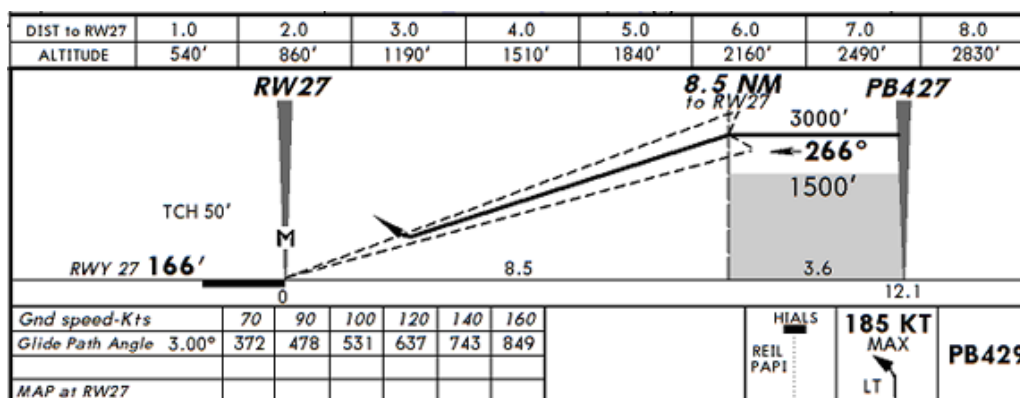
Tabulka 3 - Značení a klasifikace jednotlivých druhů přiblížení  
zdroj: autorka

Klasifikace	Druh přiblížení	Navigační zdroje	Označení minim
<b>NPA</b> Nepřesná přístrojová přiblížení	VOR, NDB, LOC	VOR, NDB, LOC, (DME)	Bez označení
	RNAV (GNSS) NPA	GPS	LNAV
<b>APV</b> Přiblížení s vertikálním vedením	APV Baro	GPS + Baro	LNAV/VNAV
	APV SBAS	GPS + SBAS	LNAV/VNAV LNAV
<b>PA</b> Přesná přiblížení	ILS	ILS (LOC + GS)	ILS
	GLS	GPS + GBAS	GLS
	APV SBAS I. cat	GPS + SBAS	LPV

Výška rozhodnutí je vypočtena jako součet výšky překážky, možnosti ztráty výšky a požadavku provozovatele.

$$DA/DH = \text{výškový požadavek provozovatele} + \text{OCA/H (překážka + ztráta výšky(HL))} [1]$$

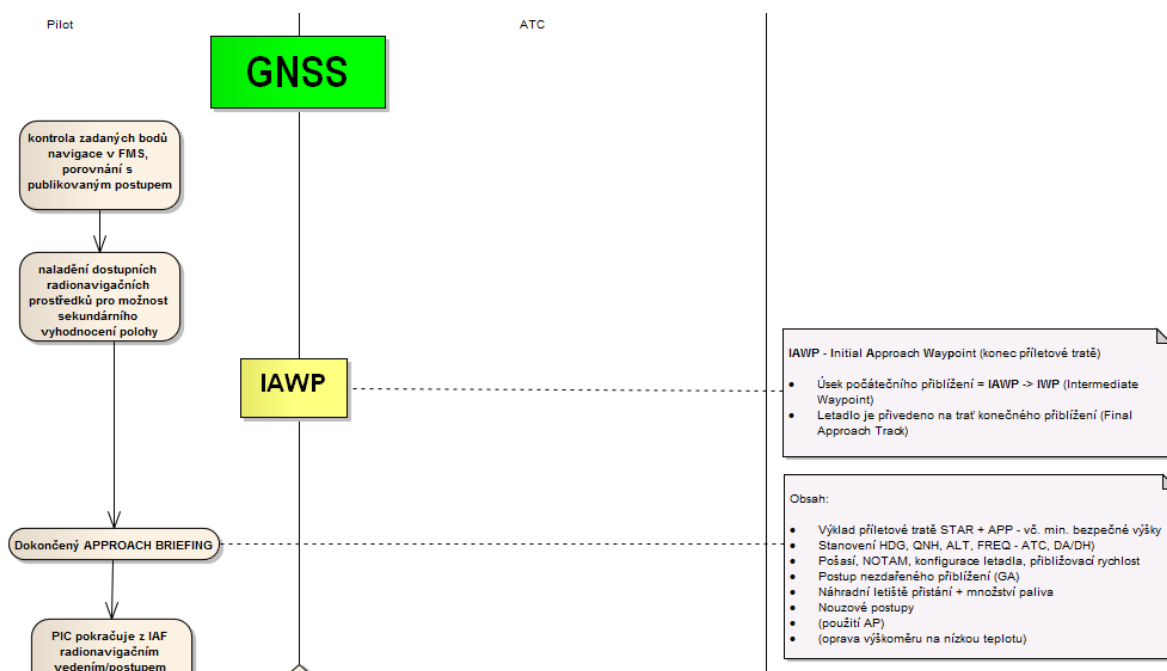
Obdobně jako u přiblížení ILS, jsou pilotovi informace přístupné nejen z palubního počítače, ale i z publikovaných map. Nejdůležitější částí pro přistání je tabulka výšek a vzdáleností, která je doplněna vertikálním profilem úseku konečného přiblížení a tabulkou závislosti vertikální rychlosti na rychlosti přiblížení.



Obrázek 14 - Část mapy Jeppesen  
zdroj: [http://code7700.com/images/lfpb\\_rnav\(gnss\)\\_rwy\\_27.png](http://code7700.com/images/lfpb_rnav(gnss)_rwy_27.png)

### 2.3.1.1 Činnost pilota

Rozhodne-li se pilot o provedení přiblížení GNSS, musí před zahájením klesání zadat případně zkontrolovat zadání bodů družicové navigace v palubním počítači (FMS – Flight Management System). Tyto body porovná s publikovaným postupem v letové dokumentaci. Pro možnost sekundárního vyhodnocení svojí polohy využívá pilot dostupné radionavigační prostředky, naladí tedy příslušné frekvence klasické navigace. Primární vedení probíhá především pomocí funkce autopilota po trati složené z bodů družicové navigace. Souběžně pilot provádí činnosti stanovené metodikou letu, tedy snižuje rychlost, vysouvá klapy a podvozek, apod. V úseku konečného přiblížení, nejpozději ve výšce 500 ft je letadlo v přistávací konfiguraci. Pokračuje v klesání do výšky rozhodnutí DA/H kde vyhodnotí svoje vizuální reference a rozhodne se přistání dokončit nebo provede postup nezdařeného přiblížení.



Obrázek 15 - Ukázka schématu GNSS (APV)  
zdroj: autorka

## 2.4 Nepřesné přiblížení – Non Precision Approach (2D přiblížení)

Jako nepřesné přiblížení je označeno přístrojové přiblížení, během kterého je poskytováno pouze směrové vedení. Pilot má spojitou informaci o horizontální poloze, je schopen vyhodnotit v každém okamžiku svojí polohu vpravo/vlevo od publikované trati. Vertikální vedení je poskytováno pouze ve stanovených bodech. Pilotovi je v době jejich přeletu umožněno kontrolovat svojí výšku, která je uvedena v tabulce v přibližovací mapě. Na základě rychlosti letu a vlivu větru si pilot zvolí gradient klesání. Na základě rozdílu

publikované hodnoty a hodnoty v době přeletu upravuje gradient klesání, aby dosáhl optimálního sestupového úhlu. Zvýšením počtu bodů nebo fixů je pilotovi umožněna častější kontrola a tím i optimálnější a plynulejší klesání. Rovina sestupu je vyjádřena procenty (%).

*„Pilot se u všech druhů nepřesných přístrojových přiblížení musí v rámci briefingu na přistání mj. seznámit s výškou středního přiblížení a se sklonem sestupové roviny.“* [1] Také musí být pilot seznámen se vzdáleností FAF, důležité je i povědomí o výškách nad jednotlivými fixy. Významné jsou dále údaje o poloze bodu MAPt, postupu pro nezdařené přiblížení a hodnotě minimální výšky pro klesání MDA/H. Do skupiny nepřesných přístrojových přiblížení patří: ILS bez elektronické skluzové roviny (ILS – LLZ ONLY), přiblížení VOR/DME, přiblížení NDB, GNSS (RNAV) a přiblížení SRA.

Z hlediska provedení se nepřesná přiblížení nějak výrazně neliší. *„Dá se říci, že pro jednu dráhu je úsek počátečního přiblížení identický pro všechny druhy přiblížení, které jsou pro tuto dráhu publikovány.“* [1] Rozdíl spočívá především v přesnosti a spolehlivosti použitých přistávacích zařízení, tedy druhu přiblížení, který se projeví až v úseku středního přiblížení. Korekce kurzu je prováděna na základě informací z palubních navigačních přístrojů

a k udržení optimálního sestupového kurzu jsou využity informace v přibližovacích mapách.

Možnosti jak udržet vertikální dráhu u NPA jsou následující:

- Konečné přiblížení stálým klesáním (CDFA)
- Klesání pod konstantním úhlem
- Postupné klesání

Provozovatelé si zvolí jednu ze tří technik, v praxi je upřednostňována technika CDFA. Provozovatel by ji měl volit kdykoliv je to možné. Hlavním důvodem je, že tato metoda snižuje pracovní zátěž pilota, snižuje možnost chyby a tím zvyšuje celkovou bezpečnost prováděného přiblížení.

Neumožňuje-li terén v okolí letiště nebo jiné okolnosti použití metody CDFA, je doporučena metoda klesání pod konstantním úhlem. Metoda postupného klesání je sice označována jako tradiční, zároveň je však považována za nejnebezpečnější, protože je významně náchylná na chyby pilotáže v důsledku vysoké rychlosti klesání.

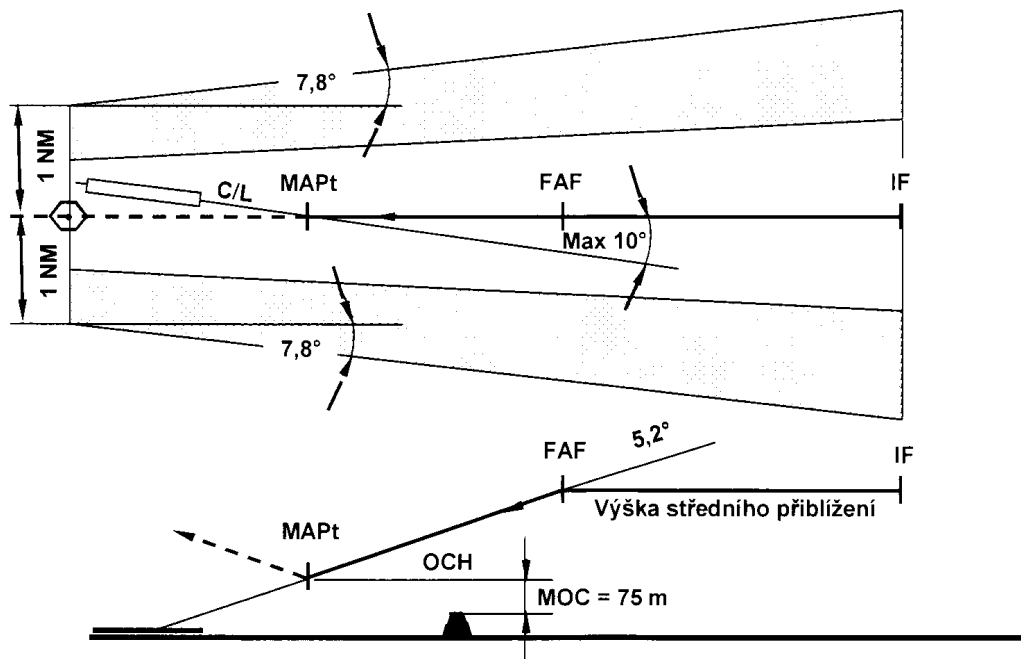
## 2.4.1 VOR/DME

Přiblížení VOR/DME využívá kombinovaného radionavigačního zařízení, které je složeno z majáku VOR a zařízení DME. Během přiblížení není poskytována souvislá informace o výškovém vedení letadla, proto je přiblížení řazeno mezi nepřesná. Pilot je schopen vyhodnocovat svoji polohu pouze v horizontální rovině a vůči ní provádět opravné korekce. Kontrola výšky je umožněna ve stanovených fixech na základě publikovaných výšek.

VOR je všesměrový vysílač, vysílající dva signály, a to referenční a proměnný. *„Referenční signál je nezávislý na poloze letadla a proměnný signál má takový fázový posuv, jako má polohu letadlo vůči magnetickému severu, vzhledem k majáku.“* [1] Palubní zařízení vyhodnocuje fázový rozdíl těchto signálů, kterému je možno přiřadit směr a hodnotu – radiál. Na letištích je instalován v blízkosti dráhového systému. Přesnost vedení se zvyšuje s přiblížením k majáku. Proto je preferováno přiblížení „TO“ („K“), vyžadují-li překážkové požadavky jinak, nevylučuje se ani přiblížení „FROM“ („OD“).

DME (Distance Measure Equipment) je zařízení využívané v letectví pro určení vzdálenosti letadla od zařízení. Pro účely přiblížení a přistání je toto zařízení sdružováno se zařízením VOR. Vzdálenost je zjištěna měřením časové prodlevy mezi vysláním a přijetím signálu.

Jak bylo zmíněno výše, úsek počátečního přiblížení IAF – IF je pro určitou dráhu stejný pro všechny druhy přiblížení. Odlišnosti se objevují až v úseku středního přiblížení IF – FAF, a projevují se především v hodnotách ochranného prostoru a výšky rozhodnutí. V případě přiblížení VOR/DME je ochranný prostor shodný s konečným přiblížením. *„Ten se rozšiřuje v místě VOR z celkové šířky 2 NM (3,7 km) až na úroveň IF pod úhlem 7,8°.“* [1] V primárním ochranném prostoru dosahuje minimální výška na překázkami (MOC) hodnoty 150 m, v sekundárním se postupně snižuje až na nulovou hodnotu.

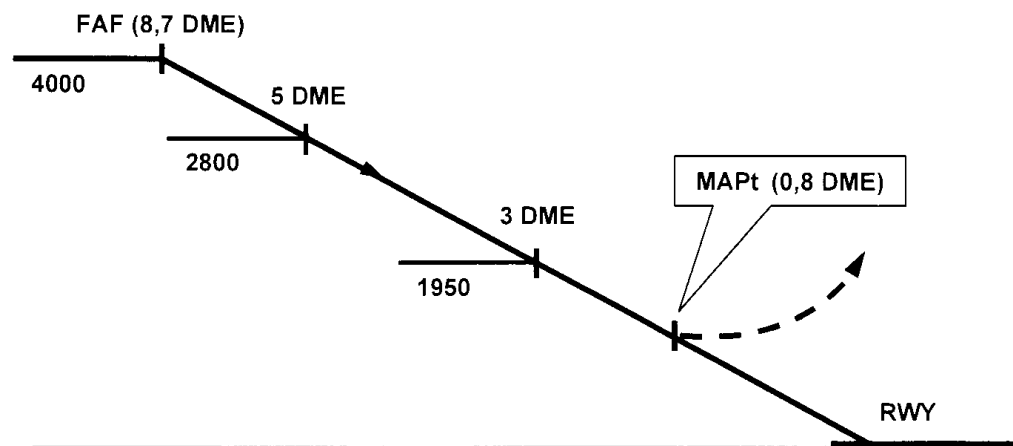


Obrázek 16 - Úsek středního a konečného přiblížení VOR/DME  
zdroj: Letové postupy a provoz letadel [1; str. 92]

V případě přiblížení VOR/DME je výška rozhodnutí DH nahrazena minimální výškou pro klesání MDA/MDH (Minimum Descent Altitude/Height). Je to výška, pod kterou nesmí být provedeno klesání nebyl-li získán vizuální kontakt. Rozdíl spočívá v odlišném stanovení výšky OCH.

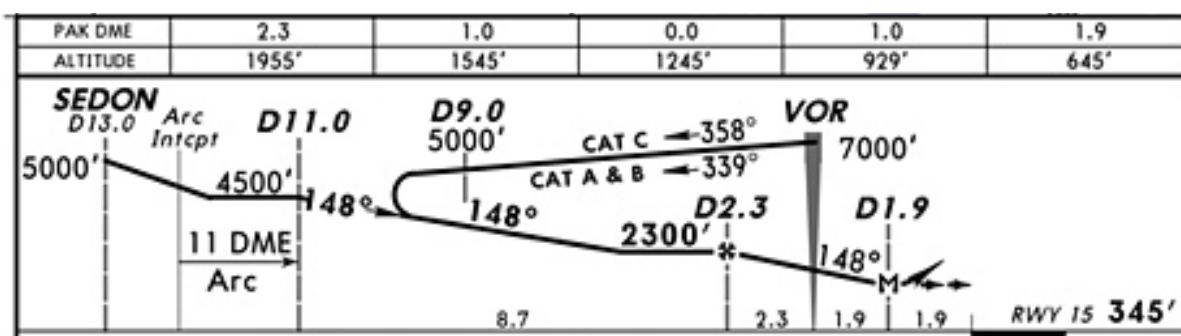
$$\text{MDA/MDH} = \text{požadavek provozovatele} + \text{OCA/H (výška překážky + MOC)} [1]$$

V konečném přiblížení by mělo být dosaženo optimálního gradientu 5,2%, jeho hodnota by se měla udržovat v rozmezí 4,3 - 6,5%. V mapě v profilu přiblížení jsou uvedeny fixy s optimální výškou, podle kterých pilot kontroluje svoji výšku v závislosti na vzdálenosti. Na základě těchto kontrol pilot opravuje vertikální rychlost klesání s cílem dosáhnout optimálního gradientu.



Obrázek 17 - Fixy v průběhu konečného přiblížení VOR/DME  
zdroj: Letové postupy a provoz letadel [1; str. 92]

Údaje jsou uvedeny v tabulce, jejich počet je odlišný, závislý na konkrétní dráze přiblížení. Neměl by však přesahovat počet 5, aby nedošlo k přemíře informací.



Obrázek 18 - Část mapy Jeppesen  
zdroj: [http://s201.photobucket.com/user/aterpster/media/VLPS\\_131\\_zpsced478d5.jpg.html](http://s201.photobucket.com/user/aterpster/media/VLPS_131_zpsced478d5.jpg.html)

Dále je v mapě publikována rychlostní tabulka, která pilota informuje o čase, za který doletí z bodu FAF do bodu MAPt, a jakou vertikální rychlost klesání by měl v závislosti na přiblížovací rychlosti zvolit.

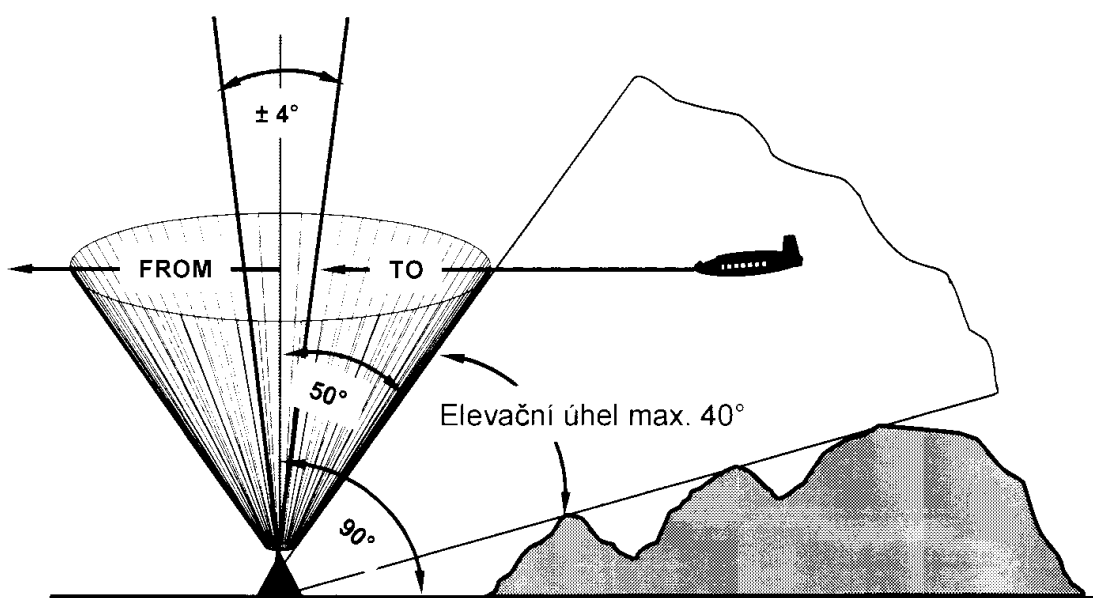
Gnd speed-Kts	70	90	100	120	140	160
Descent Gradient 5.2%	369	474	527	632	737	843
MAP at D1.9						
D2.3 to MAP	4.2	3:36	2:48	2:31	2:06	1:48

Obrázek 19 - Část mapy Jeppesen  
zdroj: [http://s201.photobucket.com/user/aterpster/media/VLPS\\_131\\_zpsced478d5.jpg.html](http://s201.photobucket.com/user/aterpster/media/VLPS_131_zpsced478d5.jpg.html)



### 2.4.1.1 Kužel nespolehlivé indikace

Kužel nespolehlivé indikace, je označení místa při přeletu zařízení VOR, kde je signál nestálý, deformovaný, nehomogenní, jinými slovy je nespolehlivý. To se projevuje neuspořádaným vychýlením ručičky indikátoru. Kužel je vymezen úhlem  $\pm 50^\circ$ , v této části je signál nepoužitelný. Osa s rovinou země svírá úhel  $90^\circ$ . To by v případě terénu bez překážek a nerovností umožnilo elevační úhel (využitelný) maximálně  $40^\circ$ . Z tohoto důvodu je při instalaci zařízení VOR nutno hledat takový terén, který umožní alespoň přiblížení maximální hodnotě. Po nalétnutí do části nespolehlivé indikace, dochází k mírnému chvění ručičky, které s přiblížením zintenzivní až na nestabilní hodnotu. V úhlu  $\pm 4^\circ$  ve vnitřní části kužele dochází k překlápění indikace FROM / TO.

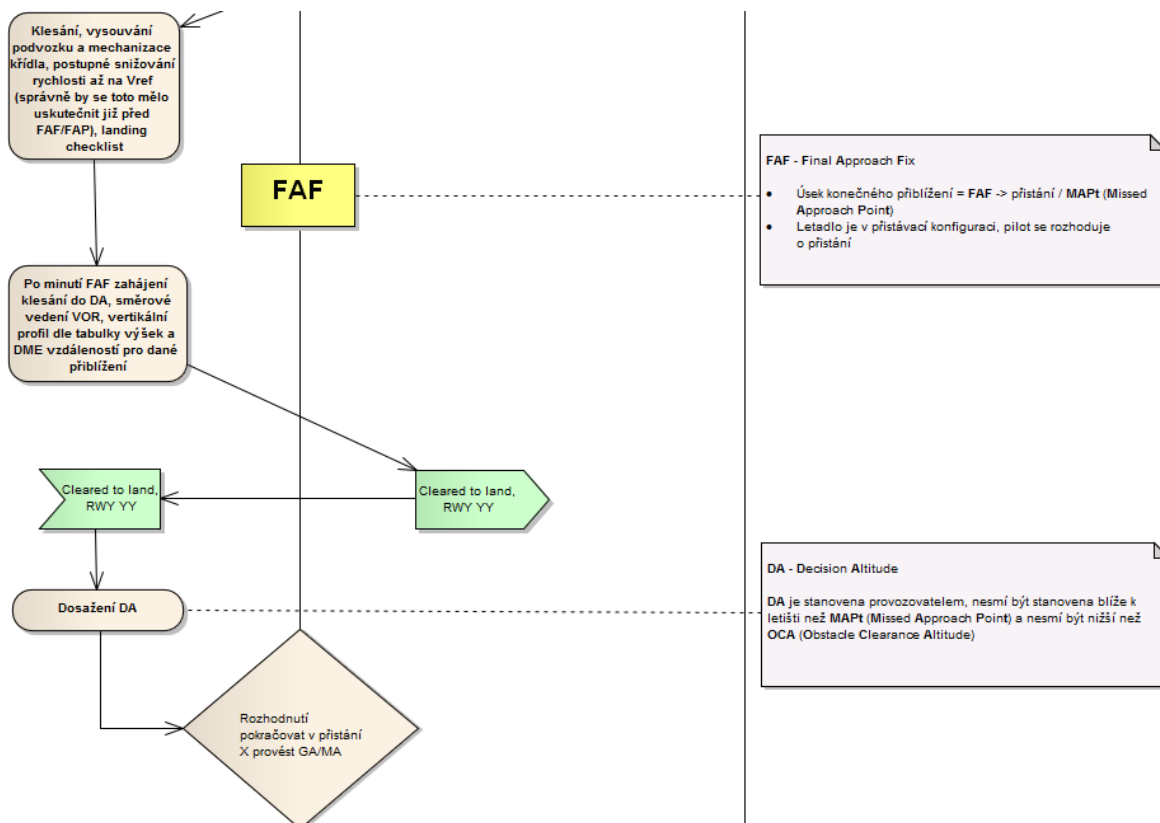


Obrázek 20 - Kužel nespolehlivé indikace VOR/DME  
zdroj: Letové postupy a provoz letadel [1; str. 91]

### 2.4.1.2 Činnost pilota

Z údajů v mapě v části briefing strip, případně v grafické části nalezne pilot potřebné údaje pro zahájení přiblížení. Po nalétnutí příslušného radiálu pokračuje pilot na trati konečného přiblížení až do bodu FAF. V průběhu středního přiblížení dochází ke snižování rychlosti, vysouvání klapek a podvozku. V bodě FAF je letadlo v přistávací konfiguraci a udržuje stabilní rychlost přiblížení. Pilot zahájí klesání, vertikální rychlost je zvolena na základě rychlostní tabulky. V průběhu přiblížení je upravována podle publikovaných hodnot výšek a vzdáleností tak, aby bylo dosaženo optimálního sestupové roviny. Klesání končí dosažením výšky MDH, která je v optimálním případě dosažena před bodem MAPt,

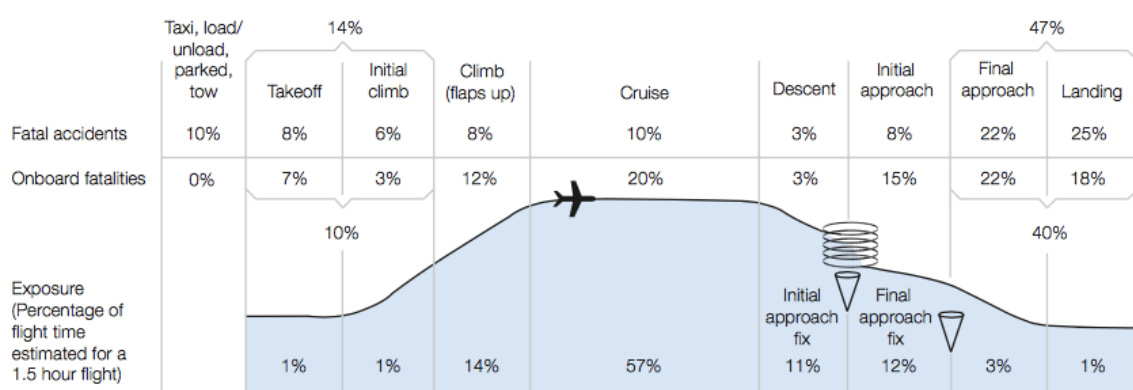
nejpozději však v tomto bodě. Nyní se musí pilot rozhodnout na základě získaných vizuálních referencí o dalším postupu. Zhodnotí-li reference jako postačující pokračuje v přiblížení, v opačném případě provede postup nezdařeného přiblížení.



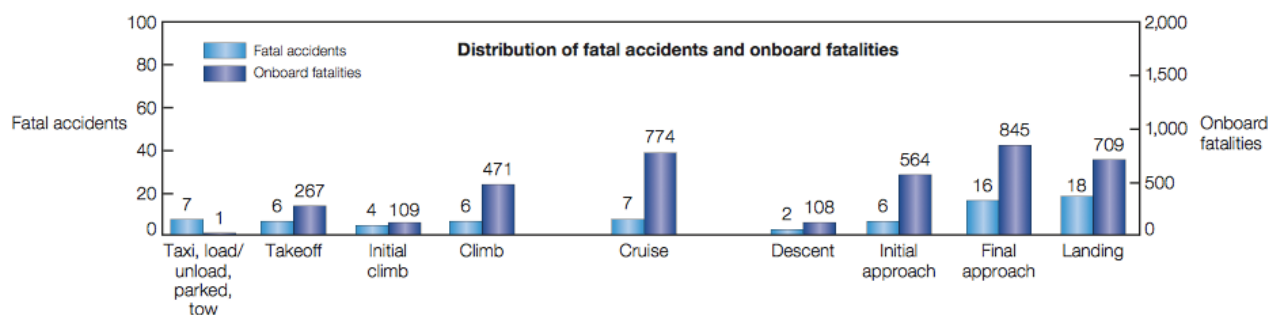
Obrázek 21 - Ukázka schématu VOR/DME zdroj: autorka

### 3 Určení kritických míst přiblížení

Jak již bylo poznamenáno v úvodu, k největšímu počtu leteckých nehod dochází v konečné fázi letu, kterou tvoří přistání a přiblížení na přistání. Obrázek níže graficky zpracovává statistiky z let 2004 - 2013, je z něj patrné, že podíl nehod které se staly během sestupu, přiblížení a přistání tvoří 58%. Z toho 3% se odehrála během klesání, v průběhu přiblížení se událo 30% nehod, přičemž počáteční přiblížení má podíl pouze 8%, nebezpečnější je konečná fáze přiblížení s 22%. Největší podíl zaujímá přistání s 25%. Po přistání je tedy nejrizikovější částí konečné přiblížení. [10]



Note: Percentages may not sum precisely due to numerical rounding.



Obrázek 22 - Fatal Accidents and Onboard Fatalities by Phase of Flight  
zdroj: [http://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/company/about\\_bca/pdf/statsum.pdf](http://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/company/about_bca/pdf/statsum.pdf)

Příčiny byly nastíněny již v úvodu práce. Následně budou vyhodnocena kritická místa konečné fáze letu, porovnány jednotlivá přiblížení a stanoveny návrhy na odstranění kritických míst. Vyhodnocení proběhne analýzou procesů přiblížení. Jednotlivé druhy přiblížení budou postupně analyzovány pomocí vytvořených schémat. V následujících kapitolách jsou reprezentovány ukázkami, celá schémata jsou součástí příloh. S cílem nalézt možné body, které jsou v postupu nebezpečné a jejich porušením může dojít k leteckému incidentu nebo letecké nehodě. Tyto body – kritická místa, jsou ve schématech označena červeným bodem.

### 3.1 Obecné příčiny nehod a incidentů

„Většina nehod bývá zpětně hodnocena jako řetězec špatných rozhodnutí.“ [11] Obecně platí,

že neočekávaná událost nemá jen jednu určitou příčinu, převážně se jedná o souhrn více okolností a přispívajících faktorů, jejichž vyústěním může být letecká nehoda nebo incident.

Podle příčin je možné letecké nehody dělit do několika skupin:

- počasí
- nezvládnuté přiblížení, nestabilizované přiblížení
- technické příčiny
- teroristický čin
- skladba posádek, únava
- obsazená dráha

Dojde-li k nehodě až během závěrečné fáze letu, má většinou obdobnou povahu. Let probíhá klidně, posádka vzájemně komunikuje a řízení probíhá bez problémů. Objeví-li se nějaká komplikace nebo neočekávaná okolnost například: pozdní povolení ke klesání, výrazné zkrácení trati, nedostatečná informovanost, problémy s komunikací, změna dráhy pro přistání, náhlá změna počasí a pod. Dojde u posádky k nárůstu pracovního vyčerpání. Překročí-li určitou mez, která je pro každou posádku individuální, začne posádka jednat chybně. Hlavním problémem je nedostatek času na dostatečné posouzení situace a správné vyhodnocení. Dochází ke ztrátě objektivnosti a mylným závěrům. Velitel není schopen správně velet, což u nezkušených pilotů může vést k izolaci a pasivitě. Není neobvyklé, že posádka přestane komunikovat a spolupracovat úplně. To je často důsledkem, že k rozhodnutí, ač správnému, dochází pozdě a nastalá situace již nemá možné řešení. Vše vyústí k letecké nehodě nebo leteckému incidentu. [12]

#### 3.1.1 Letecká nehoda

Letecká nehoda je událost spojená s provozem letadla a odehrála se mezi dobou nástupu a výstupu osob s cílem vykonat let a při které:

- některá z osob byla smrtelně nebo těžce zraněna následkem provozu letadla
- letadlo bylo zničeno, nebo výrazně poškozeno
- letadlo je nezvěstné nebo na zcela nepřístupném místě [13]

### 3.1.2 Letecký incident

Letecký incident je událost jiná než letecká nehoda, spojená s provozem letadla, která ovlivňuje nebo by mohla ovlivnit bezpečnost provozu. Jedná se o chybnou činnost osob nebo nesprávnou činnost leteckých a pozemních zařízení v leteckém provozu, jeho řízení a zabezpečování, jejíž důsledky však zpravidla nevyžadují předčasné ukončení letu nebo provádění nestandardních (nouzových) postupů. Incidentsy se podle příčiny rozdělují na letové, technické, v řízení letového provozu, v zabezpečovací technice a jiné. [13]

### 3.1.3 Stabilizované přiblížení

Stabilizované přiblížení je obecně považováno za bezpečnější. „Všechna přiblížení musí být stabilizovaná nejpozději ve výšce 1000 ft (300 m) nad zemí za IMC (meteorologické podmínky letu podle přístrojů) nebo 500 ft (150 m) v podmínkách VMC (meteorologické podmínky letu za viditelnosti). Přiblížení je považováno za stabilizované, pokud jsou splněna následující kritéria:

- letadlo je na sestupové rovině
- letadlo je usazeno v přiblížovací ose přiblížení
- k udržení letadla na přiblížovací ose a sestupové rovině jsou třeba pouze malé změny kurzu a podélného sklonu
- rychlost letadla není větší než  $v_{ref} + 20$  kts a není menší než  $v_{ref}$  ( $v_{ref}$  – přiblížovací rychlost)
- letadlo je v přistávací konfiguraci (podvozek vysunut, klapky vysunuty v přistávací poloze)
- rychlost klesání nepřesahuje  $1000 \text{ ft} \cdot \text{min}^{-1}$
- jsou přečteny všechny „checklisty“.“ [14]

Výše uvedená kritéria nejsou kompletní, jedná se pouze o nejdůležitější z požadovaných. V případě nedodržení alespoň jedné výše uvedené podmínky, je přiblížení považováno za nestabilizované. V takovém případě je vyžadováno provedení postupu nezdařeného přiblížení.

## 3.2 Faktory přispívající ke vzniku nehod a incidentů

Příčiny leteckých nehod a incidentů při přistání a přiblížení mohou být výrazně umocněny dalšími faktory, například:

- nedbalá předletová příprava
- zanedbání příprav na přistání

- nedodržení SOP (Standardní operační postupy), CRM (Crew Resource Management)
- komunikace
- pozdní Approach Briefing

Kritická místa mohou vzniknout již před zahájením letu. Letištím jsou podle kritéria obtížnosti přiděleny kategorie (A - C), pilot musí být zvolen s ohledem na svojí traťovou kvalifikaci. Z dostupných informací (VOLMET, ATIS, ATC) se velitel letadla ještě před zahájením přiblížení přesvědčí o povětrnostních a provozních podmínkách letiště a o stavu dráhy, kterou plánuje pro přistání zvolit. Zpráva o počasí by měla být co nejaktuálnější, interval mezi informací o počasí a zahájením klesání by neměl přesáhnout 15 minut. S přihlédnutím k aktuálním meteorologickým podmínkám, se velitel letadla rozhodne o zahájení přiblížení, jinak je zahájen let na alternativní letiště. Významnou roli hraje čas, během kterého musí dojít k rozhodnutí.

V případě rozhodnutí o přiblížení následuje Approach Briefing. Jehož hlavním cílem je informování členů posádky o plánovaném postupu přiblížení a přistání. Piloti mají povinnost seznámení se s alternativní RWY a s postupy pro nezdařené přiblížení. Briefing je realizován v logické posloupnosti, nejlépe ještě před zahájením klesání, kdy je posádka v relativně menším pracovním vytížení a je tedy schopna lepší koncentrace a kontroly. Je třeba věnovat zvýšenou pozornost komunikaci a porozumění. Případně vzniklé nejasnosti a sporná místa je nutno řešit hned. Po dokončení musí být členové posádky jasně informováni a veškeré pochybnosti musí být vyloučeny.

Po zahájení klesání je pozornost věnována především dodržení správného vertikálního profilu, ten je blíže specifikován v mapě konečného přiblížení. Piloti se zcela koncentrují na vedení letounu po určené trati. V případě ohlášení změny dráhy, znají piloti své povinnosti a kompetence, které si stanovili již během Approach Briefingu.

### 3.3 Všeobecné chyby pilotáže

Výcvik pilotů je převážně prováděn v podmínkách VMC, i nácvik IFR letů probíhá během podmínek za vidu. To je patrně hlavní příčina, která způsobuje výrazné rozdíly ve schopnostech provedení IFR a VFR letu pilotem – žákem. Během nácviku IFR letu při vizuálních meteorologických podmínkách, je určitá část referencí o poloze získána díky perifernímu vidění. Při skutečném IFR letu tento vjem nezkušeným začínajícím pilotům chybí, což může zapříčinit nedostatečné vyhodnocení polohy, které má za následek

neudržení správné výšky a směru. To vede k růstu pracovní vyčerpání, která se dále stupňuje s požadavkem provedení dalších úkonů jako např.: provedení zatáčky, sestup. V konečném důsledku může znamenat ztrátu kontroly nad letadlem.

Další nedostatky jsou spojené s nedbalým, nevčasným a nedůsledným provedením Approach Briefingu. Obecně panují sklony realizovat briefing až po zahájení klesání, což vede k intenzivnější pracovní zátěži, která má za následek zvyšování stresu. To jsou příznačné okolnosti pro vznik možných chyb. Nedbalé postupy zapříčiňují opominutí a vynechání určitých bodů, které mohou být rozhodující v krizových situacích. Převážně se pak jedná o řetězení událostí. Nedbalé zmínění alternativní RWY a nedůsledné rozdělení úkolů, může zapříčinit vznik nehody, obdobně je tomu tak u postupu nezdařeného přiblížení, které vyžaduje reakci bez prodlení. Tyto události navíc ohrožují nejen samotné letadlo, ale i okolní provoz letiště.

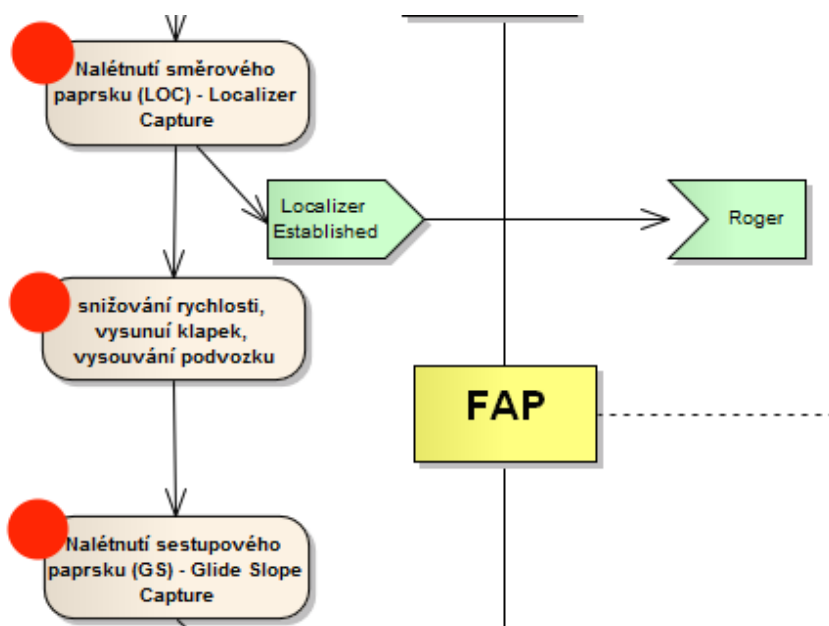
Pozdní nebo neúplné provedení briefingu může dále vyústit v situaci, kdy pilot není schopen dokončit přiblížení podle stanoveného postupu. Současně dokončuje briefing, letadlo nastavuje do požadované přistávací konfigurace, udržuje optimální sestupovou trať a komunikuje s řídicím letového provozu. V takovém okamžiku je téměř nemožné adekvátně reagovat a nedopustit se žádné chyby.

Dalším problémem je tendence podklesávat výšky rozhodnutí ve snaze získat vizuální kontakt a dokončit tak přistání za každou cenu. To zvyšuje možnost střetu s překážkami, jelikož nejsou dodržovány ochranné prostory. V důsledku udržení letadla v optimální ose, je často zanedbána kontrola palubních přístrojů, především výškoměru, rychloměru a kontrola vzdálenosti od prahu dráhy. Opačným případem je přílišné upnutí se ke kontrole palubních přístrojů a nevčasné hledání vizuálních referencí.

### **3.4 Kritická místa jednotlivých přiblížení**

Výše zmíněné chyby se mohou vyskytovat u všech druhů přiblížení. Konkrétní přiblížení může mít i svá ojedinělá kritická místa.

### 3.4.1 Kritická místa přiblížení ILS



Obrázek 23 - Příklad kritických míst ILS  
zdroj: autorka

- Nedbalý nebo pozdní Approach briefing
  - Kontrola zařízení ILS
- Pozdní provedení mechanizace, nedostatečná kontrola rychlosti
- Přílišná oprava směru
- Předčasné nalétnutí GS, kontrola GS
- Vizuální reference
- Podklesání výšky DA/DH

Důsledky povrchního Approach briefingů jsou popsány již výše, projevují se obzvláště v případech, kdy je nutné zahájit postup nezdařeného přiblížení. Specifikem Approach briefingů přiblížení ILS je ověření správnosti naladění příslušné frekvence radionavigačního zařízení odposlechem Morseova kódu. Ten často není pilotem řádně zkontrolován a je pouze odposlechnut.

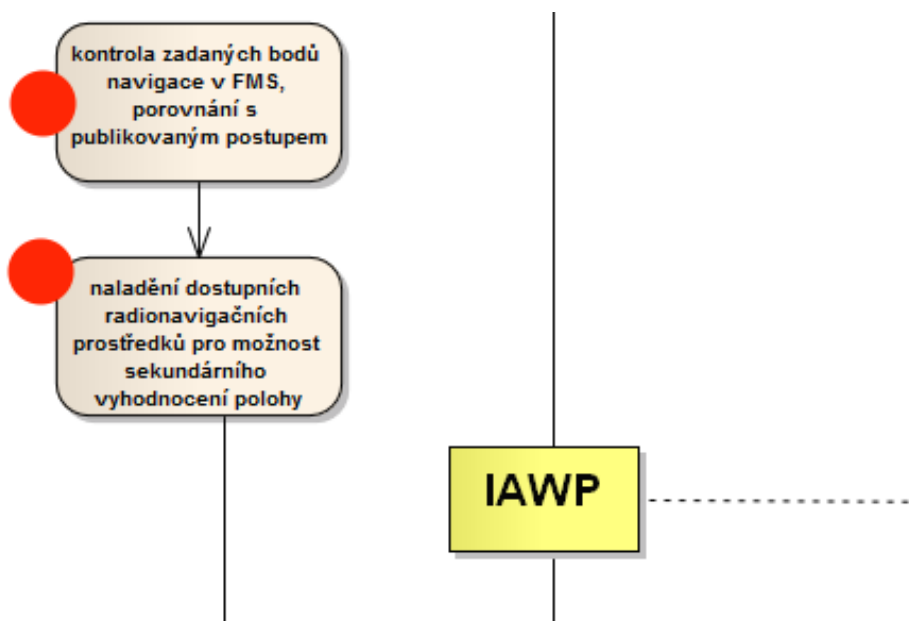
Špatné načasování mechanizace vede k růstu vytíženosti posádky, následkem může být i nestabilizované přiblížení. Jako stabilizované přiblížení může být označeno přiblížení, které je provedeno s maximální výchylkou jedné tečky od optimální sestupové dráhy. Nebezpečné je i nedodržení správné rychlosti přiblížení, které je doprovázeno jejím nedostatečným monitoringem, následkem tohoto kritického místa může být pozdní reakce v případě výstrahy před pádem.



Po nalétnutí směrového paprsku pilot provádí už jen drobné opravy odchylek. Velké korekce mohou způsobit oscilování kolem osy s následkem nestabilního přiblížení. K nalétnutí sestupového paprsku GS by mělo dojít až v úseku konečného přiblížení, kde je zaručeno správné krytí. Kombinace chybného nastavení výškoměru a brzkého nalétnutí GS může znamenat klesání po falešné sestupové rovině a nesprávný úhel klesání, tomu lze zabránit kontrolou výšek a vzdáleností.

Vizuální referenci by měl pilot získat již před dosažením výšky rozhodnutí. Optimálně v počáteční fázi přiblížení pilot plně kontroluje palubní přístroje, postupně rozděljuje svoji pozornost a částečně ji věnuje pohledu z kabiny, ve výšce rozhodnutí je na základě vizuálních referencí rozhodnut o dalším postupu. Brzké vizuální reference mohou vyústit v další kritický bod, a to srovnání do osy dráhy na jejich základě. Letadlo je ale potřeba dále navigovat podle přístrojů až do výšky podrovnání. Nedostatečné vizuální reference naopak často vedou k podklesání výšky rozhodnutí.

### 3.4.2 Kritická místa přiblížení APV



Obrázek 24 - Příklad kritických míst GNSS (APV)  
zdroj: autorka

- Orientace v letovém plánu
- Zanedbání možnosti sekundárního vyhodnocení
- Nedbalý nebo pozdní Approach briefing
  - Chybné nastavení baro výškoměru
- Monitoring palubních přístrojů

- Pozdní mechanizace
- Vizuální reference
- Podklesání DA

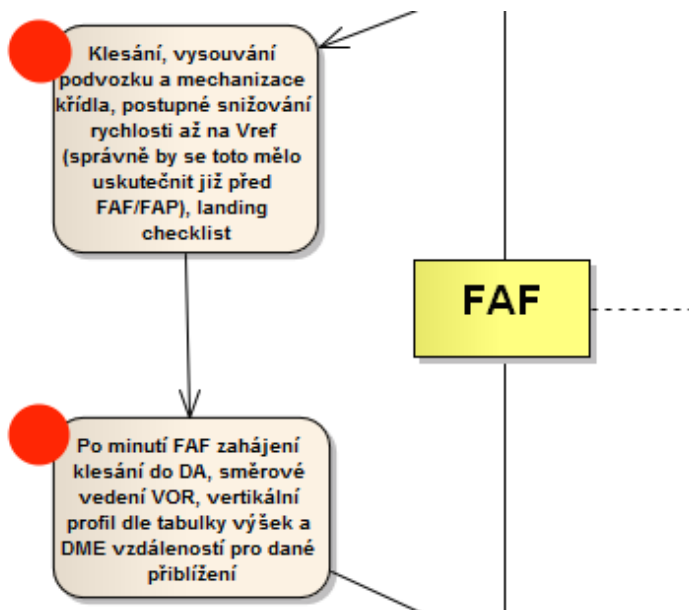
V první fázi, nejlépe před úsekem počátečního přiblížení, by měl pilot podle dostupných informací pečlivě zkontrolovat zadané body, jejich název je pětímístný, tvořen kombinací čísel a písmen. Odlišené zpravidla jen jedním znakem, to může komplikovat orientaci v letovém plánu. Tento fakt může být pro posádku stresující a zvýšit pracovní zátěž. Ke kontrole by tedy mělo dojít co možná nejdříve, kdy není na pilota kladeno velké množství požadavků, jako je tomu v průběhu přiblížení a přistání.

Pilot by měl využívat všechny dostupné možnosti informací, neměl by tedy spoléhat pouze na navigaci GNSS ale v případě vybavenosti letiště využít i ostatní navigační zařízení, jako sekundární zdroje pro vyhodnocení polohy.

I u tohoto druhu přiblížení je za kritické místo považován Approach briefing, v případě přiblížení APV Baro musí být zvýšená pozornost věnována nastavení barometrickému výškoměru a jeho korekci na případné teplotní odchylky od hodnot mezinárodní standardní atmosféry – ISA. V přibližovací mapě je určena i minimální hodnota teploty, do které lze barometrický výškoměr použít.

Výraznější pozornost je vhodná i v případě vyhodnocení počasí. Nepříznivé podmínky pro přistání, mlha, sníh déšť společně s již zmíněnou ztíženou orientací v letovém plánu mohou vyústit v prostorovou dezorientaci podklesání výšky rozhodnutí a ztrátě kontroly nad letadlem. Pozdní mechanizace by opět znamenala navýšení vytížení posádky, čímž vzniká prostředí pro vznik dalších chyb a možné nestabilizované přiblížení.

### 3.4.3 Kritická místa přiblížení VOR/DME



Obrázek 25 - Příklad kritických míst VOR/DME  
zdroj: autorka

- Nedbalý nebo pozdní Approach briefing
  - Identifikace a správné nastavení radionavigačních prostředků
- Špatné nastavení výkonnostních parametrů
- Monitoring palubních přístrojů
- Stabilizované přiblížení
- DME nahrazováno GPS
- Vizuální reference
- Podklesání výšky MDH

Opět se opakuje se chyba nedbalého či pozdního Approach briefing, u přiblížení VOR/DME se vyskytuje specifikum v nastavení radionavigačních přístrojů v kokpitu. Při nastavení je třeba vzít v úvahu tzv. kužel nespolehlivé indikace zařízení VOR. Radiál je nastaven na zařízení HSI (Horizontal Situation Indicator) nebo CDI (Course Deviation Indicator). Při přiblížení letadla do kužele nespolehlivé indikace dochází k chvění ručičky, které se postupně zvětšuje a signál je nestabilní. Proto by měl být v této době směr určen pomocí RMI (Radio Magnetic Indicator), který vždy ukazuje směr přímo k naladěnému majáku.

Špatné nastavení výkonnostních parametrů může znamenat odchylku od požadované rychlosti přiblížení. Má-li být v tomto případě udržen optimální úhel klesání, je potřeba provádět sestup vyššími rychlostmi. Nedbá-li pilot tabulky výšek a vzdáleností, nebo není-li

schopen přesné pilotáže pro udržení požadovaného úhlu, může dojít k podklesání výšky MDH.

Aby bylo přiblížení označeno jako stabilizované musí být letadlo před bodem FAF v přistávací konfiguraci. Není-li tomu tak, přistání je nestabilizované a může snadněji dojít k odchýlení se od trati, to je většinou spojeno s následným nedodržením IFR postupů a již zmíněným podklesáním MDH. K nestabilizovanému přiblížení dochází většinou v důsledku nesprávného vedení letadla, špatného vertikálního rozpočtu, zkrácení přiblížení nebo vlivem větru.

S modernizací kokpitů a častějšímu využívání GPS navigace může dojít k upřednostnění této techniky pro vyhodnocení vzdálenosti a nahrazení tak údajů poskytovaných zařízeními DME. GPS je v tomto druhu přiblížení sekundárním zdrojem dat, vyhodnocením vzdálenosti podle GPS může dojít k neshodám se vzdálenostmi DME a v konečném důsledku k provedení přistání do jiného bodu, než je práh dráhy.

## 4 Porovnání přiblížení a vyhodnocení nejlepšího přiblížení

Základní rozdíl mezi přiblíženími pramení již z jejich označení. Přiblížení 3D se vyznačují větší přesností navigačního vedení, vedou letadlo v rovině vertikální i horizontální. Přiblížení 2D umožňují vedení pouze v rovině horizontální. Pilot je při tomto druhu přiblížení pracovně vytíženější, vedení letadla v sestupové rovině si vyžaduje značnou část pozornosti. S růstem pracovní zátěže roste riziko vzniku chyby, které je tedy větší než u přiblížení 3D.

Pro vyloučení možnosti střetu s překážkou během přistání byla vyvinuta metoda zjišťování nebezpečnosti překážek. Jejím výsledkem je eliminace překážek, které pro letadlo nejsou nebezpečné a vymezení hranice, které souhlasí s požadavkem bezpečnosti střetu letadla s překážkou  $1 \times 10^{-7}$ , mimo hranice se letadlo nalézá jednou za deset miliónů přiblížení. [1]

Nejkritičtějším bodem přiblížení je bod, ve kterém se pilot rozhoduje o dokončení přistání nebo o provedení postupů nezdařeného přiblížení. Letadlo se v tomto bodě nachází nejbližší zemi a pilot nemusí získat vizuální referenci. Proto jsou pro každá přiblížení definovány ochranné prostory, které vylučují střet s nebezpečnými překážkami ve fázi přiblížení a přistání. Cílem každého přiblížení je získat vizuální referenci a dokončit přistání. Pilot by tedy měl v určitém okamžiku svoji pozornost rozdělit mezi monitoring kokpitu a pohled ven z kabiny s cílem získat vizuální referenci a vyhodnotit svoji polohu, vzdálenost a náklon vzhledem k prahu dráhy.

V každém případě musí být stanoven postup nezdařeného přiblížení, s tím souvisí nutnost určení bodu MAPt a bodu rozhodnutí a vymezení ochranných prostorů. Z tohoto důvodu se u všech druhů přistání vyskytuje kritický – bod podklesání výšky rozhodnutí, který převážně za nepříznivých meteorologických podmínek může vést ke střetu s překážkami nebo se zemí. Se snižováním výšky tohoto bodu roste pravděpodobnost střetu.

Nezávisle na druhu přiblížení je požadováno připravení do přistávací konfigurace a stabilizace v obou rovinách do výšky 1000 ft pro lety za podmínek IMC, pro lety za podmínek VMC je tato výška snížena na 500 ft.

Pozdní mechanizace má své zastoupení také u všech druhů analyzovaných přiblížení. Jejím důsledkem bývá nestabilizované přiblížení, které může zapříčinit nedodržování standartních provozních postupů (SOP) s následným podklesáním výšky rozhodnutí. Nestabilizované

přiblížený bývá zapříčiněno nedbalým monitoringem sestupu a palubních přístrojů. To vede ke ztrátě pilota povědomí o vzdálenosti, přibližovací a sestupové rychlosti.

Dalším společným kritickým místem je nedbalý nebo pozdní Approach briefing. Jeho následky byly rozepsány již v kapitolách výše, připomeňme že jeho zanedbání se projeví především během neočekávaných událostí, kdy pilot provádí postupy, které pro něj nejsou tak časté jako přistání.

Častým kritickým místem je nedbalý monitoring, může se jednat o monitoring výšky, přibližovací rychlosti, sestupové rychlosti, navigace, trajektorie nebo konfigurace letounu. V případě vícečlenných posádek, se PF věnuje řízení a PM monitoringu palubních přístrojů. U jednočlenné posádky se dá toto místo považovat za ještě kritičtější, jelikož pilot musí provádět oba úkony sám.

Další kritická místa, která byla stanovena, jsou specifická pro daný druh přiblížení a jsou propojena s jejich postupy.

Na základě výše uvedených poznatků, lze analyzovaná přiblížení vyhodnotit podle bezpečnosti následovně: nejbezpečnější je přiblížení ILS, následované GNSS, jako poslední VOR/DME. Pořadí je závislé především na klasifikaci přesnosti vedení. Do budoucna lze předpokládat změnu tohoto pořadí a to výměna umístění ILS a GNSS. [1]

## 5 Návrh pro odstranění kritických míst

Provedenou analýzou postupů byla určena kritická místa jednotlivých přiblížení. Byly uvedeny obecné chyby u začínajících i zkušených pilotů a faktory, které přispívají k leteckým nehodám a navyšují nebezpečnost procesu přiblížení a přistání. Často bývají prvotním impulsem, který až řetěžením dalších chyb vede k leteckému incidentu nebo nehodě. Existuje tedy možnost, že eliminování těchto faktorů by alespoň omezilo vznik těchto událostí. Pro následný návrh odstranění kritických míst, si připomeneme nejčastější příčiny a přispívající faktory.

Nejčastější příčiny:

- Počasí
- Nevládnuté přiblížení, nestabilizované přiblížení
- Technické příčiny
- Teroristický čin
- Skladba posádek, únava
- Obsazená dráha

Nejčastější přispívající faktory:

- Nedbalá předletová příprava
- Nedodržení SOP, CRM
- Komunikace
- Pozdní a nedbalý Approach Briefing
- Zanedbání příprav na přistání

### 5.1 Návrh řešení

- Striktní dodržování SOP, CRM

„Standartní operační postupy zahrnují metodiku provedení celého letu.“ [11] Vycházejí z požadavků stanovených národním leteckým úřadem, mezinárodními leteckými předpisy, dále z požadavků a zkušeností výrobce a provozovatele. Jejich význam spočívá ve standardizaci s cílem bezpečnějšího a efektivnějšího provozu. Obsahují metodiku provedení přípravy letu, postupů za letu a postupů po letu. Součástí jsou i postupy řešení mimořádných situací, postupy v nezvyklých situacích a postupy v nouzových situacích. Ukládají tedy pilotovi povinnost provádění standartních hlášení ve stanovených frázích

a se správnou terminologií. Piloti by ve výšce 100 ft nad DA/MDA měli uskutečnit hlášení o výšce: „hundred above“ nebo „approaching minimums“ po dosažení DA/MDH hlásí „minimums“. Správné provedení zamezí neúmyslnému podklesání stanovených výšek.

Provedení checklistu omezuje riziko přehlédnutí nebo zanedbání důležitých úkonů. Checklisty jsou vhodné především pro vícečlenné posádky, kdy jeden pilot čte a druhý kontroluje. Pro jedno-pilotní lety se doporučuje použití mnemotechnických pomůcek, které usnadňují kontrolu. Pro příklad uveďme „GUMPS CHECK“: G – Gas, U – Undercarriage, M – Mixture, P – Propellers, S – Switches (landing lights, fuel pumps, flaps). [15] Správné provedení checklistů odstraňuje riziko nesprávné nebo pozdní konfigurace.

Obor zaměřený na rozvoj výcviku optimalizace činnosti posádky (CRM) se rozvinul ve snaze prevence leteckých nehod. Zaměřuje se na práci letecké posádky: proces rozhodování, únava a stres, využívání dostupných zdrojů. Předpokládá se, že dodržením určených principů ubude snížen počet leteckých nehod. „*CRM je proces efektivního využívání všech dostupných zdrojů posádkou.*“ [11] Pro jednočlenné posádky je používán termín SRM (Single-pilot Resource Management), principy SRM se výrazně neliší od zásad CRM.

Dodržením zásad SOP a CRM/SRM se odstraní faktor nedbalé předletové přípravy, komunikace, pozdní a nedbalý Approach briefing, což odstraní možnost zanedbání konečné přípravy na přistání a potažmo i nestabilní přiblížení.

- Důkladné briefinky před letem, včasné briefinky na přistání

Briefinky by měly být provedeny před každým letem, pro přistání je v této fázi přípravy nutné zejména zjištění meteorologických a provozních podmínek na cílovém i náhradním letišti. Dále příprava přibližovacích map, jejich důkladné prostudování a vyznačení důležitých bodů. U přesných přístrojových přiblížení se nabízí zvýraznění výrazných bodů v okolí letiště a seznámení se se světelnou navigační soustavou, to umožní snadněji navázat vizuální kontakt. Pro nepřesná přístrojová přiblížení je za významný údaj považována tabulka výšek a vzdáleností. Briefing na přistání je vhodné provádět v čase menší pracovní zátěže, tedy před zahájením klesání. Připomeňme kritické místo u přiblížení GNSS – orientace v letovém plánu, kterému by mělo být předcházeno právě důkladným briefinkem před letem.



- Monitorování situace

Řešení nedbalého monitoringu nabízí princip „Sterile Cockpit“, který by měl posádce vytvořit vhodné podmínky pracovního prostředí a plně se věnovat řízení. Jako nerušené prostředí se považuje „každý časový úsek, kdy členové letové posádky nejsou rušeni nebo rozptylováni, s výjimkou záležitostí kriticky souvisejících s bezpečným provozem letadla nebo s bezpečností osob na palubě.“ [16] Tento princip by měl být dodržován ve výškách do 10 000 ft, to přináší pilotovi možnost plného soustředění se na správné provedení přiblížení a kontrolu důležitých parametrů.

- Využívání automatizačních systémů

Obecným přínosem automatizačního systému je snížení pracovního vytížení. Správné využívání zamezuje vzniku chyb. Pro korektnost použití je potřeba důkladného seznámení pilota s funkcemi a využitelností systému. Při použití automatizace piloti často zanedbávají monitoring, je potřeba nepřerušit kontrolu palubních přístrojů a dále monitorovat celou situaci.

- Vyhodnocení osobní připravenosti

Pilot by měl před každým letem zvážit svoje možnosti. Posouzení je v kompetenci pilota, může být proveden pomocí osobního checklistu „I'M SAFE“: I – Illness, M – Medication, S – Stress, A – Alcohol, F – Fatigue, E – Emotion. [17]

- Nedokončení přistání

Pro ekonomičnost letu je často provozovatelem a zaměstnavatelem požadováno dokončení letu za každou cenu. Na piloty je vyvíjen nátlak, který je často podpořen „osobní hrdostí“ (pilot si nechce připustit, že by přistání nedokončil), aby přistání dokončili. V tomto případě by si měl pilot uvědomit, že na prvním místě je vždy bezpečnost a v případě nepříznivých podmínek pro přistání nepodlehnout vnějšímu nátlaku.

## 5.2 Všeobecná doporučení

Pilot se primárně věnuje řízení letadla, dbá SOP, CRM postupů. Využívá všechny dostupné informace, které aktualizuje a důkladně kontroluje. V případě možnosti sekundárního vyhodnocení údajů tuto možnost neopomíjí. Nezanedbává předletovou přípravu ani přípravu

přiblížení na přistání, tu provádí včas před zahájením klesání. Připraví letadlo do přistávací konfigurace nejpozději v úseku středního přiblížení a létá podle postupu stabilizovaného přiblížení, dodržuje parametry tohoto přiblížení. V případě nestabilního přiblížení pod stanovenými výškami zahájí neprodleně postup nezdařeného přiblížení. Ten je zahájen i v případě, kdy nezíská vizuální kontakt ve výšce rozhodnutí. Obecně by měl pilot *„předvídat, co by se mohlo stát, než reagovat na to, co se právě děje, nebo zachraňovat to, co už se stalo!“* [11]

Od počátku výcviku by měl být kladen důraz na výše zmíněná doporučení. K žákům by se mělo přistupovat individuálně a plány tvořit „na míru.“ Zvážit silné a slabé stránky každého žáka a podle nich upravit hodinovou dotaci, tak aby byly slabé stránky odstraněny. Podrobně nacvičit i postupy v mimořádných nezvyklých a nouzových situacích. Návěk letů IFR provádět za podmínek IMC, nebo tyto podmínky vhodně nasimulovat a zařadit do výcviku létání podle přístrojů v noci. Upozornit na letecké nehody a incidenty, uvádět příklady z praxe a seznámit žáka se správnými postupy.

## 6 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo vytipování kritických míst přiblížení podle přístrojů a následně vytvořit návrh pro eliminaci těchto rizik. Pro tento účel byla zvolena metoda analýzy procesů prováděných v konečné fázi letu. Na jejich základě společně s obecnými faktory a příčinami nehod byla určena kritická místa postupů přístrojových přiblížení.

Získané informace byly porovnány se sděleními leteckých instruktorů, zkušených pilotů a pilotů ve výcviku. Cílem bylo potvrzení, že data získaná teoretickou analýzou, jsou platná i v reálném provozu. Názory a znalosti pilotů a instruktorů ve většině případů souhlasily s výsledky teoretické analýzy, eventuálně přinesly další informace o dalších potenciálních nebezpečích a chybách. Je možné konstatovat, že získané závěry jsou reálné.

Doporučení pro odstranění kritických míst a snížení rizik spojených s přiblížením podle přístrojů byla vytvořena na základě získaných informací a jejich zhodnocení. Uplatnění návrhů by mělo přispět ke snížení počtu nehod v konečné fázi letu.

Pro práci byly zvoleny tři druhy přístrojových přiblížení, které byly porovnány a byla posouzena jejich rizikovost. Potvrdilo se, že bezpečnost přiblížení je ovlivněna zvoleným postupem přiblížení a obecné tvrzení, že s přesnějším vedením letadla, klesá riziko střetu s překážkou. Nejméně riziková jsou přesná 3D přiblížení. Důvodem proč v leteckém provozu setrvává i navigace jinými navigačními prostředky, je především nevybavenost letišť navigačními systémy způsobena finanční náročností jejich provozu a zavedení. Umístění navigačních soustav je také omezeno terénem v okolí letiště.

Řešením problému finanční a terénní náročnosti je rozvoj navigačních prostředků skupiny GNSS. Ty v praxi s podporou augmentačních systémů jako je GBAS a SBAS předpokládají možnost přesného přiblížení s vertikálním i horizontálním vedením, s dostatečnou úrovní integrity, příkladem je přiblížení GNSS – GBAS a přiblížení GNSS – SBAS I. kategorie. Navíc GNSS systémy umožňují provedení IFR letu i na neřízeném letišti. Do budoucna slibují systémy družicové navigace především výrazně nižší provozní náklady. Brzdou v rozvoji a zavádění jsou výlohy spojené s vývojem těchto systémů. Konečným záměrem je postavení GNSS do role primárního navigačního systému.

Závěrem je možné prohlásit, že určené cíle byly v průběhu vypracování bakalářské práce dosaženy. Přínosem práce je schématické zpracování přístrojových přiblížení s určením kritických míst. O těchto problematických bodech by v zájmu zvyšování celkové bezpečnosti leteckého provozu mělo být hovořeno již během pilotního výcviku.

## 7 Bibliografie

1. SOLDÁN, Vladimír. *Letové postupy a provoz letadel*. Jeneč: Letecká informační služba Řízení letového provozu České republiky, 2007, 214 s. ISBN 978-80-239-8595-5.
2. Letecký předpis Provoz letadel – letové postupy L8168. *Řízení letového provozu České republiky Letecká informační služba*. [online] 13.11.2014. [vid. 2015-08-07]. Dostupné z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
3. EVANS, Julien. *Jak létají dopravní letadla*. Praha: Grada, 2012, 128 s. ISBN 978-80-247-3933-5.
4. 6. *Lekce: Přistání* [online]. TdesignZ. [vid. 2015-08-20]. Dostupné z: [http://flightimulator.xf.cz/pages/student.php?studentlessons=student\\_lesson6](http://flightimulator.xf.cz/pages/student.php?studentlessons=student_lesson6)
5. KLÍMEK, Vítězslav. *Letadla a létání: [pro příznivce letadel, létání a budoucí piloty]*. Vsetín: Aeroteam, 2015, 128 s. ISBN 978-80-905797-0-5.
6. FRANĚK, Ondřej. *Postupy radionavigace* [online]. © Ondřej Franěk, 2000 [vid. 2015-10-08]. Dostupné z: <http://www.lkpr.info/takeoff/skolka/radnav.htm>
7. *ILS* [online]. VACC Czech Republic. 2014-08-13. [vid. 2015-08-07]. Dostupné z: <http://www.vacc-cz.org/wiki/index.php/ILS>
8. CIVIL AVIATION AUTHORITY. *CAP 637 Visual Aids Handbook* [online]. Civil Aviation Authority. © 2007 [vid. 2015-08-18]. Dostupné z: <http://www.caa.co.uk/docs/33/CAP637%20Visual%20Aids%20Handbook.pdf>
9. VOSECKÝ, Slavomír. *Radionavigace (062 00 00 00): učební texty pro teoretickou přípravu dopravních pilotů dle předpisu JAR-FCL 1*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011, 244 s. ISBN 978-80-7204-764-2.
10. *Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents* [online]. Boeing. © 1995 - 2015 [online]. [vid. 2015-08-15]. Dostupné z: [http://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/company/about\\_bca/pdf/statsum.pdf](http://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/company/about_bca/pdf/statsum.pdf)

11. PRUŽINA, Vladislav. *Létání vícečlenných posádek (MCC + CRM)*. V Praze: České vysoké učení technické, 2009, 91 s. ISBN 978-80-01-04406-3.
12. KELLER, Ladislav a Václav KOLOUCH. *Nehody dopravních letadel v Československu 1961 - 1992*. Cheb: Svět křidel, 2009, 411 s. ISBN 978-80-86808-63-5.
13. Letecký předpis O odborném zjišťování příčin leteckých nehod a incidentů L 13. *Řízení letového provozu České republiky Letecká informační služba*. [online] 13.11.2014. [vid. 2015-08-01]. Dostupné z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
14. *Stabilised Approach* [online]. SKYbrary. 2015. [vid. 2015-08-13]. Dostupné z: [http://www.skybrary.aero/index.php/Stabilised\\_Approach](http://www.skybrary.aero/index.php/Stabilised_Approach)
15. AVIATRIX. *Cute But Useless Mnemonics* [online]. Airplane pilot blogspot, 2005 [vid. 2015-08-15]. Dostupné z: <http://airplanepilot.blogspot.cz/2005/03/cute-but-useless-mnemonics.html>
16. EVROPSKÁ AGENTURA PRO BEZPEČNOST LETECTVÍ. *Příloha VI návrhu nařízení Komise o „letovém provozu – OPS“, Část NCC – IR* [online]. European Aviation Safety Agency, 2012 [vid. 2015-08-16]. Dostupné z: [https://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/EASA\\_2012\\_00020002\\_CS\\_TRA.pdf](https://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/EASA_2012_00020002_CS_TRA.pdf)
17. GLIDEGRL. I'M SAFE? [online]. Glidegrl, 2013 [vid. 2015-08-15]. Dostupné z: <https://glidegrl.wordpress.com/2013/01/17/im-safe/>
18. KAMENÍK, Milan. *Spojení (090 00)*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006, 130 s. Učební texty pro teoretickou přípravu dopravních pilotů dle předpisu JAR-FCL 1. ISBN 80-7204-436-2.
19. VIMR, Jakub. *Letecká angličtina ICAO: [příprava na zkoušku ICAO]*. Cheb: Svět křidel, 2015, 98 s. ISBN 978-80-87567-61-6.
20. KELLER, Ladislav. *Učebnice pilota 2013: pro žáky a piloty všech druhů letounů a sportovních létajících zařízení, provozujících létání jako svou zájmovou činnost*. Cheb: Svět křidel, 2013, 710 s. ISBN 978-80-87567-26-5.

21. DVOŘÁK, Jiří a Jiří CHLEBEK. *Letecký zákon a postupy ATC (010 00)*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006, 484 s. Učební texty pro teoretickou přípravu dopravních pilotů dle předpisu JAR-FCL 1. ISBN 80-7204-439-7.
22. *Aviation Dictionary*. [online]. Academic. [vid. 2015-08-19]. Dostupné z: [http://aviation\\_dictionary.enacademic.com](http://aviation_dictionary.enacademic.com)
23. Letecký předpis O civilní letecké telekomunikační službě L10. *Řízení letového provozu České republiky Letecká informační služba*. [online] 13.11.2014. [vid. 2015-08-01]. Dostupné z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
24. Letecký předpis Řízení bezpečnosti L19 . *Řízení letového provozu České republiky Letecká informační služba*. [online] 14.11.2013. [vid. 2015-08-03]. Dostupné z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
25. SEKAL, Ondřej. *Škola pilotů – základy letu* [online]. Czech Airlines, 2010 [vid. 2015-08-08]. Dostupné z: <http://www.csavirtual.cz/cs/media/download/category/5-tutorialy>
26. HONOSOVÁ, Dagmar. *Nebezpečné meteorologické jevy v letecké meteorologii* [online]. Příroda.cz, 2007 [vid. 2015-08-08]. Dostupné z: <http://www.priroda.cz/clanky.php?detail=1002>
27. *Instrument Procedures, Localizer Performance with Vertical Guidance (LPV) Approach* [online]. Code, 7700. [vid. 2015-08-10]. Dostupné z: <http://code7700.com/lpv.html#references>
28. *Ukázka ILS* [online]. KADLEC Petr. [vid. 2015-08-10]. Dostupné z: [http://mormegil.wz.cz/flying/ils/ils\\_cz.htm](http://mormegil.wz.cz/flying/ils/ils_cz.htm)
29. JEPPESEN. *Definitions and abbreviations* [online]. Jeppesen, 2008 [vid. 2015-08-10]. Dostupné z: <http://ww1.jeppesen.com/documents/aviation/notices-alerts/change-sets/Terminal.pdf>
30. KRATOCHVÍL, Petr. *Jeppesen charts* [online]. flyMag, 2013 [vid. 2015-08-15]. Dostupné z: <http://www.flymag.cz/article.php?id=8415>

31. MOŠNIČKA, Jiří, Tomáš DUKA a Vladimír FAJT. *Možnosti využití různých druhů RNAV přiblížení pro všeobecné letectví v ČR* [online]. FD ČVUT, 2013 [vid. 2015-08-12]. Dostupné z: <http://uld.fd.cvut.cz/magazindta/RNAV%20CZ%20GA.pdf>
32. *RNAV (GNSS) Approach Operations* [online]. Civil Aviation Authority, [vid. 2015-08-12]. Dostupné z: <http://www.caa.co.uk/default.aspx?catid=1340&pageid=13338>
33. KRAUS, Jakub. *Extending the use of GNSS in aviation – Pilots training* [online]. FD ČVUT K621, 2014 [vid.2015-08-13]. Dostupné z:[http://www.fd.cvut.cz/projects/k621x1c/dokumenty/Analyza\\_vyuziti\\_SBAS\\_SGS12\\_final.pdf](http://www.fd.cvut.cz/projects/k621x1c/dokumenty/Analyza_vyuziti_SBAS_SGS12_final.pdf)
34. COSCAP. *Approach procedures with vertical guidance (APV)* [online]. ICAO, 2012 [vid. 2015-08-13]. Dostupné z: [http://www.icao.int/APAC/Meetings/2013\\_APRAST3/5%20-%20CFIT%203%20CASA%20AC%20008A%20APV%20Final.pdf](http://www.icao.int/APAC/Meetings/2013_APRAST3/5%20-%20CFIT%203%20CASA%20AC%20008A%20APV%20Final.pdf)
35. SYCHRA, Stanislav. *Analýza řízení přiblížení a přistání letadel podle GNSS* [online]. Brno: VUT 2009. Diplomová práce, VUT, Fakulta strojního inženýrství, Letecký ústav. [vid. 2015-08-13]. Dostupné z:<https://dspace.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/9796/Diplomka%20Sychra%20Stanislav.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
36. FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. *Single-Pilot Resource Management* [online]. Federal Aviation Administration, [vid. 2015-08-20]. Dostupné z:[http://www.faa.gov/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/risk\\_management\\_handbook/media/rmh\\_ch06.pdf](http://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/risk_management_handbook/media/rmh_ch06.pdf)



## 8 Seznam obrázků

OBRÁZEK 1 - POLOHOVÁ NÁVĚSTIDLA SYSTÉMU ILS ZDROJ: <a href="http://www.vacc-cz.org/wiki/images/f/ff/ILS14.JPG">HTTP://WWW.VACC-CZ.ORG/WIKI/IMAGES/F/FF/ILS14.JPG</a> .....	16
OBRÁZEK 2 - KRYTÍ KURZOVÉHO RADIOMAJÁKU ZDROJ: LETOVÉ POSTUPY A PROVOZ LETADEL [1; STR. 53] .....	17
OBRÁZEK 3 - VERTIKÁLNÍ A HORIZONTÁLNÍ KRYTÍ GP ZDROJ: LETOVÉ POSTUPY A PROVOZ LETADEL [1; STR. 55] .....	17
OBRÁZEK 4 - PŘIBLIŽOVACÍ SVĚTELNÁ SOUSTAVA SYSTÉMU ILS ZDROJ: CAP 637 VISUAL AIDS HANDBOOK [8; STR. 3] .....	19
OBRÁZEK 5 - ČÁST MAPY JEPPESEN ZDROJ: <a href="http://www.flymag.cz/media/images/1(7).jpg">HTTP://WWW.FLYMAG.CZ/MEDIA/IMAGES/1(7).JPG</a> .....	19
OBRÁZEK 6 - ČÁST MAPY JEPPESEN ZDROJ: <a href="http://www.flymag.cz/media/images/1(7).jpg">HTTP://WWW.FLYMAG.CZ/MEDIA/IMAGES/1(7).JPG</a> .....	20
OBRÁZEK 7 - ČÁST MAPY JEPPESEN ZDROJ: <a href="http://www.flymag.cz/media/images/1(7).jpg">HTTP://WWW.FLYMAG.CZ/MEDIA/IMAGES/1(7).JPG</a> .....	20
OBRÁZEK 8 - ČÁST MAPY JEPPESEN ZDROJ: <a href="http://www.flymag.cz/media/images/1(7).jpg">HTTP://WWW.FLYMAG.CZ/MEDIA/IMAGES/1(7).JPG</a> .....	21
OBRÁZEK 9 - ČÁST MAPY JEPPESEN ZDROJ: <a href="http://www.flymag.cz/media/images/1(7).jpg">HTTP://WWW.FLYMAG.CZ/MEDIA/IMAGES/1(7).JPG</a> .....	21
OBRÁZEK 10 - ČÁST MAPY JEPPESEN ZDROJ: <a href="http://www.flymag.cz/media/images/1(7).jpg">HTTP://WWW.FLYMAG.CZ/MEDIA/IMAGES/1(7).JPG</a> .....	21
OBRÁZEK 11 - ČÁST MAPY JEPPESEN ZDROJ: <a href="http://www.flymag.cz/media/images/1(7).jpg">HTTP://WWW.FLYMAG.CZ/MEDIA/IMAGES/1(7).JPG</a> .....	21
OBRÁZEK 12 - ČÁST MAPY JEPPESEN ZDROJ: <a href="http://www.flymag.cz/media/images/1(7).jpg">HTTP://WWW.FLYMAG.CZ/MEDIA/IMAGES/1(7).JPG</a> .....	22
OBRÁZEK 13 - UKÁZKA SCHÉMATU ILS ZDROJ: AUTORKA .....	23
OBRÁZEK 14 - ČÁST MAPY JEPPESEN ZDROJ: <a href="http://code7700.com/images/lfpb_rnav(gnss)_rwy_27.png">HTTP://CODE7700.COM/IMAGES/LFPB_RNAV(GNSS)_RWY_27.PNG</a> .....	25
OBRÁZEK 15 - UKÁZKA SCHÉMATU GNSS (APV) ZDROJ: AUTORKA .....	26
OBRÁZEK 16 - ÚSEK STŘEDNÍHO A KONEČNÉHO PŘIBLIŽENÍ VOR/DME ZDROJ: LETOVÉ POSTUPY A PROVOZ LETADEL [1; STR. 92] .....	29
OBRÁZEK 17 - FIXY V PRŮBĚHU KONEČNÉHO PŘIBLIŽENÍ VOR/DME ZDROJ: LETOVÉ POSTUPY A PROVOZ LETADEL [1; STR. 92] .....	30
OBRÁZEK 18 - ČÁST MAPY JEPPESEN ZDROJ: <a href="http://s201.photobucket.com/user/aterpster/media/vlps_131_zpsced478d5.jpg.html">HTTP://S201.PHOTOBUCKET.COM/USER/ATERPSTER/MEDIA/VLPS_131_ZPSCED478D5.JPG.HTML</a> .....	30

OBRÁZEK 19 - ČÁST MAPY JEPPESEN	
ZDROJ:	
<a href="http://s201.photobucket.com/user/ATERPSTER/media/VLPS_131_zpsced478d5.jpg.html">HTTP://S201.PHOTOBUCKET.COM/USER/ATERPSTER/MEDIA/VLPS_131_ZPSCED478D5.JPG.HTML</a>	.....30
OBRÁZEK 20 - KUŽEL NESPOLEHLIVÉ INDIKACE VOR/DME	
ZDROJ: LETOVÉ POSTUPY A PROVOZ LETADEL [1; STR. 91]	.....31
OBRÁZEK 21 - UKÁZKA SCHÉMATU VOR/DME	
ZDROJ: AUTORKA	.....32
OBRÁZEK 23 - PŘÍKLAD KRITICKÝCH MÍST ILS	
ZDROJ: AUTORKA	.....38
OBRÁZEK 24 - PŘÍKLAD KRITICKÝCH MÍST GNSS	
ZDROJ: AUTORKA	.....39
OBRÁZEK 25 - PŘÍKLAD KRITICKÝCH MÍST VOR/DME	
ZDROJ: AUTORKA	.....41

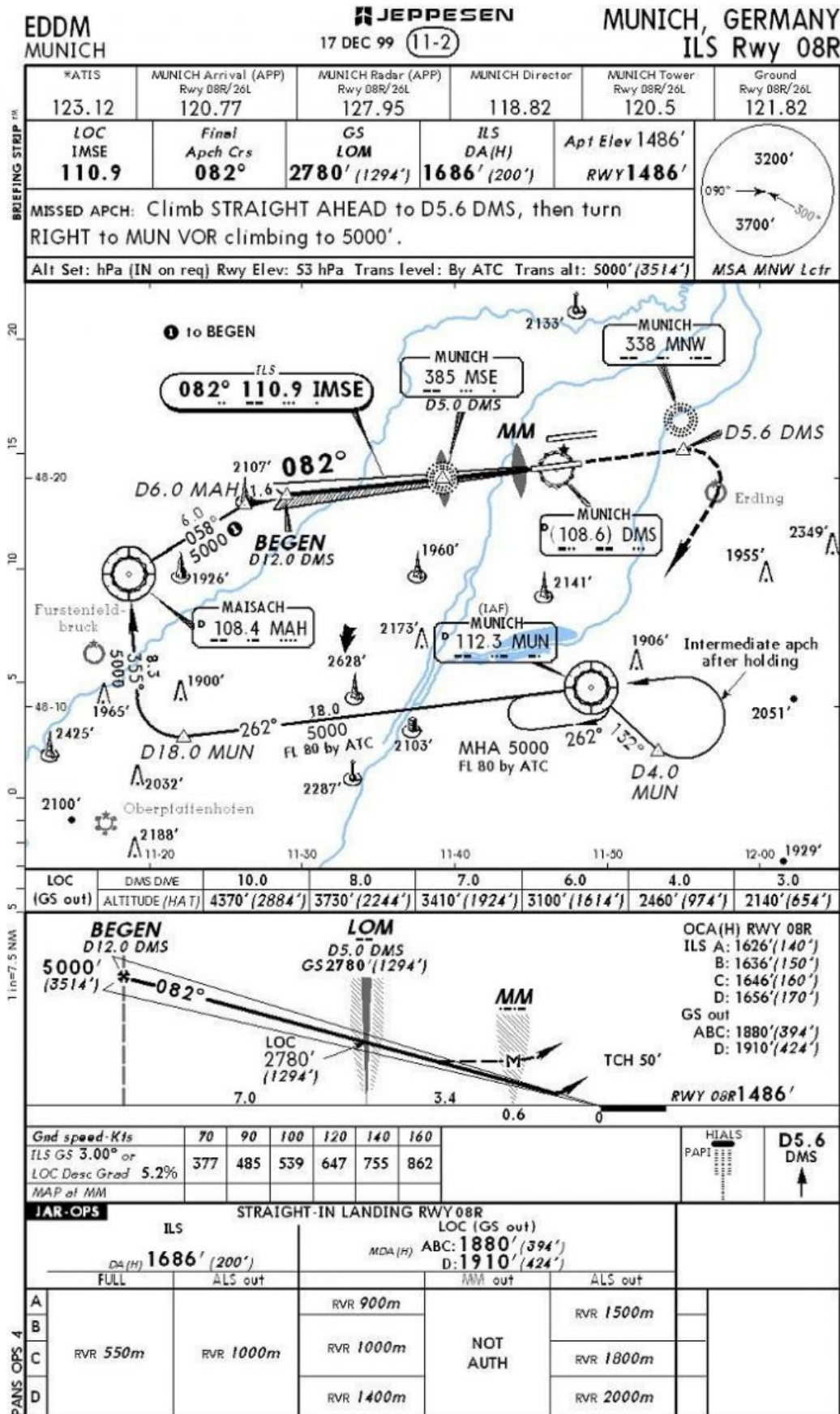
## 9 Seznam tabulek

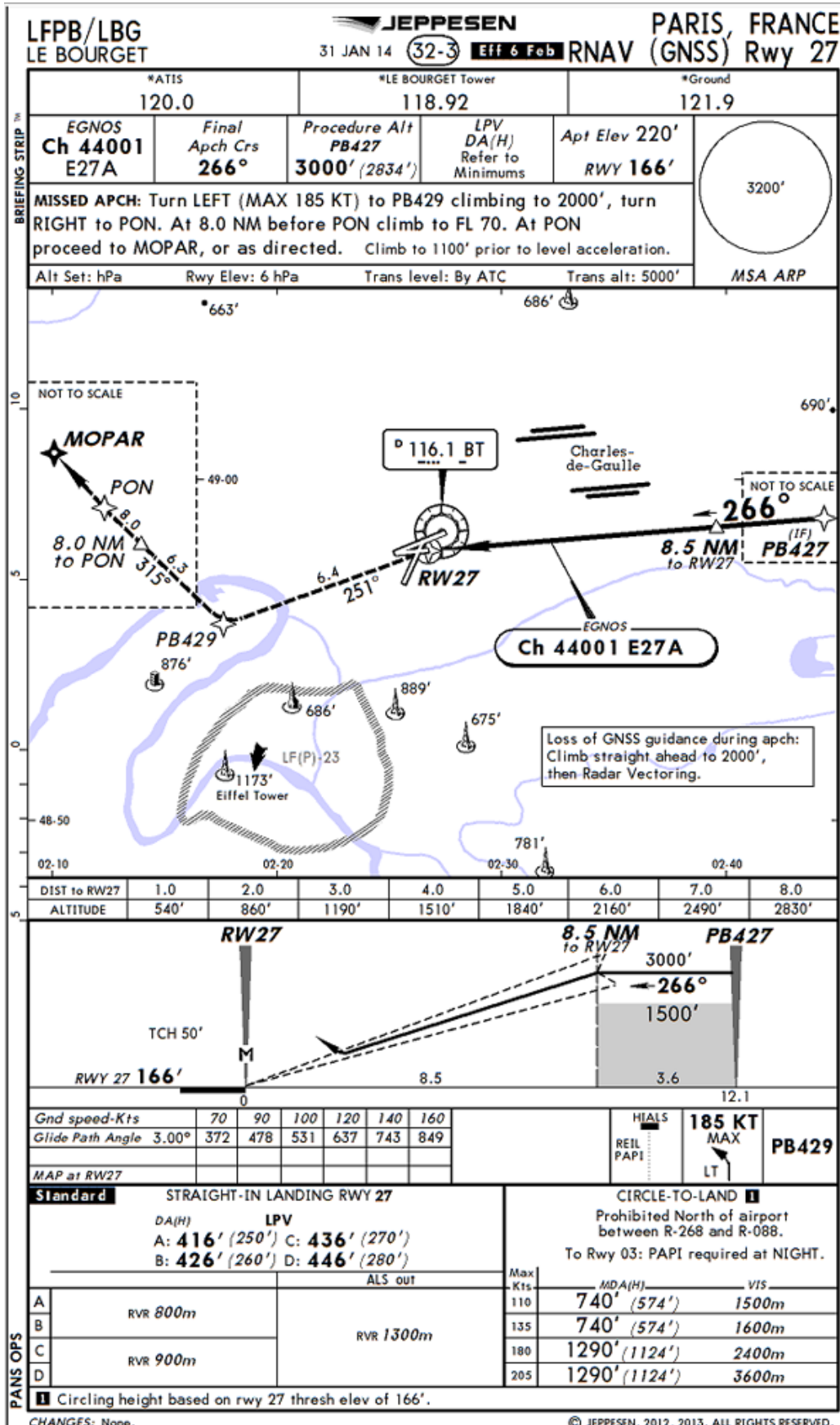
TABULKA 1 - SIGNALIZACE POLOHOVÝCH NÁVĚSTIDEL ZDROJ: AUTORKA .....	15
TABULKA 2 - DA A RVR PŘIBLÍŽENÍ ILS PODLE KATEGORIE ZDROJ: AUTORKA .....	18
TABULKA 3 - ZNAČENÍ A KLASIFIKACE JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ PŘIBLÍŽENÍ ZDROJ: AUTORKA .....	25

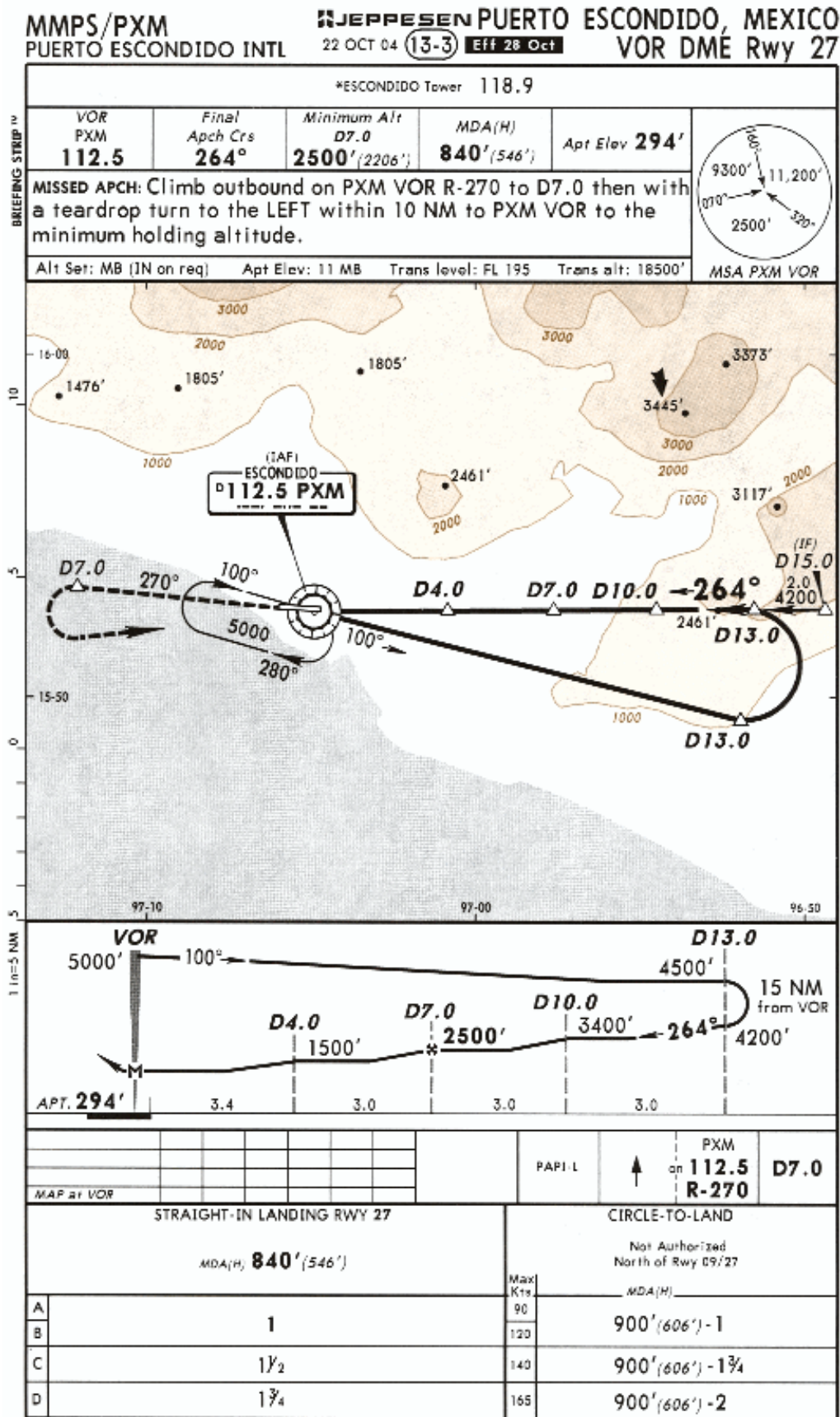
## 10 Seznam příloh

PŘÍLOHA A - MAPA JEPPESEN ILS ZDROJ: <a href="http://www.flymag.cz/media/images/1(7).jpg">HTTP://WWW.FLYMAG.CZ/MEDIA/IMAGES/1(7).JPG</a> .....	59
PŘÍLOHA B - MAPA JEPPESEN GNSS ZDROJ: <a href="http://code7700.com/images/lfpb_rnav(gnss)_rwy_27.png">HTTP://CODE7700.COM/IMAGES/LFPB_RNAV(GNSS)_RWY_27.PNG</a> .....	60
PŘÍLOHA C - MAPA JEPPESEN ZDROJ: <a href="http://s201.photobucket.com/user/aterpster/media/vlps_131_zpsced478d5.jpg.html">HTTP://S201.PHOTOBUCKET.COM/USER/ATERPSTER/MEDIA/VLPS_131_ZPSCED478D5.JPG.HTML</a> .....	61
PŘÍLOHA D - SCHÉMA PŘIBLÍŽENÍ ILS ZDROJ: AUTORKA .....	62
PŘÍLOHA E - SCHÉMA PŘIBLÍŽENÍ GNSS (APV) ZDROJ: AUTORKA .....	63
PŘÍLOHA F - SCHÉMA PŘIBLÍŽENÍ VOR/DME ZDROJ: AUTORKA .....	64
PŘÍLOHA G - VYZNAČENÍ KRITICKÝCH MÍST PŘIBLÍŽENÍ ILS ZDROJ: AUTORKA .....	65
PŘÍLOHA H - VYZNAČENÍ KRITICKÝCH MÍST PŘIBLÍŽENÍ GNSS (APV) ZDROJ: AUTORKA .....	66
PŘÍLOHA I - VYZNAČENÍ KRITICKÝCH MÍST PŘIBLÍŽENÍ VOR/DME ZDROJ: AUTORKA .....	67

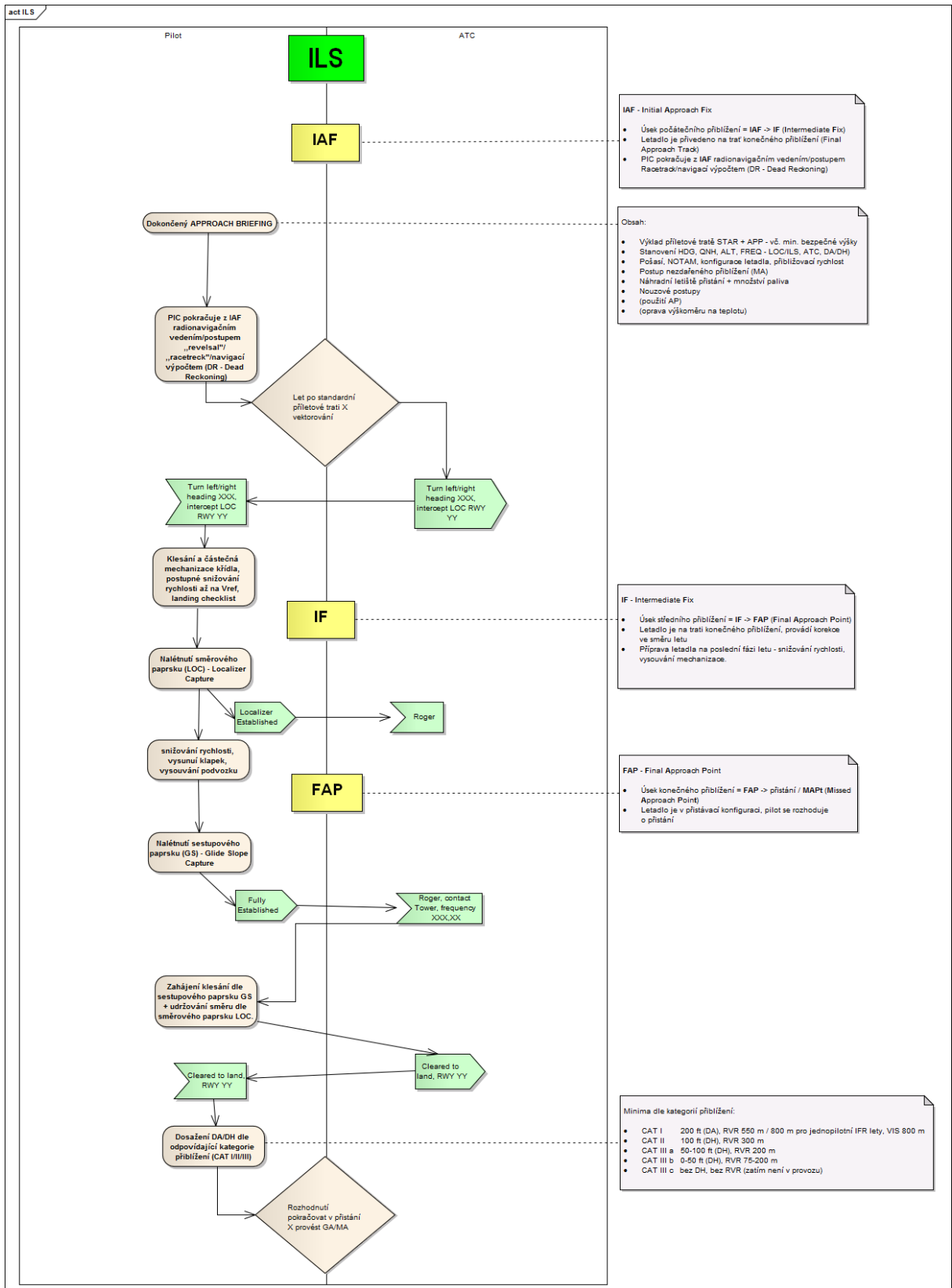
Příloha A - Mapa Jeppesen ILS  
 zdroj: [http://www.flymag.cz/media/images/1\(7\).jpg](http://www.flymag.cz/media/images/1(7).jpg)





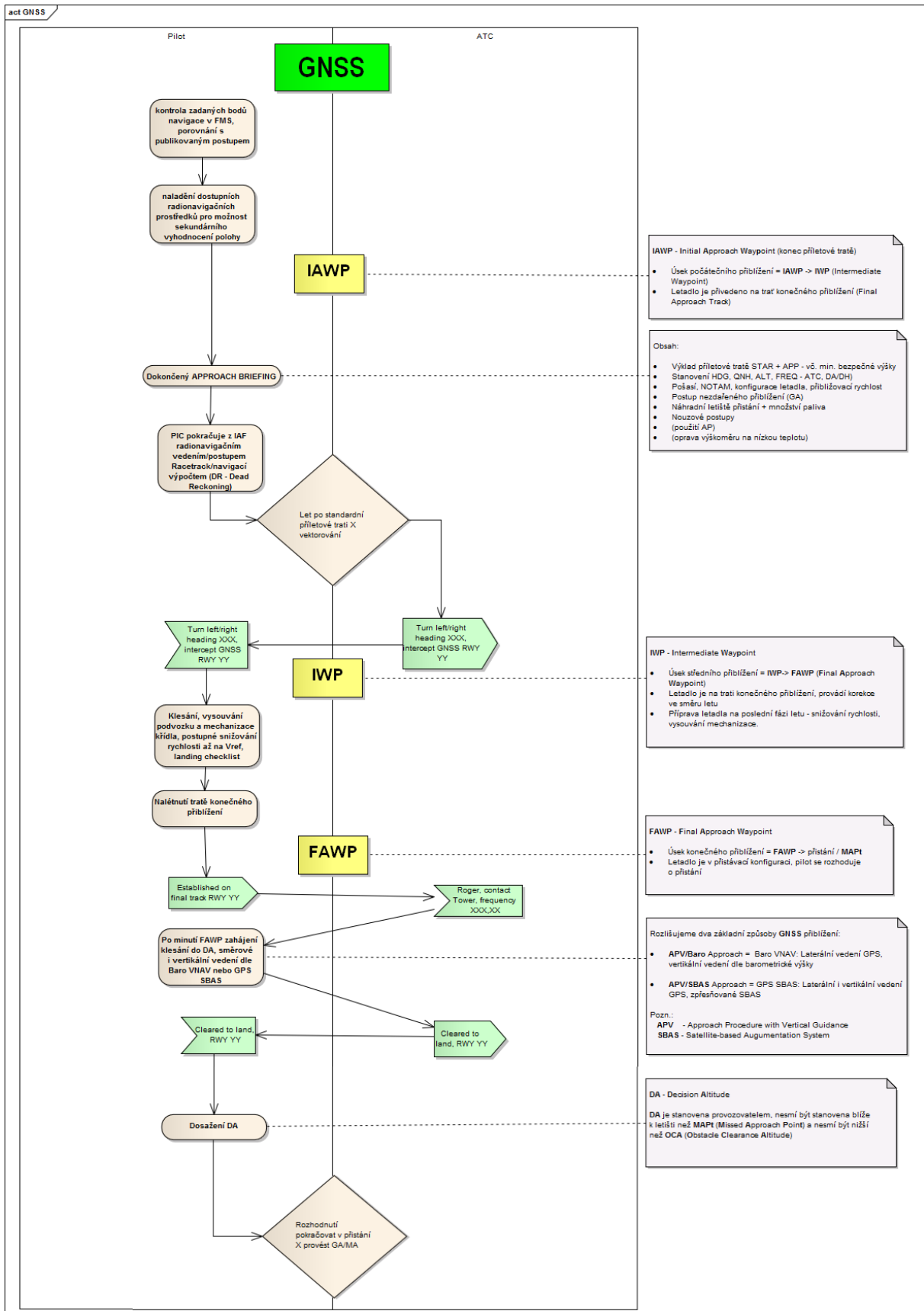


**Příloha D - Schéma přiblížení ILS**  
zdroj: autorka

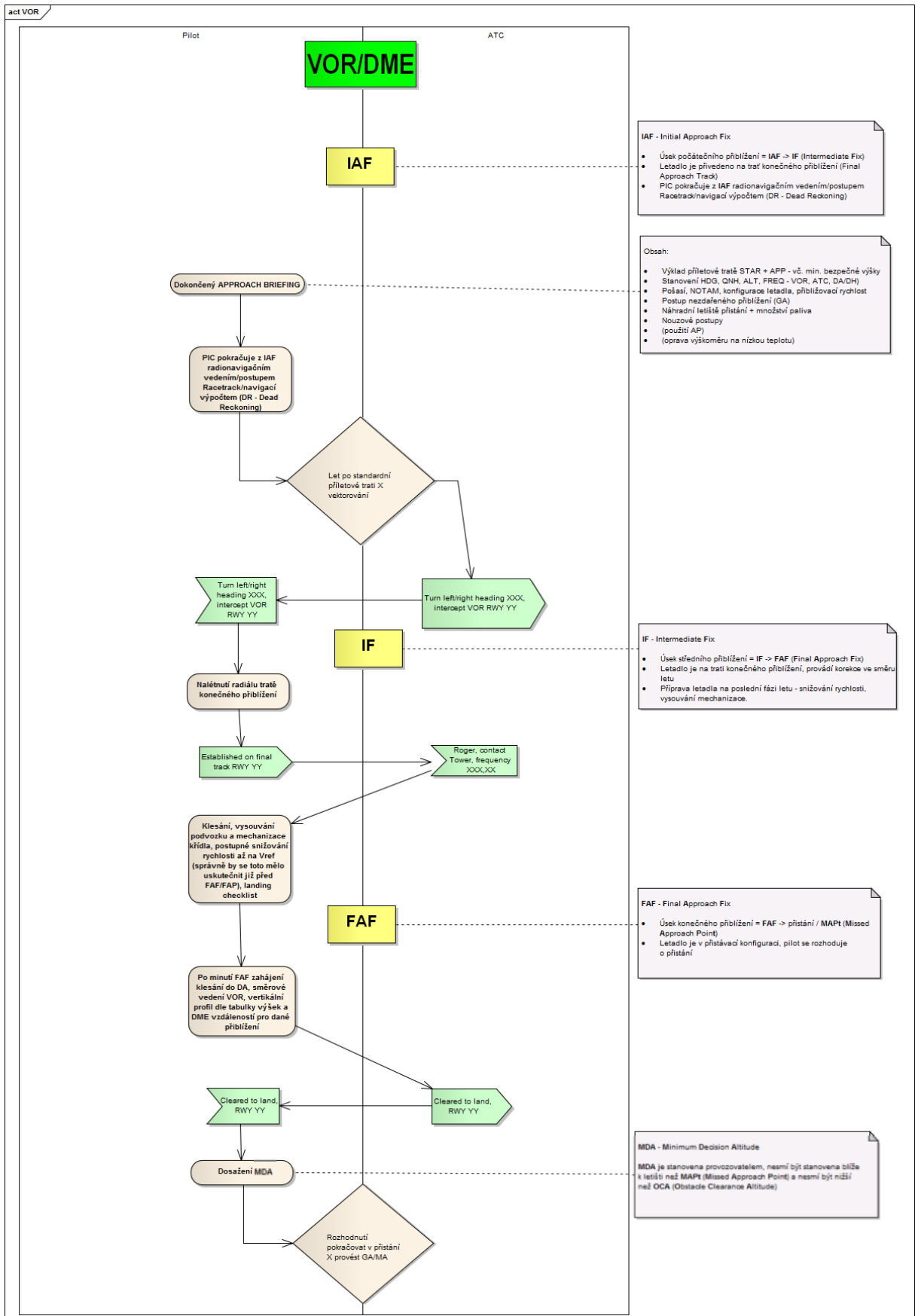




**Příloha E - Schéma přiblížení GNSS (APV)**  
zdroj: autorka



**Příloha F - Schéma přiblížení VOR/DME**  
zdroj: autorka



**IAF - Initial Approach Fix**

- Úsek počátečního přiblížení = IAF -> IF (Intermediate Fix)
- Letadlo je přivedeno na trať konečného přiblížení (Final Approach Track)
- PIC pokračuje z IAF radionavigačním vedením/postupem Racetrack/navigací výpočtem (DR - Dead Reckoning)

**Obsah:**

- Výklad přiletové trati STAR + APP - vč. min. bezpečné výšky
- Stanovení HDG, QNH, ALT, FREQ - VOR, ATC, DA(DH)
- Počasí, NOTAM, konfigurace letadla, přiblížovací rychlost
- Postup nezdařeného přiblížení (GA)
- Náhradní letišť přistání + množství paliva
- Neuzové postupy (použití A/F)
- (oprava výškoměru na nízkou teplotu)

**IF - Intermediate Fix**

- Úsek středního přiblížení = IF -> FAF (Final Approach Fix)
- Letadlo je na trati konečného přiblížení, provádí korekce ve směru letu
- Příprava letadla na poslední fázi letu - snižování rychlosti, vysouvání mechanizace.

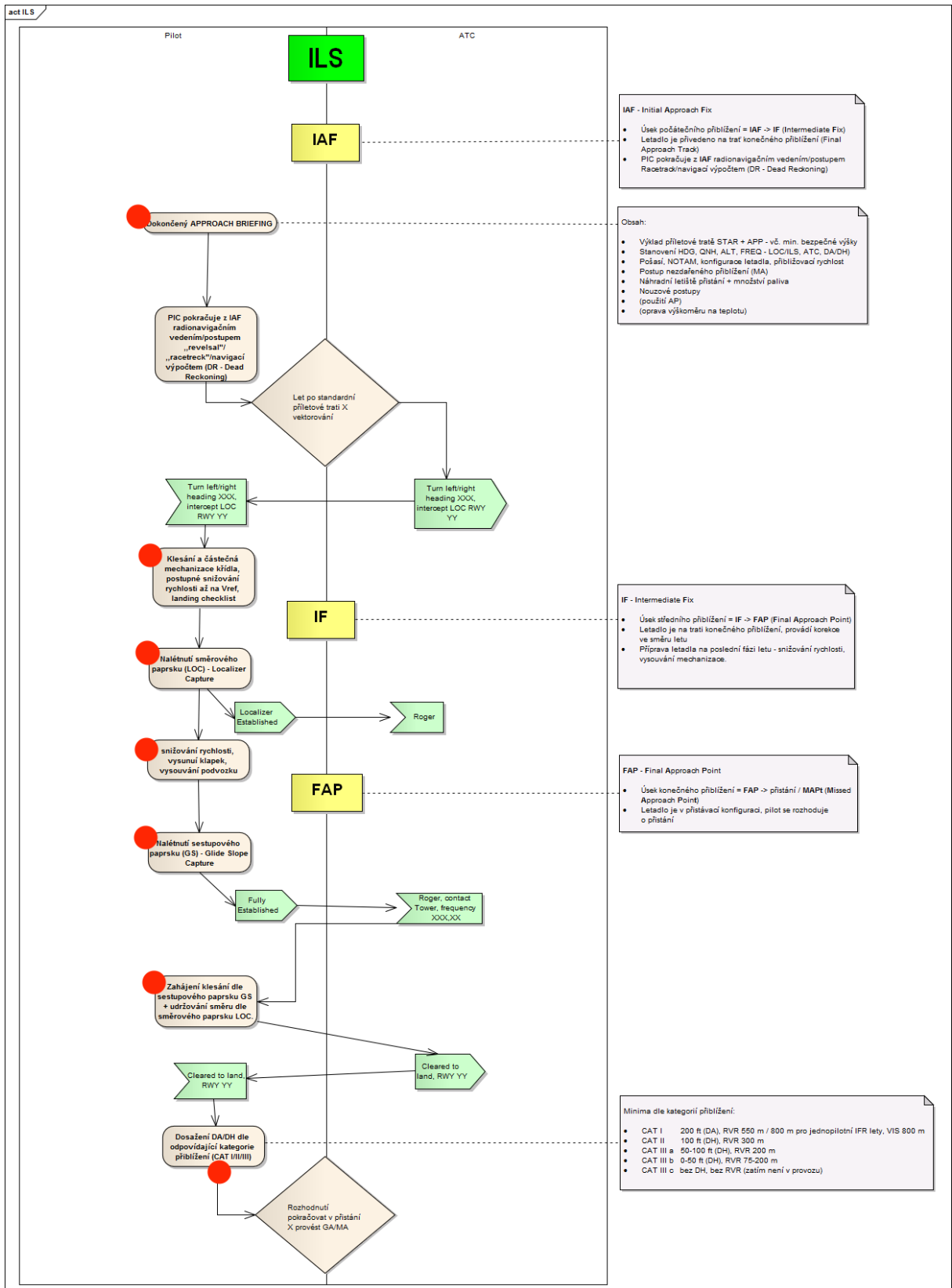
**FAF - Final Approach Fix**

- Úsek konečného přiblížení = FAF -> přistání / MAPT (Missed Approach Point)
- Letadlo je v přistávací konfiguraci, pilot se rozhoduje o přistání

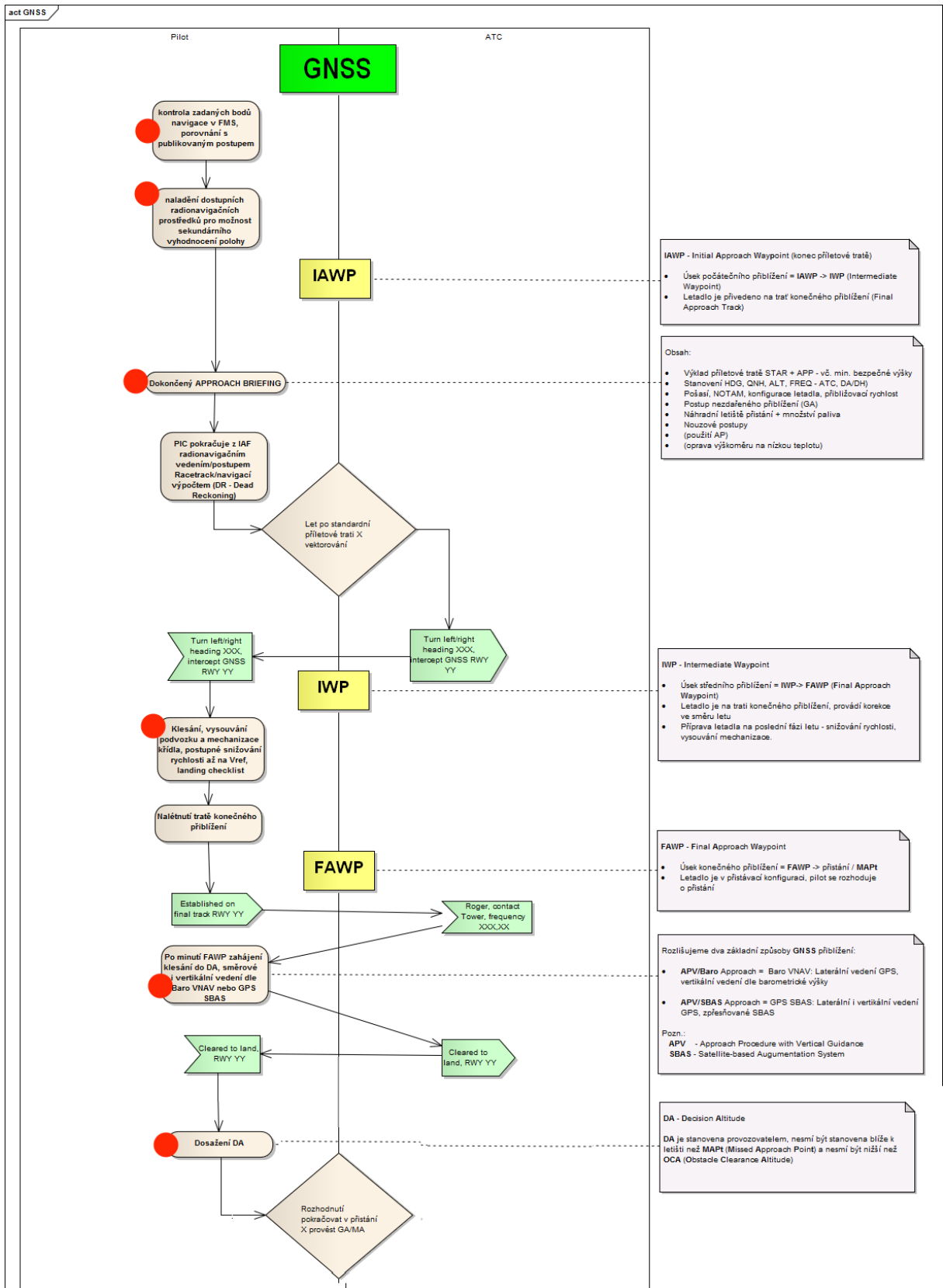
**MDA - Minimum Decision Altitude**

MDA je stanovena provozovatelem, nesmí být stanovena blíže k letišti než MAPT (Missed Approach Point) a nesmí být nižší než OCA (Obstacle Clearance Altitude)

**Příloha G - Vyznačení kritických míst přiblížení ILS**  
zdroj: autorka



**Příloha H - Vyznačení kritických míst přiblížení GNSS (APV)**  
**zdroj: autorka**



**Příloha I - Vyznačení kritických míst přiblížení VOR/DME**  
zdroj: autorka

