

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

Fakulta dopravní  
Ústav letecké dopravy

**Optimalizace pozemních navigačních zařízení  
regionálních letišť**

Diplomová práce

2014

Bc. František Leták



**K621..... Ústav letecké dopravy**

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Bc. František Leták**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**N 3710 – PL – Provoz a řízení letecké dopravy**

Název tématu (česky): **Optimalizace pozemních navigačních zařízení  
regionálních letišť**

Název tématu (anglicky): **Optimization of Ground Navigation Equipment of Regional  
Airports**

**Zásady pro vypracování**

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

- Úvod
- Vyhodnocení sítě dopravních, regionálních a vojenských letišť v ČR a okolních státech s provozem IFR letů
- Stanovení vhodného navigačního vybavení regionálních letišť
- Posouzení investiční a provozní ekonomie navigačního vybavení regionálních letišť
- Využití stávajících a budoucích navigačních systémů na regionálních letištích
- Návrh navigačního vybavení s ohledem na okolní terén a rozdělení vzdušného prostoru
- Závěr

Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího diplomové práce

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: ICAO Annex 14, Volume I  
Doc 8168  
AIP ČR  
AIP Germany  
Airports Council International

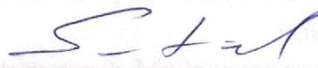
Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jiří Frynta**  
**Ing. Bc. Jakub Hospodka, Ph.D.**

Datum zadání diplomové práce: **25. července 2013**  
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání diplomové práce: **30. listopadu 2014**  
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia  
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia



doc. Ing. Daniel Hanus, CSc.  
vedoucí  
Ústavu letecké dopravy



prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek  
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

.....  
Bc. František Leták  
jméno a podpis studenta

V Praze dne .....5. června 2014

## Čestné prohlášení

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

Nemám žádný závazný důvod proti použití 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 21/11/2014



František Leták

# Poděkování

Děkuji vedoucímu své diplomové práce Ing. Jiřímu Fryntovi a Ing. Bc. Jakobovi Hospodkovi, Ph.D. za odborné vedení, poskytnutí rad, konstruktivních připomínek a za obrovskou trpělivost, se kterou mi vycházeli vstříc.

# Abstrakt

**Autor:** Bc. František Leták

**Název práce:** Optimalizace pozemních navigačních zařízení regionálních letišť

**Vedoucí práce:** Ing. Jiří Frynta

**Škola:** České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní

**Počet stran:** 96

**Klíčová slova:** regionální letiště, přístrojové přiblížení, ILS, TLS, VOR/NDB, vzdálená věž, radionavigační systémy, České Budějovice

Diplomová práce se zabývá problematikou optimalizace radionavigačních prostředků nových regionálních letišť. Hlavním cílem je nalezení optimálních radionavigačních systémů, které by dokázaly efektivně sloužit pro potřeby přístrojových přiblížení na nově vznikajících regionálních letištích. V první části práce jsou zmíněna letiště v České republice, která by mohla sloužit jako potenciální nová regionální letiště. Na základě stanovených požadavků je postupně vyselektováno několik vhodných letišť, popsán jejich současný stav a zdůvodněno, jaký typ provozu by na daných letištích v budoucnu mohl probíhat. V následující kapitole je věnována pozornost radionavigačním prostředkům. Jsou zde zmíněny klasické prostředky pro radionavigaci, ale také nové moderní systémy, které nabízejí vhodnou alternativu k navigačním prostředkům běžně používaným na letištích ve světě. U jednotlivých systémů je popsán princip funkce, náročnost údržby a jejich cena. Cena jednotlivých systémů je jeden z rozhodujících faktorů při výběru radionavigačního zařízení, které by mělo být umístěno na novém letišti, nebo mělo nahradit systém stávající. S implementací nových zařízení je spojena certifikace. Průběh certifikace a nutné kroky v případě použití nových systémů je uveden a popsán přímo ve spojení s novými systémy. Na konci kapitoly je porovnána cena instalace jednotlivých systémů a jsou popsány hlavní výhody a nevýhody jednotlivých systémů. Třetí a finální kapitola se zabývá implementací vhodných radionavigačních systémů v případě jednotlivých letišť, která byla vybrána v první kapitole.

# Abstract

**Author:** Bc. František Leták

**Title:** Optimization of ground navigation equipment of regional airports

**Thesis supervisor:** Ing. Jiří Frynta

**University:** Czech Technical University in Prague, Faculty of Transportation Sciences

**Number of pages:** 96

**Key words:** regional airports, instrument approach, ILS, TLS, VOR/NDB, remote tower, radionavigation systems, České Budějovice

This thesis deals with optimization of radionavigation aids of new regional airports. The main objective is to find optimal navigation aids enabling establishment of instrument approach procedures at emerging regional airports. The author in the first part of this thesis mentions small airports in the Czech Republic suitable for potential transformation into regional airports. Based on the specific requirements, a few suitable airports are selected, their current state is described along with the potential type of operation. The next chapter is focused both on classic and modern radionavigation aids offering alternatives to today's commonly used systems. Principle of operation, maintenance and costs are described. Acquisition costs play a big role when choosing new radionavigation aids. With the implementation of a new system comes the certification process that is described directly on individual examples of new radionavigation aids mentioned in this thesis. At the end of the second chapter the installation costs of individual systems are described and their advantages and disadvantages are compared. The third and the final chapter deals with the implementation of appropriate radionavigation systems for airports selected in the first chapter.

## Obsah

Obsah .....	8
Seznam použitých zkratk.....	11
Úvod .....	14
Určení ideální polohy regionálního letiště .....	16
Předpoklady .....	16
Výběr letiště s ohledem na situování jiných regionálních letišť v České republice, Německu a Rakousku .....	17
Seznam možných letišť.....	19
Situování vyhovujících letišť.....	21
Základní informace o jednotlivých letištích .....	22
Letiště Mnichovo Hradiště .....	22
Letiště Cheb.....	23
Letiště České Budějovice .....	24
Vzdálenost regionálního letiště od již stávajících letišť umožňujících provoz za podmínek IMC .....	25
Rozdělení regionálních letišť podle druhu provozu .....	27
Shrnutí.....	27
Splnění předpokladů stanovených v kapitole 1. ....	28
Závěr.....	32
Druhy radionavigačních zařízení .....	33
ILS – Instrument Landing System .....	33
Ceny jednotlivých komponent a údržba .....	34
Údržba .....	34
Cena .....	35
Výhody a nevýhody systému.....	36
TLS- Transponder Landing System .....	38
Certifikace .....	39
Popis funkce systému TLS .....	39
Kontrola kritických parametrů .....	41
Jednotlivé komponenty a jejich umístění .....	42
.....	42
Ceny jednotlivých komponent a údržba .....	43



Údržba .....	43
Cena .....	44
Výhody a nevýhody systému.....	45
VOR – Omnidirectional Radio Range.....	46
Ceny jednotlivých komponent a údržba .....	46
Údržba .....	46
Cena .....	47
Výhody a nevýhody systému.....	48
NDB- Nondirectional Beacon .....	49
Ceny jednotlivých komponent a údržba .....	49
Údržba .....	49
Výhody a nevýhody systému.....	50
Přiblížení pomocí GNSS .....	51
Porovnání finančních nákladů na koupi a provoz jednotlivých systémů .....	52
Závěr.....	56
Letový provozu v okolí regionálních letišť.....	58
Pracoviště řídicího letového provozu.....	59
r- TWR, Remote tower .....	60
Hlavní funkce systému r- TWR .....	61
Řízení letiště .....	61
Řízení několika letišť.....	61
Záložní systém velkých letišť .....	63
Popis jednotlivých komponent.....	64
Pracoviště řídicího letového provozu.....	64
Instalace na letišti .....	65
Další funkce systému r-TWR .....	66
Certifikace systému .....	67
Cena .....	68
Závěr.....	68
Certifikace leteckých systémů v podmínkách České republiky.....	71
Postup v případě certifikace systému r-TWR a systému TLS .....	71
Postup k získání oprávnění provozní způsobilosti (OPZ).....	72
Instalace zařízení .....	75
Cena certifikace.....	76

Závěr.....	76
Implementace radionavigačních systémů v případě jednotlivých letišť.....	77
Letiště Cheb.....	77
Letiště Mnichovo Hradiště .....	79
Letiště České Budějovice.....	81
Popis letiště a současného stavu .....	82
Vymezení spádové oblasti.....	82
Letecké společnosti.....	83
Přínos pro region.....	84
Shrnutí.....	84
Závěr.....	85
Závěr.....	90
Použité zdroje.....	92
Seznam obrázků .....	94
Seznam tabulek.....	95
Seznam příloh.....	95

## Seznam použitých zkratk

ANPC	Advanced Navigation & Positioning Corporation
ATIS	Automated Terminal Information Service
CDI	Course Deviation Indicator
CTR	Control Zone
D	Dangerous Area
DA	Decision Altitude
DH	Decision Height
DME	Distance Measurement System
DOV	Declaration of Verification
DSU	Declaration of Suitability
EDDC	Letiště Drážďany
EDDN	Letiště Norimberk
EDQM	Letiště Hof Plauen
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay Service
EPKK	Letiště Krakow
FAA	Federal Aviation Administration
GBAS	Ground-Based Augmentation System
GNSS	Global Navigation Satellite System
GP	Glide Path
GPS	Global Position System
HD	High Definition
HSI	Horizontal Situation Indicator
ICAO	International Civil Aviation Organization
ILS	Instrument Landing System
IM	Inner Marker

IMC	Instrument Meteorological Condition
LFV	Air navigation service in Sweden
LIZB	Letiště Bratislava
LKKV	Letiště Karlovy Vary
LKMT	Letiště Mošnov
LKPD	Letiště Pardubice
LKTB	Letiště Tuřany
LKVO	Letiště Vodochody
LOC	Localizer
LOWW	Letiště Vídeň
LPV	Localizer performance with vertical guidance
MLS	Microwave Landing System
MM	Middle Marker
MTBF	Mean Time Between Failure
MTOM	Maximum Take-off Mass
NDB	Non Direction Beacon
NM	Nautical Mile
OM	Outer Marker
OPZ	Oprávnění Provozní Způsobilosti
PAR	Precision Approach Radar
PTZ	Pan–Tilt–Zoom camera
R	Restricted Area
RNAV	Area Navigation)
RWY	Runway
ŘLP	Řízení letového provozu
SID	Standard Instrument Departure
SESAR	Single European Sky ATM Research

STAR	Standard Instrument Arrival
TCAS	Traffic Collision Avoidance System
TLS	Transponder Landing System
TMA	Terminal Maneuvering Area
TRA	Temporary Reserved Area
TSA	Temporary Segregated Area
TWY	Taxiway
ÚCL	Úřad pro Civilní Letectví
VFR	Visual Flight Rule
VOR	Omnidirectional Radio Range

## Úvod

Předkládaná diplomová práce vznikla ve spolupráci s Ing. Jiřím Fryntou, který byl mým vedoucím a přivedl mě k řešení dané problematiky již v roce 2013. Nalezení optimálního radionavigačního systému pro nově vznikající letiště či pro letiště hledající alternativu stávajících radionavigačních prvků je v dnešní době velmi zajímavým tématem. Nabízela se možnost podrobného seznámení se složitostí celého procesu výběru radionavigačního systému, s novými moderními systémy, nabízejícími vhodnou alternativu stávajícím celosvětově rozšířeným radionavigačním zařízením.

V průběhu práce se naskytla možnost zpracování nových moderních systémů, které by v budoucnu mohly opravdu nahradit systémy stávající. Jedná se především o systém TLS, který je vhodnou variantou k systému ILS, plně ho dokáže nahradit a nabízí více možností provozního využití. Možnost přímé spolupráce s firmou ANPC, která systém TLS vyrábí, umožnila nahlédnout podrobněji do funkce celého systému a na základě spolupráce byla vytvořena studie instalace na letišti nacházejícím se v České republice.

S provozem letiště umožňujícího přístrojové přiblížení je neodmyslitelně spjata řízení letového provozu. Budování letištní věže je jednou z nejdražších investic hned po instalaci radionavigačního vybavení, která se musí vždy v případě řízeného letiště realizovat. V dnešní době je jedinou alternativou klasického stanoviště řízení letového provozu pouze jeden systém, který umožňuje nahradit klasické stanoviště řídicího letového provozu a efektivně a ekonomicky letový provoz řídit. Jedná se o systém vzdálené věže, který je v současnosti certifikován švédským úřadem pro civilní letectví.

Instalace nových zařízení je sám o sobě složitý proces, který je zkomplikován procesem certifikace daného zařízení, a tedy nedílnou součástí implementace nových radionavigačních systémů bylo popsání celého procesu certifikace. Bylo nutné se seznámit s legislativními požadavky Evropské unie a České republiky, která má v případech implementace leteckých pozemních zařízení specifické požadavky.

Hlavním cílem mé diplomové práce je tedy nalézt optimální radionavigační vybavení pro nové regionální letiště. Porovnáním jednotlivých systémů, jak stávajících, tak nových moderních, se v poslední kapitole snažím nalézt vhodné řešení instalace těchto systémů v případě jednotlivých letišť, která byla vybrána v první kapitole diplomové práce. Hlavní pozornost je věnována letišti v Českých Budějovicích, které má ze všech letišť v České republice specifické postavení a má šanci se do několika let stát novým fungujícím regionálním letištěm. Hlavním přínosem diplomové práce byla možnost se aktivně podílet na výběru optimálního radionavigačního vybavení v případě letiště v Českých Budějovicích a aktivně tak ovlivňovat výběr daného zařízení.

## Určení ideální polohy regionálního letiště

Cílem této kapitoly je určit ideální polohu regionálního letiště v závislosti na několika klíčových faktorech. Jedná se zejména o výběr stávajících letišť, která by mohla v budoucnu sloužit jako letiště regionální. Jsou to zejména bývalá vojenská letiště s rozvinutou infrastrukturou a již existující betonovou vzletovou a přistávací dráhou o dostatečných rozměrech. Dále o posouzení polohy stávajících letišť vybavených pro provoz za podmínek IMC v České republice a okolních státech a vůči možným polohám nového regionálního letiště. Nutné je i posouzení poloh jednotlivých letišť z pohledu automobilové, kamionové a vlakové dopravy.

### Předpoklady

- Vzdálenost nového regionálního letiště od stávajících letišť umožňující provoz za podmínek IMC by měla být co největší.
- Letiště se musí nacházet v dobře obslužené oblasti z pohledu železniční, kamionové i osobní dopravy.
- Ve snaze o snížení nákladů na výstavbu letiště a celé jeho infrastruktury bude snaha vybrat letiště s již existující zpevněnou VPD a částečně rozvinutou infrastrukturou.
- Únosnost vzletových, přistávacích a pojezdových ploch by měla být taková, aby umožnila pohyb letounům ve váhové kategorii medium ( Boeing 737, Airbus 320).
- Reliéf terénu společně se stávajícím rozvržením vzdušného prostoru by měl poskytnout podmínky pro co nejjednodušší vytvoření postupů přiblížení podle přístrojů.



## Výběr letiště s ohledem na situování jiných regionálních letišť v České republice, Německu a Rakousku

Při výběru letiště je nutné vzít v potaz rozmístění již existujících letišť s radionavigačním zařízením umožňujícím přistání podle přístrojů. Při hledání ideálního umístění letiště byla k bližšímu posouzení vybrána oblast jižních, západních a severních Čech. Jiho-východní a Severní Morava není zahrnuta z důvodu výskytu velkého množství existujících letišť, která umožňují provoz za podmínek IMC, jako je například letiště Tuřany (LKTB), letiště Mošnov (LKMT) u sousedních států potom letiště Vídeň (LOWW), letiště Krakow (EPKK), letiště Bratislava (LIZB) atd. Dále má východní část České republiky malé množství bývalých vojenských letišť, která by bylo možné při výstavbě použít, až na letiště Přerov, jehož budoucnost je nejasná.

V České republice se v námi zvolené oblasti nachází pouze letiště Karlovy Vary. Celá oblast je ale samozřejmě ovlivněna letišti Praha Václava Havla (LKPR), Vodochody (LKVO) a Pardubice (LKPD). Oblast chceme posuzovat komplexně, a proto musí být při výběru nového regionálního letiště brána v potaz i tato tři stávající letiště. V Německu se jedná o dvě mezinárodní letiště, která budou hrát významnou roli při výběru polohy nového letiště. Je to letiště Drážďany (EDDC), letiště Hof Plauen (EDQM) letiště Norimberk (EDDN). V Rakousku je to pouze letiště Linz (LOWL). Výše zmíněná tabulka obsahuje seznam letišť, která budou ovlivňovat výběr polohy nového regionálního letiště, s jejich radionavigační vybaveností (Letecká informační služba, 2014).

Tabulka 1 Seznam letišť umožňující provoz za IMC s jejich radionavigačním vybavením

Letiště	NDB	DME	VOR	ILS	CAT ILS
LKPD	x	x	-	x	CAT I
LKPR	x	x	x	x	CAT III b
LKKV	x	x	-	x	CAT I
LKVO	x	x	-	x	CAT I
EDDC	x	x	x	x	CAT III a
EDQM	x	-	.	x	CAT I
EDDN	x	x	x	x	CAT III b
LOWL	x	x	x	x	CAT III b



Obrázek 1 Seznam letišť umožňující provoz za podmínek IMC

## Seznam možných letišť

Při výběru letišť jsme stanovili několik základních kritérií, která jsou vyjmenována v kapitole *Předpoklady*. Tato kritéria budou rozhodující při výběru potenciálních letišť. Jedná se zejména o dobrou obslužnost, jak z pohledu železniční, kamionové, tak i osobní dopravy. Existence již stávající betonové dráhy a pojezdových ploch rapidně sníží náklady na výstavbu, v porovnání s výstavbou ploch nových. Jako další důležitý faktor se jeví existence blízké a významné osídlené lokality. Vzdálenost od již existujících letišť umožňující provoz za podmínek IMC, by měla být co největší a novému letišti tak zaručit co největší spádovou oblast a zmenšit tak dojezdový čas v porovnání s již existujícími letišti, případně se letiště musí nacházet v jinak atraktivní oblasti z pohledu cestujících.

Shrnutí nejdůležitějších faktorů a jejich vyhodnocení v případech jednotlivých letišť je shrnuto v následující tabulce:

Tabulka 2 Seznam možných letišť a vyhodnocení jejich současného stavu

Název letiště	Stávající IMC letiště	Blízkost reg. letiště	Vojenský provoz	Vyhovující stav provozních ploch	Dostatečná obslužnost	Vyhovující letiště
Bechyně	x	x	x	x	x	x
Blatná	x	x	x	x	x	x
Čáslav	✓	✓	✓	✓	✓	x
České Bud.	x	x	x	✓	✓	✓
Hořovice	x	x	x	x	x	x
Hradec Králové	x	✓	x	✓	✓	x
Cheb	x	✓	x	✓	✓	✓
Kámen	x	x	x	x	x	x
Kbely	✓	✓	✓	✓	✓	x

Milovice	x	✓	x	x	x	x
Mnichovo Hradiště	x	x	x	✓	✓	✓
Náměšť n. O.	✓	✓	✓	✓	x	x
Panenský Týnec	x	✓	x	✓	x	x
Plzeň	x	✓	x	✓	✓	x
Přerov	x	✓	x	✓	✓	x
Příbram	x	✓	x	✓	✓	x

Z tabulky je patrné, že z 15 letišť z tabulky jsou vybrána tři letiště, která vyhovují našim stanoveným podmínkám. Kritéria, která vedla k vyřazení zbývajících letišť jsou patrná z tabulky. Jako první byla vyřazena aktivně využívaná vojenská letiště (Čáslav, Kbely, Náměšť nad Oslavou), na kterých není možno sloučit současně civilní a vojenský provoz. Dále byla vyloučena letiště, která nemají dostatečně rozvinutý systém pojezděcích, vzletových a přistávacích ploch (Bechyně, Blatná, Hořovice), případně jsou ve velmi špatném stavu a jejich rekonstrukce by byla finančně nevýhodná (Kámen, Milovice). Dalším významným faktorem bylo situování letišť v závislosti na okolních letištích, která jsou vybavena pro provoz za podmínek IMC a z politicko-obchodních důvodů by v jejich okolí malé regionální letiště neobstálo (Panenský Týnec, Plzeň, Příbram, Hradec Králové). V případě nově budovaných letišť musí být zajištěna dostatečná spádová oblast, nebo musí být v oblasti, která se nachází ve velmi turisticky navštěvovaném regionu, případně se zde nachází významná industriální zóna, či jinak významná oblast. S předcházejícím předpokladem je spojena i dobrá obslužnost letiště.

Letiště, která splňovala většinu předpokladů jsou: letiště České Budějovice, letiště Cheb a letiště Mnichovo Hradiště. Další důvody, které rozhodly o vybrání těchto letišť, jsou zmíněné v následující kapitole.

## Situování vyhovujících letišť

Letiště, která budou dále předmětem úvah jsou zakreslena na mapě ČR, viz níže.

Obrázek 2 Vhodná letiště pro nové regionální letiště



Na obrázku jsou zakreslena letiště:

1. Mnichovo Hradiště
2. Cheb
3. České Budějovice

## Základní informace o jednotlivých letištích

Všechna zmíněná letiště jsou bývalá letiště vojenská, která byla aktivně využívána do roku 1989, některá i po roce 1989. Současný stav pojezdových a přistávacích ploch není ideální, ale nadále dostačuje pro provozní využití ve všeobecném letectví. Z toho lze předpokládat, že kvalita ploch je dostačující a že by případné investice do oprav nebyly takové, jako v případě letišť, která nejsou využívána vůbec, nebo v případě zcela nově budovaného letiště.

### Letiště Mnichovo Hradiště

Poloha: 3 km NE od Mnichova Hradiště

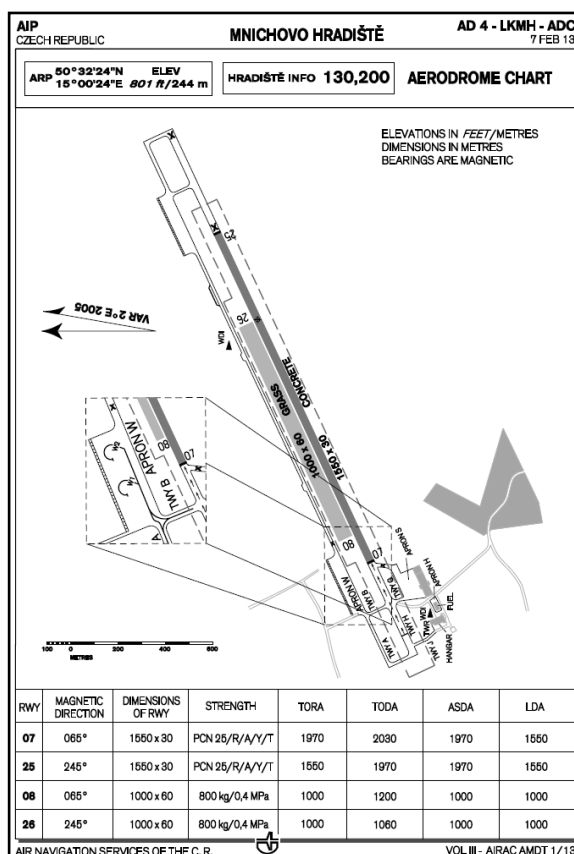
Provozní využití: VFR den

RWY: 1550 x 30 m

MTOM: 40 t

TWY C, D, E, F a stojánka N jsou uzavřeny pro letecký provoz (AIP, 2014)

Letiště v Mnichově Hradišti se nachází u rychlostní komunikace R10 (Praha- Liberec- Německo – Polsko), Exit 63. Vede zde jedna z hlavních železničních tratí do Liberce, která dále směřuje do Německa. S délkou dráhy necelých 2500m a rozvinutým systémem pojezdových drah se jeví jako ideální volba. Velkou výhodou je poloha u města Mladá Boleslav, kde se nachází sídlo a hlavní výrobní provozy firmy Škoda Auto. V současnosti slouží pro potřeby letecké přepravy zaměstnanců Škoda Auto letiště Praha Václava Havla,



Obrázek 3 Letiště Mnichovo Hradiště AIP AD4



dojezdový čas je ale nepřiměřeně dlouhý (1h 45m). V případě využití letiště v Mnichově Hradišti by byl dojezdový čas zkrácen na 20 minut.

V neprospěch hovoří blízkost letiště ve Vodochodech LKVO – 56 km a letiště Praha Václava Havla LKPR 110 km. Tato dvě letiště fungují jako hlavní regionální a mezinárodní letiště v dané lokalitě. Z tohoto důvodu by letiště v Mnichově Hradišti muselo být využíváno specializovanou skupinou lidí, mající zájem létat právě do této lokality (zaměstnanci Škoda Auto).

### Letiště Cheb

Poloha: 3 km JV od města Cheb

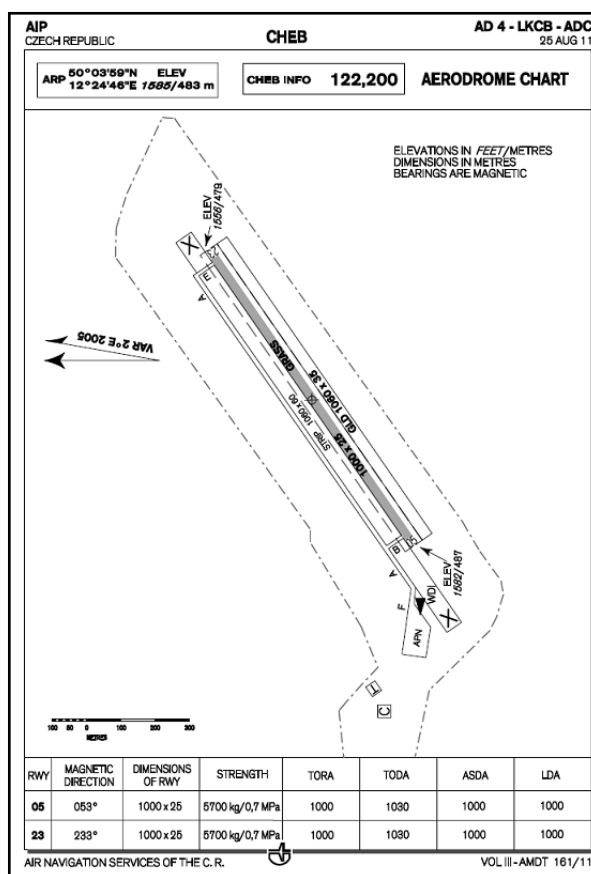
Provozní využití: VFR den

RWY: 1000 x 25

MTOM: 5700 kg (AIP, 2014)

Letiště Cheb s délkou dráhy necelých 1400 metrů, nedostačujícím systémem pojezdových drah a vzdáleností 40 km od letiště v Karlových Varech se jeví jako zcela nevyhovující pro pravidelnou dopravu letounů přesahující hmotnost 5700 kg, ale vyhovuje pro nepravidelnou leteckou dopravu do MTOM 5700 kg.

Výhodou je vzdálenost od letiště Hof Plauen- 55 km (záložní pro Hof Plauen by mohlo sloužit letiště Cheb), dále pak velmi blízké situování od mezinárodní železniční tratě vedoucí do Prahy, taktéž do Ústí nad Labem a německého města Bayreuth a blízkost západočeských lázeňských měst. Další výhodou je situování



Obrázek 4 Letiště Cheb AIP AD4

zařízení VOR/ DME OKG na letišti. Toto zařízení by mohlo sloužit jako hlavní radionavigační prvek letiště v budoucnosti a nebylo by tedy potřeba investovat do nového radionavigačního zařízení.

### Letiště České Budějovice

Poloha: 6,5 km SW od centra města České Budějovice

Provozní využití: VFR den

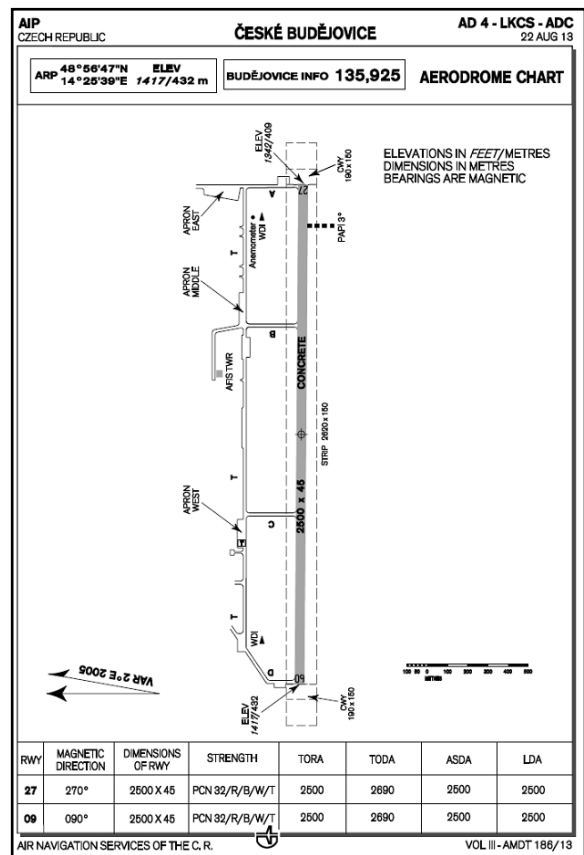
RWY: 2500 x 45 m

: PCN 32 R/B/W/T (AIP, 2014)

Letiště v Českých Budějovicích s délkou dráhy a systémem odbavovacích a odstavných ploch se rovná letišti u Mnichova Hradiště. Nachází se u hlavního silničního tahu mezi Prahou a Linzem. Vede zde taktéž hlavní železniční tah do Rakouska. Významným faktorem je poloha u sto-tisícového

města České Budějovice. Vzdálenost od mezinárodních letišť Praha Václava Havla

je 125 km a letiště Linz 81km. Výhodou je situování jaderné elektrárny Temelín, jejíž dostavba by měla v několika následujících letech začít a lze předpokládat požadavek na rychlou leteckou dopravu pracovníků při výstavbě jaderné elektrárny.



Obrázek 5 Letiště České Budějovice AIP AD 4



## Vzdálenost regionálního letiště od již stávajících letišť umožňujících provoz za podmínek IMC

Na následující mapě (Obrázek č. 5) jsou zakreslena všechna letiště umožňující provoz za podmínek IMC, která při volbě budoucího regionálního letiště hrají nejpodstatnější roli. Jedná se o letiště Praha Václava Havla, Vodochody, Pardubice, Karlovy Vary, Drážďany, Norimberk a Linz.

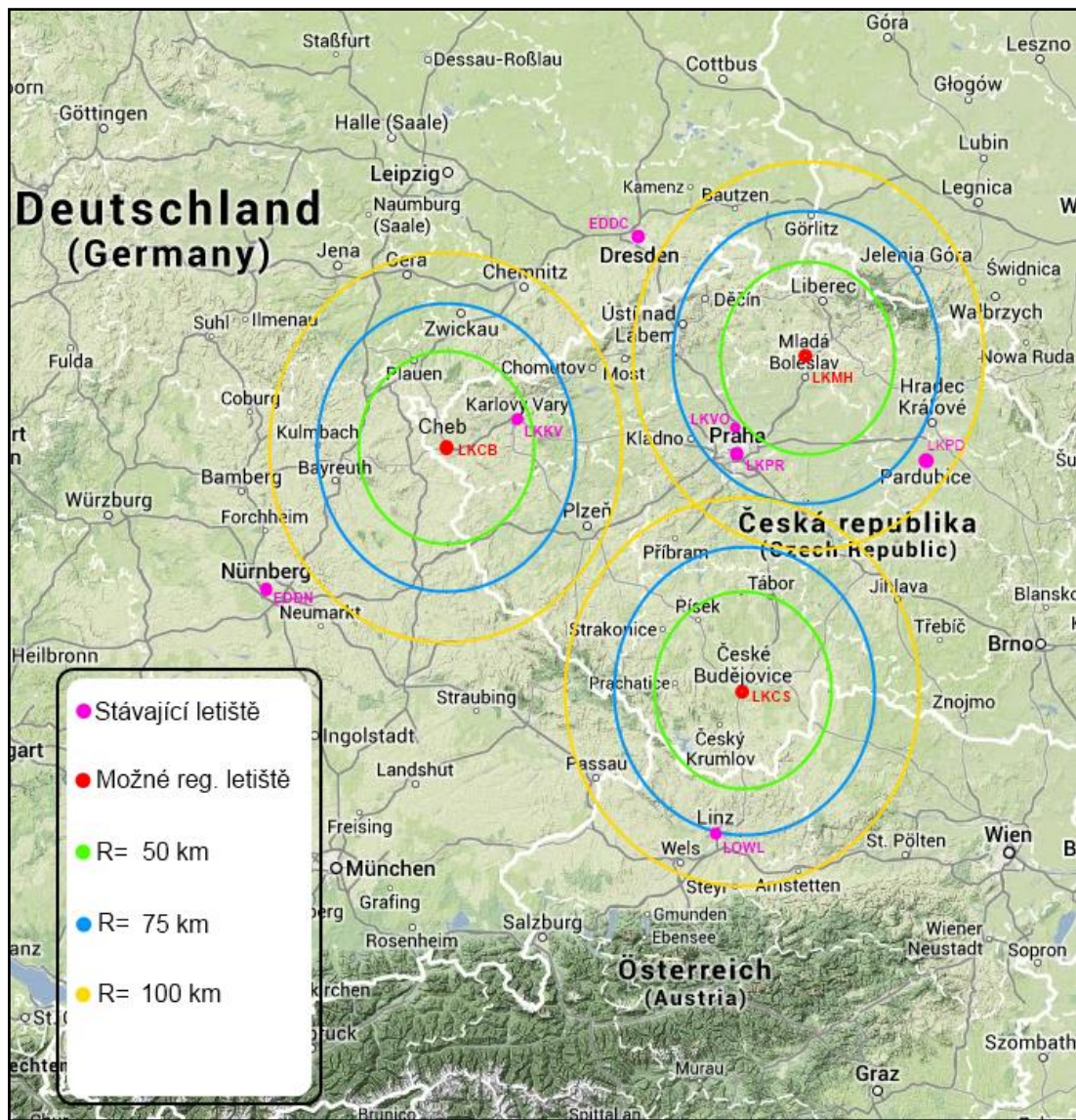
V případě posuzování vhodnosti letiště Mnichovo Hradiště hraje podstatnou roli vzdálenost od letišť Vodochody-56 km, letiště Praha Václava Havla -72 km a letiště Pardubice- 78 km. Letiště v Praze je největší a hlavní tranzitní letiště v České republice. Díky své ideální poloze u dálnic D1, D5, D8, D11 a rychlostních komunikací R6, R7, R10 by bylo přílišným konkurentem letiště LKMH. Letiště v Pardubicích se v posledních letech dostalo do povědomí veřejnosti a stává se stále významnějším. Stalo se hlavním regionálním letišťem pro Pardubický, a Královéhradecký kraj, ale taktéž pro část Středočeského kraje a kraje Vysočina. Vzdálenost letiště v Drážďanech je 100 km a pro německou klientelu není z žádného důvodu lukrativní dojíždět do lokality Mnichovo Hradiště. Ze zmíněných důvodů není letiště u Mnichova Hradiště ideálním adeptem na nové regionální letiště a mělo by v budoucnu sloužit pro nepravidelnou leteckou dopravu pro potřeby firmy Škoda Auto.

Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, letiště Cheb má nevyhovující vzletové, přistávací a pojezdové plochy pro pohyb letadel přesahující 5700 kg. Nevede zde žádný významný silniční koridor. Vzdálenost mezinárodního letiště v Karlových Varech je pouhých 40 km. Z tohoto důvodu není nutné budovat další letiště v tomto regionu. Letiště Norimberk je vzdáleno 142 km. Ideální spádovou oblastí se tedy stává oblast jihozápadně až jižně od Chebu do vzdálenosti 40 km. Hlavní výhodou je situování v lázeňské oblasti západních Čech.

Jako poslední možnost zbylo bývalé vojenské letiště situované 5 km jihozápadně od centra Českých Budějovic. Délkou vzletové a přistávací plochy 2500 metrů a rozvinutým systémem pojezdových a odstavných ploch zcela vyhovuje našim požadavkům. Nachází se o u hlavních silničních a železničních tahů. Je vzdáleno 126 km

od letiště v Praze a více jak 85 km od letiště Linz. Díky této poloze by v budoucnu pod toto letiště mohla spadat největší obslužná oblast z vybraných letišť. Oblast jižních Čech je velmi oblíbená mezi turisty a to jednoznačně napomáhá při rozhodování o zvolení ideální polohy letiště.

Obrázek 6 Vyobrazení možných regionálních letišť a jejich vzdálenosti od stávajících letišť umožňující provoz za podmínek IMC.



## Rozdělení regionálních letišť podle druhu provozu

Pro další posouzení letišť jako celku a druhu radionavigačního zařízení je potřeba letiště rozdělit do několika základních skupin dle druhu současného a zamýšleného provozu v budoucnu, další podmínkou je stávající únosnost přistávacích a pojezdových ploch, která by měla plně dostačovat plánovanému provozu a minimálně tak navýšit cenu úprav vzletových a pojezdových ploch. Toto rozdělení nám v dalších kapitolách pomůže určit optimální radionavigační systém pro dané letiště.

- a) Jedná se o letiště s předpokládanou pravidelnou regionální i charterovou dopravou. Několik pravidelných linek týdně. Provoz letadel typu B-737, Airbus 320 a podobných do maximální vzletové hmotnosti 85 t. Do této kategorie spadá letiště v Českých Budějovicích.
- b) Letiště s nahodilou intenzitou provozu. Jedná se o lety neobchodní, tak i o lety větších leteckých dopravců. Provoz letadel typu ATR 72 a bizjetu s maximální vzletovou hmotností nepřesahující 40 t. Do této kategorie spadá letiště v Mnichově Hradišti.
- c) Nahodilý provoz malých letadel od nejlehčích sportovních letadel až po malé typy bizjetů do MTOM 5700 kg. Do této kategorie spadá letiště v Chebu.

## Shrnutí

Na základě výše uvedené argumentace vychází jako optimální lokality pro budoucí regionální letiště stávající areál bývalého vojenského letiště v Českých Budějovicích, letiště u Mnichova Hradiště a jako poslední letiště Cheb.

Všechna tři letiště se nacházejí v dobře obslužených oblastech. Vzletové, přistávací i pojezdové plochy plně dostačují zamýšlenému provozu na daných letištích. V případě letiště v Českých Budějovicích bylo již několikrát provozně ověřeno, že letiště dokáže zvládnout přilet letadla Boeing 737, Airbus 320 či podobných. Všechna tři letiště se taktéž nacházejí v lokalitách, které by v budoucnu mohly umožnit budoucí rozvoj letišť a zajistit tak dostatečný počet cestujících pro uvažovaný druh provozu.

Požadavek na optimální reliéf terénu, který by umožňoval co nejjednodušší vytvoření příletových a odletových postupů. V okolí možných příletových a odletových tratí se nenacházejí žádné význačné geografické překážky a ani žádné vojenské, omezené, či zakázané prostory. Splnění všech dalších předpokladů je popsáno v další kapitole.

### *Splnění předpokladů stanovených v kapitole 1.*

1. Vzdálenost nového regionální letiště od stávajících letišť umožňující provoz za podmínek IMC by měla být co největší.
  - České Budějovice -SPLNĚNO, vzdálenost 75 km
  - Mnichovo Hradiště- částečně splněno, pozitivní rolí je zde blízkost sídla společnosti Škoda Auto v Mladé Boleslavi
  - Cheb- částečně splněno, významnou pozitivní rolí je blízkost západočeských lázeňských měst
  
2. Únosnost vzletových, přistávacích a pojezdových ploch by měla být taková, aby umožnila pohyb letadlům ve váhové kategorii letadlům pro zamýšlený provoz.
  - České Budějovice- SPLNĚNO, letiště bylo v minulosti využíváno jako plnohodnotné vojenské letiště, stávající označení RWY je: PCN 32/R/B/W/T
    - o R- Typ povrchu (Rigid) – nejčastěji používané při spojení s betonovou RWY
    - o B- Typ podloží- střední pevnost (60 až 120 MN/m<sup>3</sup>)

- W- bez omezení tlaku v pneumatikách
  - T- Technical evaluation
  - Umožňuje provoz letadlům typu B- 737, Airbus 320 atd.
- Mnichovo Hradiště- SPLNĚNO, přístupný provoz letadel s MTOM 40 t
  - Cheb- SPLNĚNO, přístupný provoz letadel s MTOM 5700 kg
3. Letiště se musí nacházet v dobře obslužené oblasti z pohledu vlakové, kamionové i osobní dopravy.
- České Budějovice- SPLNĚNO- leží na hlavním silničním tahu mezi Prahou a Linzem, taktéž zde vede hlavní železniční trať do Rakouska.
  - Mnichovo Hradiště- SPLNĚNO, nachází se u silnice R 10 a hlavním železničním tahu do Německa
  - Cheb- SPLNĚNO, nachází se na hlavní silnici E 48 do Německa a jeden z hlavních železničních tahů do Německa.



4. Rozvržení vzdušného prostoru by mělo poskytnout podmínky pro co nejjednodušší vytvoření postupů přiblížení podle přístrojů.

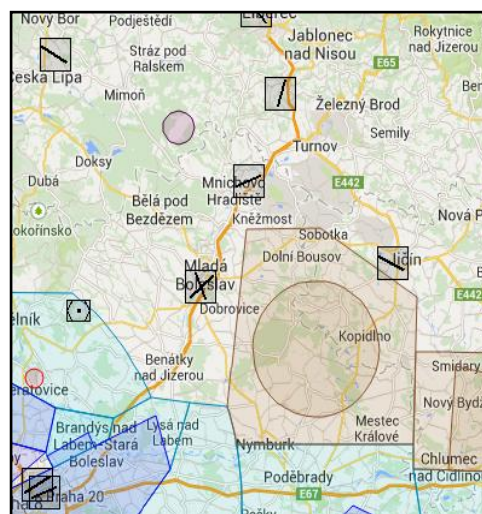
- České Budějovice, Mnichovo Hradiště, Cheb- SPLNĚNO

- České Budějovice: Vzdušné prostory TSA, TRA, R, D, P se v prodloužených osách VPD nevyskytují (Letecká informační služba, 2014). Nejbližší vojenské vzdušné prostory, které by mohly při tvoření příletových a odletových postupů hrát roli, jsou pouze LK R1, LK TRA 77 a LK TRA 78. Vše je patrné z přiložené mapky.



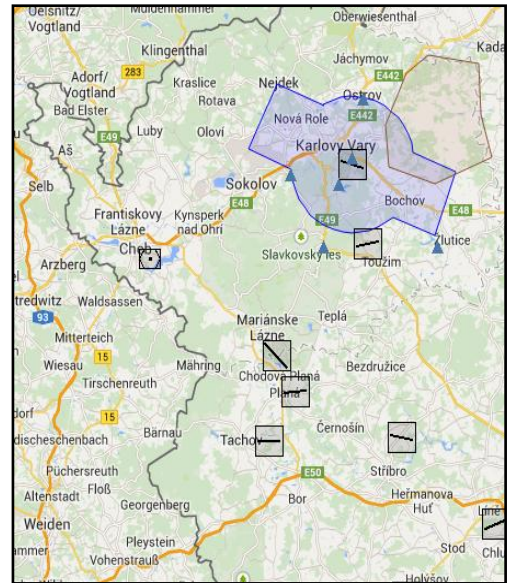
Obrázek 7 Vzdušný prostor okolo LKCB.

- Mnichovo Hradiště: V okolí se nacházejí vzdušné prostory třídy TRA, TMA a CTR (Letecká informační služba, 2014). Všechny prostory jsou od letiště dostatečně vzdáleny, nezasahují do prodloužených os VPD a neměly by hrát výraznou roli v případě tvoření příletových postupů.



Obrázek 8 Vzdušný prostor okolo LKMT.

- Cheb: Nejbližší vzdušný prostor je TMA a CTR Karlovy Vary (Letecká informační služba, 2014). Prostor TMA se nachází severo-východně od letiště a je v prodloužené ose VPD 05. Při tvoření letových postupů by byla nutná součinnost s řízením letového provozu v Karlových Varech.



Obrázek 9 Vzdušný prostor okolo LKKV.

## Závěr

Cílem této kapitoly bylo nalezení letišť situovaných v České republice, která by v budoucnu mohla sloužit jako nové regionální letiště vybavené pro provoz za podmínek IMC. Na začátku kapitoly bylo stanoveno několik hlavních podmínek, které nové regionální letiště musí alespoň částečně splňovat. Dále byla vytvořena tabulka obsahující všechna letiště, do které byly zaneseny jednotlivé požadavky pro nové regionální letiště. Jednotlivé požadavky byly vzájemně porovnány. Hlavní kritéria jako jsou dobrá obslužnost, existence odpovídajících přistávacích, vzletových a pojížděcích ploch či situování u významné osídlené lokality splnila letiště v Českých Budějovicích, Mnichovu Hradišti a Chebu.

Letiště byla dále rozdělena do třech hlavních kategorií podle druhu stávajícího a zamýšleného provozu v budoucnu. V závislosti na plánovaném provozu lze určit jaké radionavigační zařízení, společně s řízením letového provozu, by pro dané letiště bylo nejvhodnější. Dalším významným faktorem je výše investice do radionavigačního zařízení. V závislosti na typu provozu, je nutné určit optimální radionavigační vybavení, tak aby bylo rentabilní.

V dalších kapitolách jsou probrány různé typy radionavigačních systémů. Jedná se o systémy, které se v současnosti běžně používají pro přiblížení a odlet podle přístrojů a o systémy moderní, které jsou teprve nově zaváděny v Evropě. Úkolem diplomové práce je taktéž zmínit systém, který by umožnil řízení letového provozu na vybraných letištích. Novou možností radionavigačního vybavení regionálního letiště je systém vzdálené věže. Jedná se o moderní systém řízení letového provozu, který je podrobně popsán v další kapitole.



## Druhy radionavigačních zařízení

Zde je uvedeno několik hlavních radionavigačních systémů, které se v dnešní době standardně používají na letištích v celé Evropě pro přístrojové přiblížení a řízení letového provozu. Každý systém je stručně popsán, na obrázku je nakresleno jeho umístění na letišti z důvodu posouzení rozsahu instalace inženýrských sítí. Na konci kapitoly je shrnutí výhod a nevýhod jednotlivých radionavigačních systémů a jejich porovnání. Systém vzdálené věže a systém TLS je v této kapitole rozepsán s větší podrobností. Jedná se zcela nové systém a je tedy potřeba podrobněji popsat jeho funkci a možné uvedení do provozu.

### ILS – Instrument Landing System

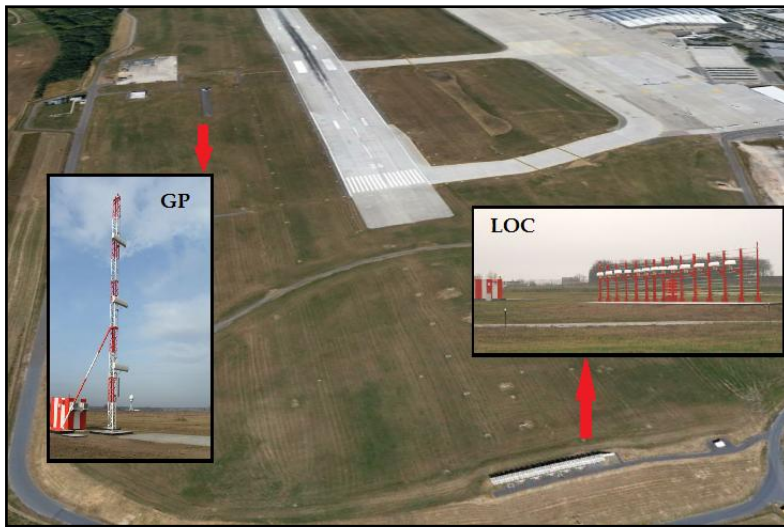
Jedná se o nejrozšířenější systém pro přesné přiblížení využívaný v celé Evropě a na světě. Účelem systému ILS je poskytnutí vedení v horizontální i vertikální sestupové rovině na trati konečného přiblížení. Vedení pilotovi umožňuje, nezávisle na stavu počasí, řídit letadlo do polohy, ve které již má potřebnou vizuální referenci se zemí a je schopen přistát. Mnoho instalací taktéž umožňuje přistání za nulové viditelnosti.

Systém ILS obsahuje tři podsystemy:

- VKV vysílač směrového paprsku (LOC- localizer)
- UKV vysílač směrového paprsku (GP- glide path)
- VKV polohová návěstidla (OM-outer marker,MM- middle marker,IM-inner marker)
- Součástí ILS zpravidla bývá i systém DME (popsán v následující kapitole).

Rozmístění jednotlivých podsystemů je pevně stanoveno. Anténní systém směrového vedení je umístěn v ose dráhy ve vzdálenosti přibližně 300 m za jejím koncem. Sestupový maják má dvě antény umístěné 150 m od osy dráhy a 300 m od jejího prahu (Matouš, 2005). Polohová návěstidla se dnešní době nejčastěji používají

pouze OM a IM, která se nejčastěji rozmisťují ve vzdálenosti 6,5 km až 11 km 75 m až 450 m od bodu dotyku . Měřič vzdálenosti DME je umístěn dle potřeby.



Obrázek 10 Rozmístění jednotlivých komponent systému ILS.

## Ceny jednotlivých komponent a údržba

### Údržba

Systém ILS je komplexní systém, který vyžaduje velmi náročnou údržbu. Jedná se zejména o údržbu preventivní, která má zaručit bezporuchový provoz systému po celou dobu jeho životnosti. Periodické prohlídky probíhají v denních, týdenních, měsíčních a ročních intervalech. Náročnost jednotlivých prohlídek je různá. Denní a týdenní prohlídky může provádět personál letiště, není na ně zapotřebí žádné měřicí techniky ani hlubších znalostí systému. Jedná se o denní a týdenní prohlídky, při kterých se kontroluje fyzický stav komponent ILS a jejich okolí. Měsíční kontrola vyžaduje měřicí techniku a přítomnost minimálně tří pracovníků. Při této kontrole se zjišťuje stav ochranných pásem, záložního bateriového napájení, funkce druhé hardwarové soupravy atd. Při roční kontrole se celý systém pro přesné přiblížení vypíná na tři dny. Za tuto dobu provedou certifikovaní pracovníci celkovou kontrolu

systemu. Dvakrát ročně taktéž dochází k letovému ověření systému, při kterém se kontroluje správná funkce LOC, GP a DME .

## *Cena*

V této kapitole bude nastíněna cena jednotlivých komponent systému a cena jeho údržby, která by měla být velmi podobná při instalaci na různých letištích a tudíž by měla být minimálně ovlivněná rozdílnými cenami projektů a cenou pozemních prací, natažení inženýrských sítí, kurz eura atd., které se mohou značně lišit.

### Cena systému ILS

Cena samotného systému ILS, bez veškerých instalací, se v dnešní době pohybuje kolem 13 mil Kč za jednofrekvenční systém (jednodušší, méně členitý okolní terén). Cena dvoufrekvenčního systému je o 10-15% vyšší. Dále je nutno k systému dokoupit měřič vzdálenosti DME. Cena tohoto systému se pohybuje v rozmezí 2-3 mil Kč. Cena dálkového ovládání (přenosové trasy) 2 mil Kč. Cena za instalaci systému, uvedení do provozuschopného stavu, se všemi potřebnými kalibracemi je 1,5 mil. Kč. V ceně není zahrnut nákup měřícího zařízení.

### Cena za údržbu

Do cen za údržbu není promítnutá cena za denní a týdenní kontroly, které může v rámci svých povinností provádět proškolený personál letiště. Měsíční a roční kontroly provádí technici ŘLP s.p. Celkové náklady za prohlídky za jeden rok se pohybují okolo 700 000 Kč. Letové

ověření, které musí proběhnou dvakrát ročně, stojí provozovatele dalších 500 000 Kč.

Celková cena jednofrekvenčního systému ILS se v současných podmínkách pohybují okolo 19,5 mil Kč. Roční náklady na provoz systému jsou přibližně 1,2 mil Kč. Do počáteční investice není v našem případě zahrnuta cena projektu, stavebních prací, natažení sítí (po konzultaci s Ing. arch. Akad. arch. Naďou Vaníčkovou byla cena pozemních prací stanovena v rozmezí 10- 15 mil Kč.) .

Systém ILS CAT I poskytuje horizontální a vertikální vedení do výšky rozhodnutí, která je v případě standardních podmínek pohybovat v minimální výšce 200 ft nad prahem dráhy.

### **Výhody a nevýhody systému**

Systém ILS je nejrozšířenějším systémem používaným pro přesné přiblížení podle přístrojů na světě. V dnešní době je pro příjem signálu a jeho zpracování vybaveno téměř jakékoliv moderní letadlo, do velké míry i modely starších letadel. Provozovatelé všech leteckých společností preferují tento druh přiblížení před jakýmkoliv jiným druhem přesného či nepřesného přiblížení (MLS, VOR, NDB/DME). Další výhodou je naprostá autonomie systému a jeho spolehlivost. Systém ILS není závislý na žádném jiném systému jako je tomu například při použití přiblížení GNSS, které je funkční pouze při správné funkci GPS. Významnou výhodou pro letiště s hustým provozem je možnost řazení letadel s minimálními radarovými rozestupy. Další výhodou by mohlo být využití systému při výcviku pilotů leteckými školami, které v dnešní době létají na vytížených mezinárodních letištích jako je LKTB, LKMT, LKKV a letiště v Českých Budějovicích by mohlo být vhodnou budoucí variantou.

Mezi další výhody patří provozní podmínky. Provozovatel a zároveň majitel většiny radionavigačních zařízení v České republice je Řízení letového provozu České republiky. Disponuje veškerou měřicí technikou, která je vyžadována pro všechny

předepsané druhy údržby. Má školené pracovníky, kteří dokážou provádět veškeré kontrolní úkony. K dispozici má hlavní náhradní díly, které jsou v případě potřeby ihned expedovány. V případě koupě systému ILS se jedná o implementaci již fungujícího zařízení do již existujícího a plně funkčního systému. Odpadá nutnost implementace nových postupů a případných certifikací.

Hlavní nevýhodou systému je jeho vysoká pořizovací cena spojená s vysokými náklady na pozemní práce, které mohou rovnat ceně samotného systému ILS. Ze všech výše zmíněných systémů má nejvyšší údržbové požadavky jak z pohledu jejich četnosti, tak z pohledu ceny. Nutností je taktéž dokoupit systém DME, který jakožto další systém zvyšuje cenu údržby.

## TLS- Transponder Landing System

Jedná se o nový moderní systém používaný pro případy přesného přiblížení. Tento systém není, na rozdíl od ostatních konvenčních radionavigačních prvků, velmi známý, a proto je jeho funkce podrobně popsána.

TLS je systém umožňující přistání podle přístrojů, které se nijak neliší od přiblížení ILS CAT I. Tento nový systém umožňuje použití na letištích, kde z důvodu členitosti terénu není instalace ILS možná nebo by byla příliš finančně náročná. Výcvik pilotů a požadavky na vybavení letadlových systému při použití TLS přiblížení jsou stejné jako v případě použití systému ILS (pro posádku letadla, která je kvalifikována pro přiblížení ILS není požadován žádný dodatečný výcvik). Jakékoliv letadlo vybavené pro příjem signálu z GP a LOC (zobrazující výstup např. na HSI, CDI), vybavené odpovídačem v modu C nebo S může provést přiblížení TLS. Systém TLS určuje polohu letadla v prostoru z pozemních senzorů přijímajících signál vysílaný sekundárním odpovídačem letadla v modu C nebo modu S (transponder multilateration- časová a úhломěrná metoda) a pro přilétávající provoz vytvoří virtuální směrovou a sestupovou rovinu. Vypočítané odchylky od GP a LOC jsou pak vysílány letadlu, kterému se zobrazují na indikátoru ILS, stejně jako v případě konvenčního ILS (ANPC, 2014).

Instalace systému TLS je v porovnání s instalací systému ILS méně náročná. V případě instalace v okolí členitého terénu nemusí být systém ILS možné využít, nebo si žádá drahé pozemní úpravy z důvodu špatné odrazivosti signálu, vysílání tzv. multipath atd. V případech některých letišť, které se nacházejí v hustě zastavěných lokalitách, mají krátkou dráhu nebo se v blízkém okolí prahu dráhy nachází vodní hladina, lze bez velkých problémů nainstalovat systém TLS, který předchází všem problémům se špatnou nebo přílišnou odrazivostí signálu ILS. V porovnání se systémem ILS jsou pozemní práce při instalaci systému TLS méně rozsáhlé a z toho důvodu i o mnoho levnější.

Mezi další výhody systému patří využití systému multilaterace, která umožňuje sledování okolního provozu jako v případě použití primárního radaru ve spojení se sekundárním radarem. TLS imituje signály markerů a vyše jejich identifikační znaky při

průletu nad stanovenou polohou, aniž by musely Outer marker a Inner marker být fyzicky instalovány. Systém TLS taktéž umožňuje přiblížení PAR a v tomto modu na čtyřech pracovištích řídit až čtyři letadla najednou.

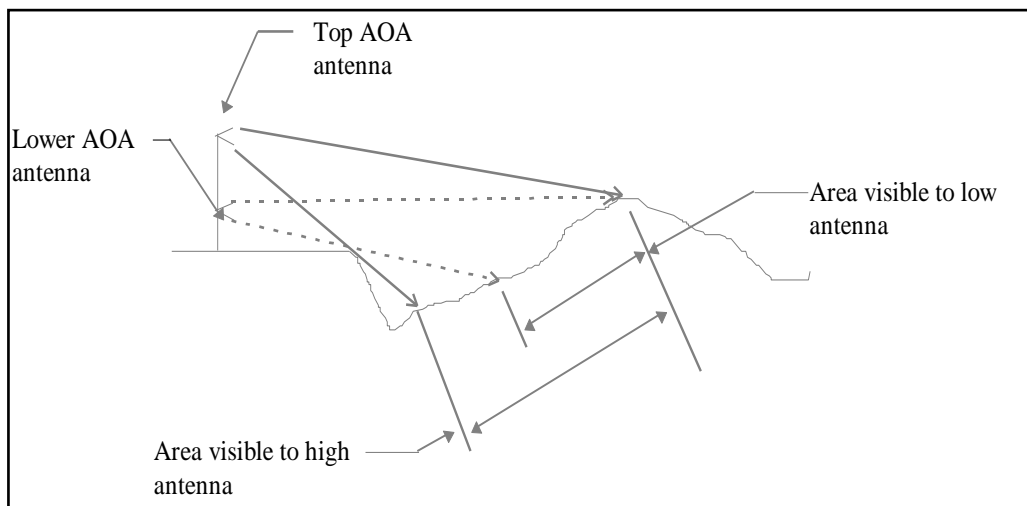
## Certifikace

TLS systém je plně certifikovaný podle požadavku FAA a ICAO (ANPC, 2014). V dnešní době se systém využívá celosvětově. Devět instalací systému se nachází v USA, jeden systém vlastní společnost FEDEX a využívá ho pro svá letadla při přiblížení na Filipínách, několik dalších instalací systémů TLS je použito ve Španělsku. Provoz systému TLS by v případě koupě některým z provozovatelů letišť bylo potřeba schválit Úřadem pro civilní letectví a Řízením letového provozu (postup certifikace je popsán v kapitole: Certifikace leteckých systémů v podmínkách České republiky).

## Popis funkce systému TLS

- 1) TLS přijímá signály ze všech odpovídačů nacházejících se v pracovním dosahu a na toto vysílání odpoví dotazem. Pracovní dosah je na hranici 60 NM.
- 2) Všechny dotázané odpovídače vyšlou odpověď systému TLS, který přijímá – Interrogation anténa. Tato anténa taktéž vysílá signál (Side Lobe Suppression-SLS), který potlačuje příjem signálu ze sekundárních odpovídačů vně pracovního dosahu systému (vzdálenost větší než 60 NM). Vysílaný signál má nízkou frekvenci a malou amplitudu vln, které neovlivňují funkci sekundárního odpovídače nebo systému TCAS ( Aircraft Collision Avoidance Systems).
- 3) TLS zachytí odpověď sekundárních odpovídačů na několika anténách a digitálně zpracuje informace o polohách jednotlivých letadel.

System měření elevace má dvě funkce. Měření času, který signál potřebuje k překonání mezi letadlem a anténou, z kterého vypočítá vzdálenost letadla. Dále dokáže identifikovat polohu letadla ve vertikální rovině pomocí čtyř antén, které jsou vertikálně polarizovány. Umístění a nastavení antén je specifické pro každé letiště. Příklad možného pracovního nastavení antén je na následujícím obrázku.



Obrázek 11 Jedno z možných nastavení anténního systému.

Měření horizontální polohy obstarává systém měření azimutu. Skládá se ze tří antén, které jsou horizontálně polarizovány. Anténní systémy jsou vyobrazeny na následujících obrázcích.

Anténní systémy od sebe musí být vzdáleny minimálně 100m. Tím je zaručena správná funkce celého systému (možnost určovat polohu letadla – multilaterace).

- 4) Po vypočítání polohy v horizontální a vertikální rovině a vyhodnocení vzdálenosti letadla je vygenerován signál, který dokáže letadlo navést na požadovanou směrovou a sestupovou rovinu. Takto vygenerovaný signál je pak vysílán letadlu. Pilot informaci o svojí poloze vyhodnocuje stejně jako v případě použití systému ILS.



Stejně jako je tomu při přiblížení ILS, kde existující navigační zařízení pomáhá pilotovi nesměřovat letoun do bodu počátečního přiblížení (FAF), může systém TLS s využitím funkce area surveillance (multilaterace) řídicí letového provozu pilotovi sdělit informace potřebné pro naletění tohoto fixu.

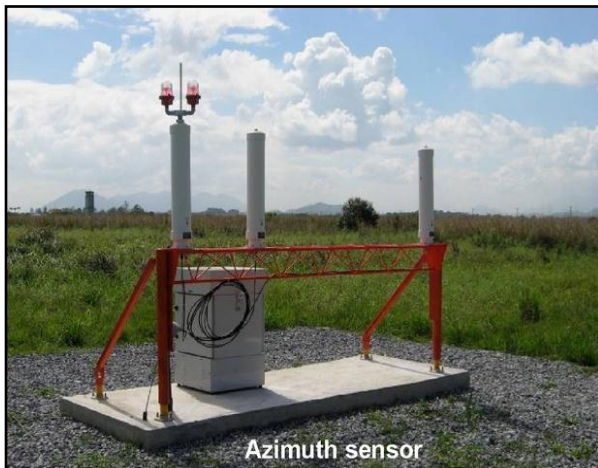
Pilot musí být řídicím letového provozu vyzván k zahájení přiblížení pomocí systému TLS. V danou chvíli nesmí být žádné jiné letadlo ve fázi přiblížení. Vysílaný signál může být využit pouze letadlem, které dostalo povolení. TLS se tak zaměří na vyhodnocování polohy a vysílání korekčních dat pouze letadlu povolenému zahájit přiblížení TLS. Ostatní letadla v danou chvíli tak přijímají signál, který neodpovídá jejich stávající pozici. Přijímače LOC a GP na ostatních letadlech pouze vyhodnocují signál, který je vysílán letadlu letící přiblížení TLS. Systém TLS tedy umožňuje zahájit a pokračovat v přiblížení pouze jednomu letadlu. Po dokončení celé fáze přiblížení může jiné letadlo zahájit celý proces přiblížení a přistání (ICASC, 2014).

## Kontrola kritických parametrů

Sledování funkce systému bylo navrženo v souladu s principy bezpečnosti dle nařízení SAE ARP 4754 (*Guidelines For Development Of Civil Aircraft and Systems*). Případný vznik chyby systému byl minimalizován použitím záložních systémů pracujících současně s hlavním systémem a systémem- self-test. Systém TLS obdržel certifikaci B v souladu s nařízením RTCA DO-178B (*Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification*). Kontrolní systém je navržen tak, že v případě výpadku či snížení přesnosti TLS automaticky ukončil vedení letadla.

Před azimutálním a elevačním anténním systémem je umístěno testovací zařízení, které vysílá kontrolní signál, který je použit pro ověření správné funkce celého systému a ověření jeho přesnosti (viz. obrázek níže).

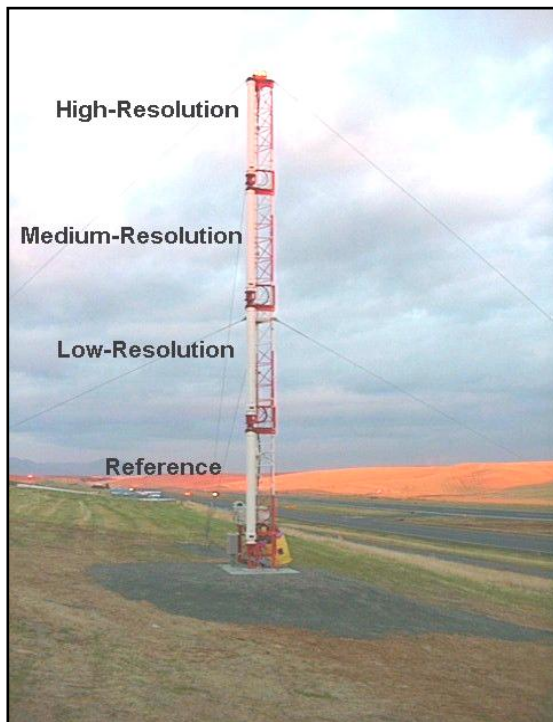
## Jednotlivé komponenty a jejich umístění



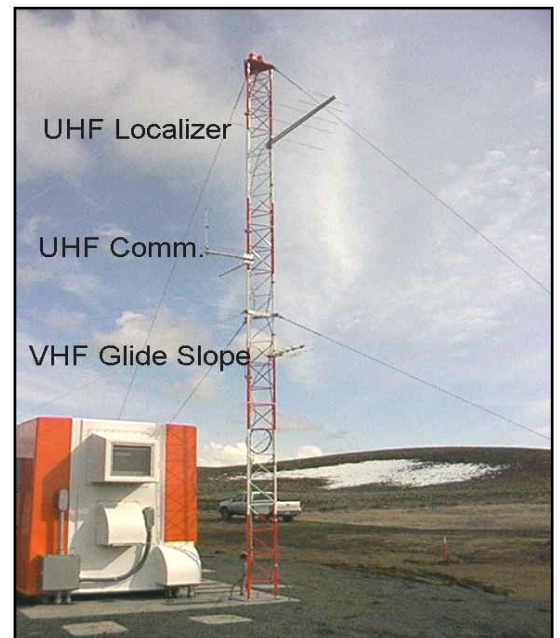
Obrázek 12 Anténní systém měření polohy letadla v azimutu.



Obrázek 13 Anténní systém měřicího zařízení



Obrázek 15 Anténní systém měřící polohu letadla ve vertikální rovině.



Obrázek 14 Anténní systém vysílající data o poloze letadlu.



Obrázek 16 Možné umístění systému TLS na letišti.

Na obrázcích, viz výše, je patrné, že rozsáhlost pozemních prací při budování systému TLS je méně náročná než v případě budování systému ILS (není nutné řešit správnou odrazivost povrchu země a jeho okolí v prostoru zástavby systému ILS a to jak u GP tak LOC). Pro správnou funkci systému TLS je nezbytné, aby anténní systémy měření vertikální a horizontální polohy letadla od sebe byly vzdáleny minimálně 100m.

## **Ceny jednotlivých komponent a údržba**

Vyčíslení ceny údržby systému TLS nelze v současné době určit. V Evropě se nacházejí pouze tři stanice TLS (Španělsko) a provozovatel nebyl ochotný sdělit cenu údržby a ani popsat její náročnost. Jediné informace o nákladech na koupi a nákladech na údržbu byla ochotná poskytnout pouze firma ANPC, která systém vyrábí. Nebylo tedy možné ověřit cenu nákladů spojených s ročním provozem z reálného prostředí.

## **Údržba**

Přesný rozsah údržby, její časový harmonogram a nutné úkony, které provádí servisní technici, nebylo možné získat. Firma ANPC v emailové komunikaci sdělila, že dokáže vyškolit techniky, kteří by byli schopni provádět veškeré potřebné úkony spojené s provozem systému TLS, a sdělila, že rozsah pracovních úkonů je velmi podobný se systémem ILS. Systém je taktéž opatřen auto-diagnostickým softwarem, který je připojen do systému firmy a technici firmy ANPC dokážou online asistovat při řešení případných problémů nebo servisních kontrol. Cena ročních nákladů na údržbu je vyčíslena na 1 mil. Kč (v tomto případě je nutné zvážit možnou fluktuaci ceny, protože není znám rozsah letových ověření).

Systém TLS má v současné době velmi vysoké MTBF (Mean Time Between Failures- 9000 hodin).

## *Cena*

Cena systému TLS byla stanovena přímo ve spolupráci s firmou ANPC. Nejedná se tedy o cenu odhadovanou, ale přímo o cenu, za kterou by systém bylo možné zakoupit.

Jediné letiště, které by bylo schopné v současné době investovat do systému ILS, případně TLS je letiště České Budějovice. Po vzájemné spolupráci a dodání všech potřebných podkladů o letišti byla firmou ANPC vypracována cenová nabídka.

Cena samotného systému zahrnující všechny potřebné hardwarové části s potřebným softwarovým vybavením je k datu 10.11.2014 (kurz USD = 22 Kč) 32 mil. Kč. Cena samotné instalace a provedení veškerých potřebných certifikačních a ověřovacích prací nutných k zprovoznění systému je 6,6 mil. Kč.

Cena náhradních dílů, které výrobce vlastníkovvi zařízení doporučuje naskladnit je v ceně 3,8 mil. Kč. Zařízení, které je potřeba k provádění pravidelných kontrol a údržbě je v ceně 1,2 mil. Kč.

Pozemní práce a natažení inženýrských sítí, které by bylo nutné provést při instalaci zařízení TLS jsou odhadnuty na 3 mil. Kč (cenový odhad provedla podle zadávací dokumentace Ing. arch. Akad. arch. Naďa Vaníčková).

Celkové náklady, které jsou spojené s výstavbou systému TLS a jeho uvedením do provozuschopného stavu jsou 46,6 mil. Kč. Do ceny není možné promítnout náklady, které jsou spojené s certifikací systému v České republice.

## Výhody a nevýhody systému

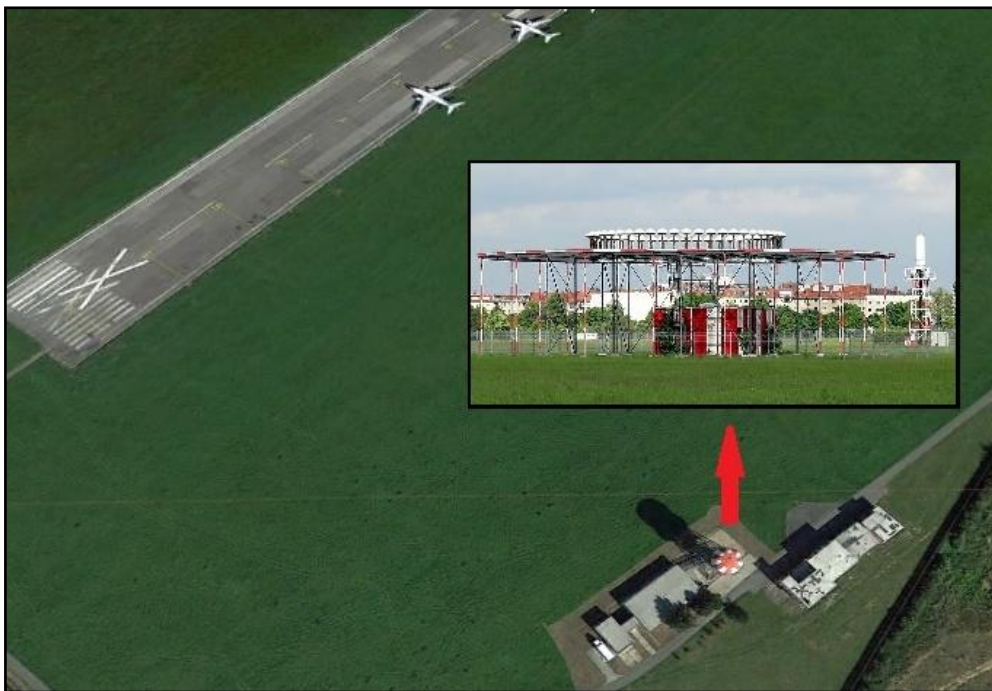
Systém TLS je v dnešní době certifikován pro přiblížení CAT I (DH 200ft). Mezi jeho hlavní výhody patří možnost umístění do zastavěného či hornatého terénu, kde by možnost instalace systému ILS nebyla možná z důvodu špatné odrazivosti signálu. Další významnou výhodou je možnost sledování provozu v okolí letiště na monitoru řídicího letového provozu, který může nahradit výstup z přehledového radaru (využití funkce multilaterace). Na letištní věži má řídicí letového provozu možnost sledovat letadlo po celou dobu přiblížení a sledovat jeho aktuální odchylky (funkce přibližovacího radaru). Celý systém vyžaduje pouze jedno napájecí vedení a je umístěn v prostoru, kde se za normálních podmínek nachází systém GP ILS. Nevyžaduje instalaci dodatečných zařízení- markerů.

Mezi hlavní nevýhody systému patří možnost řízení pouze jednoho letadla ve fázi středního a konečného přiblížení, kterému jsou v dané chvíli vysílána korekční data a žádné jiné letadlo tak nemůže přiblížení TLS v danou chvíli zahájit. V důsledku toho je nezbytné dodržovat velké rozestupy mezi přilétávajícími letadly, které jsou v případě vytížených letišť nepřijatelné. Jelikož se jedná o systém, který není v Evropě provozován (až na případy vojenského využití), je výrobcem doporučeno držet na skladu základní náhradní díly. Dále je nutné, aby provozovatel zakoupil měřicí techniku nutnou pro údržbu. Tyto dvě skutečnosti v případě koupě systému ILS odpadají, v případě TLS se celková cena systému prodraží o 5 mil. Kč. Proces schvalování a certifikací pro použití v České republice vyžaduje taktéž značné finanční náklady.



## VOR – Omnidirectional Radio Range

VOR je navigační systém, který vznikl již v roce 1946. V dnešní době se jedná o stále velmi rozšířený navigační prvek, který slouží k vytyčování letových cest a pro postupy přístrojového přiblížení na letištích. Pozemní zařízení tvoří všesměrový maják vytyčující radiály ve všech směrech vůči majáku. Palubní zařízení měří radiál, na kterém se letadlo nachází. Jinými slovy vyhodnocuje informaci jako azimut polohy letadla vůči majáku.



Obrázek 17 Jedno z možných umístění systému VOR.

## Ceny jednotlivých komponent a údržba

### Údržba

VOR má systém údržby zjednodušený v porovnání se systémem ILS. Jedná se zde o denní kontroly, kde se opět kontroluje fyzický stav celého zařízení a jednotlivých komponent. Prohlídku lze provádět i v delších intervalech, nesmí však překročit jeden

týden. Tento typ kontrol může opět provádět proškolený personál letiště. Měsíční kontroly a jednu roční kontrolu provádí technici ŘLP. Letové ověření se provádí pouze jednou ročně.

K celému systému je nutné ještě dokoupit systém DME. Jeho údržba je velmi jednoduchá. Probíhají měsíční kontroly a letové ověření jednou ročně.

## *Cena*

Ceny zde uvedené se týkají pouze jednotlivých komponent. Za upozornění stojí, že instalace VOR bude s porovnáním instalace ILS levnější (po konzultaci s Ing. arch. Akad. arch. Naďou Vaníčkovou byla cena pozemních prací stanovena v rozmezí 2-3 mil. Kč).

### Cena VOR a DME

V dnešní době se provozují dva druhy VOR. D – VOR, který se umísťuje do hornatého terénu, případně do velmi zastavěných aglomerací. Jeho cena se pohybuje okolo 9 mil Kč. C- VOR je jednodušší a levnější verze, která by v případě letiště v Českých Budějovicích plně dostačovala. Cena se pohybuje okolo 4 mil Kč. Dále by bylo VOR doplnit o systém DME, který byl zmíněn v předchozí kapitole a jehož cena se pohybuje okolo 3 mil Kč. Cena za instalaci systému, uvedení do provozuschopného stavu, se všemi potřebnými kalibracemi je 1 mil. Kč

## Cena za údržbu

Cena letového ověření VOR je 210 000 Kč, cena letového ověření DME je 85 000 Kč. Náklady na výjezdy techniků ŘLP jsou přibližně 450 000 Kč. Celkové náklady na údržbu zařízení jsou přibližně vyčísleny na částku 750 000 Kč.

Celková cena při koupi systému C-VOR a systému měření vzdálenosti DME je přibližně 8 mil Kč. Roční náklady na údržbu obou dvou systémů se jsou přibližně 750 000 Kč.

## Výhody a nevýhody systému

Stejně jako u zařízení ILS je jedná o celosvětově rozšířený navigační prvek. Veškeré letadla v obchodní letecké dopravě jsou vybavena systémem pro příjem signálu VOR, to platí i pro většinu letedel všeobecného letectví. V případě přiblížení VOR si směrovou odchylku pilot kontroluje kontinuálně po dobu celého přiblížení, ale správnou výšku si kontroluje jenom v daných fixech, které bývají zpravidla 1NM vzdáleny od sebe. Z tohoto důvodu už se nejedná o systém přesného přiblížení a za standardních podmínek se minimální výška rozhodnutí nachází ve 250 ft (Soldán, 2007). V dnešní době se stále více preferuje využití systému ILS pro potřeby přístrojového přiblížení.



## **NDB- Nondirectional Beacon**

NDB je jeden z nejdéle používaných radionavigačních prvků na světě. Přes svou relativně malou přesnost je tento systém díky jednoduchosti, nízkým provozním nákladům a spolehlivosti stále součástí radionavigačního vybavení moderních letadel. Majáky NDB byly dříve používány na vytyčování letových cest a pro potřeby přístrojových přiblížení, dnes je jejich využití zcela okrajové.

Jedná se o relativně nepřesný systém, jeho použití v praxi pro obchodní leteckou dopravu nesplňuje požadavky leteckých dopravců. Piloti preferují druh přiblížení, které jim poskytuje přesnější informace o poloze a výšce. Informace z NDB nelze vést do systému automatického řízení letu (autopilot) a je nutno provádět přiblížení s ručním řízením letounu. Použití NDB je v dnešní době rozšířeno na oblasti s velmi nízkým provozem, kde je nutné mít radionavigační vybavení, ale zároveň minimalizovat pořizovací a provozní náklady. Jedná se zejména o ropné věže a odlehlé ostrovy. Na velkých mezinárodních letištích se stále provoz majáků NDB udržuje, ale pro potřeby navigace nejsou stavěny majáky nové.

Umístění systému NDB na letišti je podobné jako v případě VOR.

## **Ceny jednotlivých komponent a údržba**

### ***Údržba***

Systém NDB má nejjednodušší systém údržby ze všech jmenovaných radionavigačních zařízení. Jako v případě všech předchozích zařízení se jedná o denní, týdenní, měsíční a roční kontroly. Jako v případě ILS a VOR může část kontrol provádět vyškolený personál letiště. Zbytek kontrol provádí školení technici ŘLP se všemi potřebnými přístroji k údržbě.

System NDB by v optimálním případě měl být dovybaven systémem DME. Při dokoupení systému DME by systém NDB ztrácel svojí cenovou výhodnost.

### Cena NDB

Cena samotného systému je přibližně 3 mil Kč. Cena za instalaci systému, uvedení do provozuschopného stavu, se všemi potřebnými kalibracemi je 800 tis. Kč.

### Cena údržby

System údržby není tak složitý jako v případě zařízení VOR a ILS. Údržba není časově náročná a vyžaduje minimální počet techniků údržby, zálet probíhá jednou ročně. Celkové náklady se pohybují na hranici 750 000 Kč ročně.

Celková cena systému NDB společně se systémem měření vzdálenosti DME a potřebnou instalací je 6,8 mil. Kč. Odhad ceny pozemních prací je 1,5 mil. Kč. Odhad provedla Ing. arch. Akad. arch. Nad'a Vaníčková.

### Výhody a nevýhody systému

V dnešní době se jedná o zastaralý systém, který nedostačuje svojí přesností pro potřeby obchodní letecké dopravy. Jeho hlavní výhodou je cenová dostupnost, která umožňuje jeho instalaci na ropných věžích a odlehlých ostrovech, kde plně dostačuje pro potřeby navigace.

Hlavní nevýhodou je nedostačující přesnost a nemožnost vedení dat do autopilota.

## Přiblížení pomocí GNSS

Jedná se o satelitní navigační systém, který umožňuje provádět přiblížení podle přístrojů na letištích bez nutnosti budovat klasické radionavigační prostředky typu ILS, DME či VOR.

V dnešní době existují dvě možnosti při využití systémů GNSS. První možnost je využití systému EGNOS, který poskytuje maximálně přiblížení kategorie CAT I. Druhá možnost spočívá ve využití systému GBAS, který bude poskytovat i vyšší úroveň přístrojového přiblížení – CAT II, CAT III.

Při zvažování přechodu na vyšší kategorii přesného přístrojového přiblížení (CAT II, CAT IIIa) je nutné si uvědomit, že samotné radionavigační zařízení nestačí k zajištění provozu pro vyšší kategorie přiblížení. Bylo by potřeba dalších vysokých finančních nákladů na vybavení letiště. Jako nejnákladnější by se jevily investice do osvětlení na vzletové a přistávací dráze, pojezdových drahách a pojezdový radar. Provoz CAT II a CAT III klade taktéž vyšší požadavek na vybavení letadel a posádek (Náklady na vybudování jedné referenční stanice GBAS společně s jejím provozem se pohybují okolo 5 mil. € (Lufthansagroup, 2014), samotné zabudování systému do letadel, umožňující přiblížení GBAS si žádá další dodatečné investice do vybavení.). Z výše uvedených důvodů a i s druhem zamýšleného provozu se dále budeme zabývat pouze možnostmi zavedení provozu pouze pro CAT I (výška rozhodnutí DH- 200 ft).

Z dosavadních zkušeností se systémem WAAS v USA, se systém EGNOS jeví jako optimální řešení. V USA bylo ke dni 5.5. 2009 publikováno 1695 pro LPV přiblížení s využitím GNSS (FAA, 2014). Pro provozovatele letiště nepředstavuje žádné náklady. Jediné náklady ponese provozovatel letadla, který bude chtít využívat GNSS přijímač (dle RTCA DO 229 C a TSO C145A nebo TSO 146A). Nejlevnější certifikovaný přijímač je Garmin 430 W (přijímač pro systém WAAS je plně kompatibilní se systémem EGNOS).

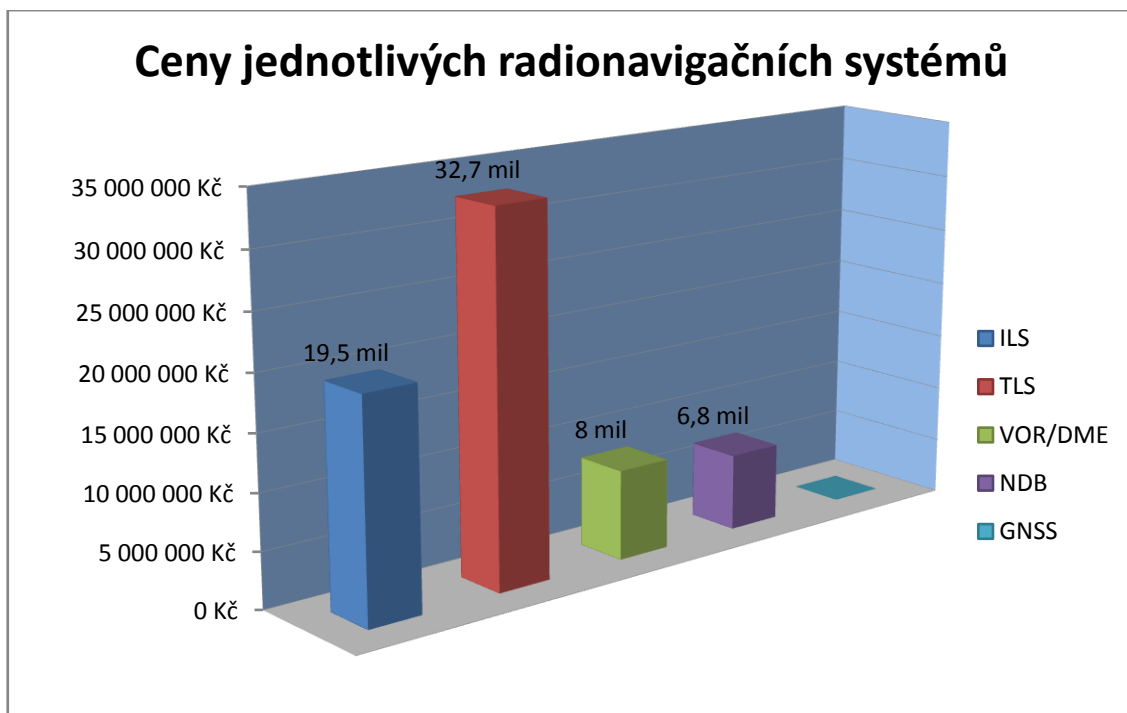
K dnešnímu datu je v celé Evropě publikováno 63 LPV ( Localizer Performance with Vertical Guidance) přiblížení založených na systému EGNOS (EGNOS Portal, 2014).

Od ledna 2014 mohou letečtí provozovatelé využívat příletové postupy založené na systému EGNOS taktéž v České Republice. Systém LPV se využívá na všech hlavních letištích- LKPR, LKKV, LKTB, LKMT (AIP, 2014).

### **Porovnání finančních nákladů na koupi a provoz jednotlivých systémů**

V následujících tabulkách je zobrazeno grafické porovnání cen jednotlivých radionavigačních systémů. Získat přesné ceny jednotlivých systémů není možné ( až na případ zařízení TLS). Cena jednotlivých navigačních systémů se skládá z několika ovlivňujících faktorů. Mezi ně patří např. kurz Eura, předchozí spolupráce s firmou, která výrazným způsobem dokáže zvýhodnit stálého zákazníka oproti jednorázovému nákupu systému atd. Další ovlivňujícím faktorem je know-how firmy, která cenu sděluje až na vyšší úrovni jednání se zákazníkem a mnohdy podléhá obchodnímu tajemství. Z tohoto důvodu nebyla žádná z oslovených firem ochotna poskytnout přesné údaje o ceně jednotlivých zařízení. Cena byla stanovena na základě přibližných hodnot od jednotlivých firem a provozovatelů jako je např. ŘLP ČR, Nautel, Southern Avionics, ANPC, Indra Company.

Tabulka 3 Pořizovací ceny jednotlivých radionavigačních zařízení.

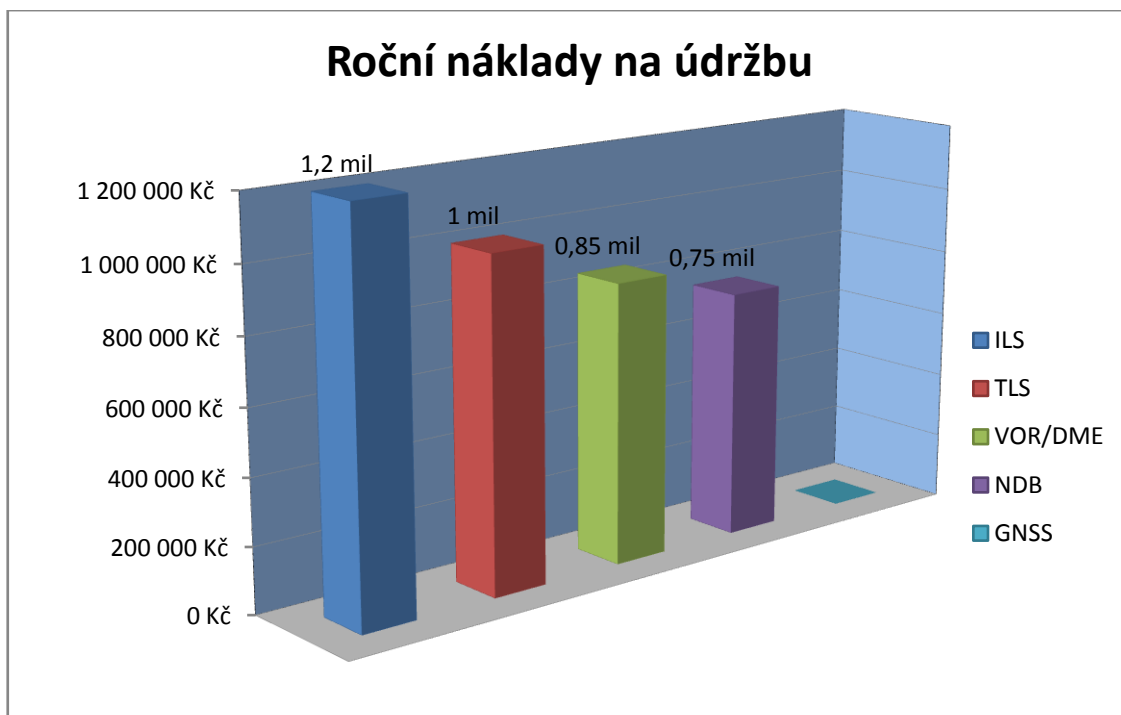


Ceny uvedených radionavigačních zařízení odpovídají cenám hardwarového a softwarového vybavení, které je nutné k plnému provoznímu využití jednotlivých systémů.

Cena za roční prohlídky jednotlivých systémů je uvedena v následující tabulce. Do cen je zahrnuta všechna nutná údržba spojená s provozem. Jedná se o týdenní, měsíční, roční prohlídky, společně s nutným letovým ověřením. Ceny údržby jednotlivých systémů se liší minimálně a v dlouhodobém horizontu se rozdíl v cenách údržby bude postupně smazávat.

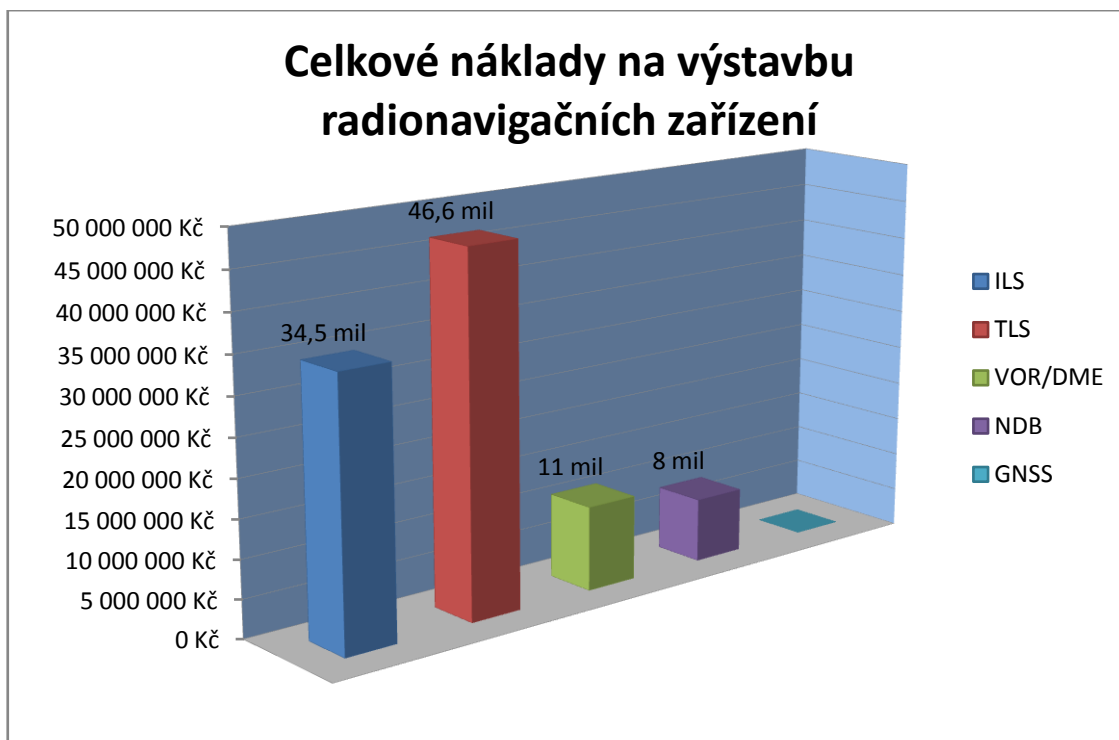
Hlavním výhodou systémů pro přesné přiblížení bude možnost nabídnout leteckým společnostem možnost využití vyšší kategorie přiblížení a zvýšit tak možnosti příletů na dané letiště i za výrazně zhoršených meteorologických podmínek. V ceně není zahrnuta spotřeba elektrické energie.

Tabulka 4 Roční náklady na provoz jednotlivých radionavigačních systémů.



V následující tabulce je uvedena cena jednotlivých systémů společně s náklady nutnými na stavební práce a instalace inženýrských sítí. U ceny TLS se jedná o cenu přesně stanovenou, vycházející ze zkušeností firmy ANPC. U zbylých radionavigačních zařízení byla cena odhadnuta, na základě poskytnutých informací, Ing. arch. Akad. arch. Nadou Vaníčkovou.

Tabulka 5 Celkové náklady na koupi a výstavbu radionavigačních zařízení.



Z poslední tabulky plyne, že při porovnání celkových nákladů systémů, které jsou certifikovány pro podmínky přesného přiblížení CAT I vychází nejlevněji systém GNSS. Nevýhodou zůstává nadále jeho praktické využití v reálném provozu pro obchodní leteckou dopravu (zmíněno v kapitole: Přiblížení pomocí GNSS). V dnešní době je jediným ekvivalentem k přiblížení ILS využití systému TLS. Rozdíl pořizovací ceny ILS a TLS je 10 mil. Kč. Systém TLS i přes své zjevné výhody (popsány v kapitole: TLS: Transponder Landing System) nebude z finančního hlediska výhodnější využít na letišti s hustým provozem. V případě využití systémů pro nepřesné přiblížení (VOR/DME, NDB/DME) je rozdíl v pořizovací ceně se všemi potřebnými instalacemi pouze 3 mil. Kč. Systém VOR/DME nabízí zjevné výhody oproti systému NDB/DME (popsáno v kapitolách VOR- Omnidirectional Radio Range, NDB- Non Directional Beacon.)

## Závěr

V dnešní době patří mezi nejčastěji používané systémy pro přístrojové přiblížení a odlet systém ILS. Jedná o celosvětově nejrozšířenější systém, který je instalován na většině menších a na všech větších letištích. Systém ILS je preferován většinou přepravců a pilotů pro svoji přesnost a možnost sledovat aktuální vertikální i horizontální odchylku od požadované směrové a sestupové roviny. Další významnou výhodou je možnost zavedení signálu ILS do autopilota, tedy automatické řízení letu až do výšky DA/DH. Leteckým dopravcům umožňuje nezvyšovat náklady, vzniklé letem na záložní letiště z důvodu špatného počasí, na minimum. Systém ILS ale taktéž patří mezi nejdražší systémy jak z pohledu pořizovací ceny samotného ILS, tak z pohledu ceny údržby a instalace. Systém ILS by tedy měl být instalován na letištích, kde se předpokládá dostatečný provoz letadel, který by zaručoval alespoň částečnou finanční návratnost investice a pokryl roční výdaje na údržbu a odpisy zařízení.

Systém VOR je v dnešní době stále méně využíván pro traťovou navigaci, kde se častěji využívají RNAV fixy. Letiště, která jsou vybavena tímto systémem publikují přiblížení VOR/DME. Tento systém není perspektivní a jeho budoucí využití bude omezeno na úkor nových modernějších systémů. Bude nahrazován modernějšími systémy pro přiblížení jako je ILS, případně GNSS. Minimální výška rozhodnutí za ideálních podmínek a při použití systému společně s DME je 250 ft. Neposkytuje tak dokonalou informaci o aktuální poloze letadla jako ILS.

Přiblížení pomocí systému GNSS se bude ve světě stále více využívat. Aplikace systému v Evropě bude probíhat pravděpodobně velmi obdobně jako v severní Americe. Nejdříve dojde k rozšíření na malá letiště, která nemají možnost velkých finančních investic a instalace klasické radionavigace by pro ně nepřipadala v úvahu. Dále dojde k rozšíření na větší letiště, která ale z důvodu již instalovaných radionavigačních systému nebudou, alespoň z počátku, mít důvod tento druh přiblížení publikovat. Nespornou výhodou systému je jeho přesnost, která je stejná jako v případě systému ILS CAI I (DH 200 ft). Další výhodou je nulová investice do instalace



pozemní části zařízení, investici nese pouze provozovatel letadla, které musí být vybaveno odpovídajícím přijímačem signálu. Nejistotou zůstává závislost Evropy na systému GPS, který je v dnešní době jediný, který lze pro dané přiblížení využít. Velcí letečtí dopravci tak budou v několika dalších letech preferovat spíše druh přiblížení pomocí systému ILS. Tento fakt vyplývá i ze zkušeností velitelů letadel, kteří poskytli cenné zkušenosti z reálného provozu leteckých dopravců ( KLM, Quantas, CSA, Travel service, Ryanair).

Vhodnost použití jednotlivých radionavigačních systémů v závislosti na daném typu zamýšleného provozu bude zmíněna v poslední kapitole.

## Letový provoz v okolí regionálních letišť

K provozu na regionálním letišti, které umožňuje provoz za podmínek IMC patří řízení letového provozu. Provoz letadel za podmínek IMC je možný pouze s povolením řízení letového provozu, oboustranným rádiovým spojením a možností sledování letadla řídicím letového provozu. Provoz přilétávající a odlétající z regionálního letiště spadá pod službu řízení letového provozu. Z tohoto důvodu je nutné zajistit kontrolu letového provozu na letišti a v jeho okolí.

V případě všech velkých letišť je zvyklost umístit pracoviště řídicího letového provozu přímo na letištní věž. Věž je tedy nutno vybavit standardizovaným pracovištěm a v době publikovaných pracovních hodin musí být zajištěn předepsaný počet řídicích letového provozu (nejčastěji tři pracovníci).

Mezi hlavní nevýhody tohoto systému patří cenově velmi nákladné vybudování standardizovaného pracoviště, které musí být umístěno na každém letišti umožňujícím provoz za podmínek IMC. Tato investice je pouze jednorázová. Další významnou investicí je nutnost mít k dispozici minimální počet řídicích letového provozu, předepsaný předpisem, který se na malých regionálních letištích s nízkým počtem pohybů "platicí" dopravy nevyplatí a je většinou ztrátový.

V dnešní době existuje pouze několik systémů, které se zabývají řízením letového provozu na letišti a v jeho okolí, které by v budoucnu mohly být využity a zároveň snížily provozní náklady. V současnosti je na trhu nabízen pouze jeden systém, který by mohl být v celosvětovém měřítku využit. Systémem slouží pro řízení letového provozu na dálku, bez nutnosti budování klasického stanoviště řídicího letového provozu. V následující kapitole je podrobně popsána funkce systému a jeho komponent.

## Pracoviště řídicího letového provozu

Uvažované pracoviště řídicího letového provozu by mělo být vybaveno standardizovanými systémy umožňujícími řídicímu letového provozu bezpečně řídit letový provoz. Pracoviště by mělo být vybaveno následujícími systémy (v jednotlivých případech se může vybavení pracovišť lišit):

- 1) VCS - En Route and Terminal Voice Switch
- 2) Telefonní pult
- 3) Záznamové zařízení
- 4) Přímé TFN linky
- 5) Terminály AMHS- ATS Message Handling System
- 6) ATIS
- 7) Datové spojení
- 8) SDP (Surveillance Data Processing) a FDP ( Flight Data Processing) systémy
- 9) Časová centrála a ukazatel času
- 10) Signalizační světlometka

Náklady spojené s vybavením pracoviště řídicího letového provozu, které řídí letový provoz za podmínek IMC je přibližně 15 mil. Kč. V ceně není zahrnut výcvik řídicích letového provozu. Jedná se pouze o softwarové a hardwarové vybavení pracoviště. Pracoviště musí být umístěno na vhodném místě na letišti, v případě budování nové budovy náklady nadále rostou.

Náklady spojené s provozem pracoviště řídicího letového provozu se pohybují mezi 8 až 12 mil. Kč ročně (ŘLP ČR).

## r- TWR, Remote tower

Jedná se o nový systém řízení letového provozu na letištích, kde není potřeba služby řídicího letového provozu 24 hodin denně, 7 dní v týdnu. Tento systém umožňuje řídit letový provoz na letišti a v jeho blízkém okolí řídicím letového provozu jen v případě provozní potřeby (řízený let). Systém vzdálené věže zcela bezpečně nahrazuje “klasické stanoviště” řídicího letového provozu. Technologie vzdálené věže umožňuje poskytovateli řízení letového provozu udržet plynulý provoz na letištích s malým počtem pohybů a zároveň umožní řízení letového provozu na letištích, kde se doposud stanoviště řízení nenacházelo a jeho vybudování by bylo neúměrně nákladné. V době kdy není potřeba řídicí letového provozu jeho funkci zastává služba AFIS, která předává řízení letového provozu v případech, které vyžadují kooperaci s řízením letového provozu.

V současné době existují tři firmy, které se zabývají vývojem systému vzdálené věže. Na trhu je pouze jedna firma, která v dnešní době dokáže nabídnout dodávku kompletního systému, který má všechny potřebné certifikace umožňující plnohodnotný provoz. Společnost SAAB je ve vývoji této technologie průkopníkem a její technologický náskok před ostatními firmami, nabízejícími podobný produkt, je velmi významný. V současnosti se jedná o jediného dodavatele tohoto systému, který je plně funkční a uvedený na trh.

Projekt systému vzdálené věže společnosti SAAB vznikl v roce 2005. Na projektu se od samého počátku podílí taktéž řízení letového provozu Švédska a tamní úřad civilního letectví. V letech 2011 a 2012 se instalovala potřebná technologie na letišti Sundsvall a Örnköldsviks ve Švédsku. Centrum řízení pomocí systému r-TWR bylo nainstalováno na letišti Sundsvall. (Remote Tower, 2014).

## Hlavní funkce systému r- TWR

Hlavní funkcí systému r- TWR je zprostředkování dokonalé obrazové a zvukové informace řídicímu letového provozu, který se nachází mimo prostor letiště, při zachování naprosto stejného systému řízení srovnatelného s pracovištěm na řídicí věži. R- TWR do sebe integruje stávající systémy, které jsou běžně používány řídicím letového provozu. Nový prvek, s kterým se řídicí musí seznámit, je samotné ovládání systému vzdálené věže a jeho komponent.

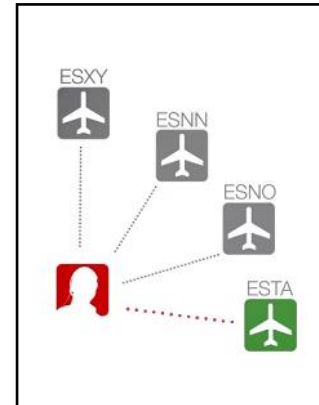
### *Řízení letiště*

Systém r – TWR se dá využít pro řízení jednoho letiště na velkou vzdálenost. Systém může taktéž fungovat jako záloha pro velká mezinárodní letiště. Hlavním problémem je nalezení přenosové kapacity 100 Mb/sec v případech řízení na velkou vzdálenost.

### *Řízení několika letišť*

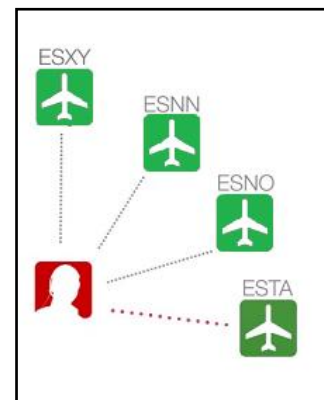
Efektivnost celého systému je založena na funkci, kde řídicí letového provozu ovládá a monitoruje několik letišť. Mezi letišti si může jednotlivě přepínat a tak sloučit několik pracovišť v jedno. Jedná se tedy o velkou finanční i časovou úsporu. V dnešní době se certifikuje systém, který umožní ovládat až čtyři letiště jednomu řídicímu letového provozu. Z této funkce plynou další možnosti budoucího využití systému r- TWR:

Na obrázku 18 je znázorněn systém, kdy řídicí letového provozu může ovládat až čtyři letiště. Mezi jednotlivými letišti si přepíná a může tak v případě potřeby řídit každé letiště zvlášť. Aktivně řízené letiště je vykresleno zelenou barvou. Letiště, která v té době neřídí, jsou buď bez provozu, nebo na nich probíhá provoz, který nevyžaduje dohled řídicího letového provozu a může být nahrazen službou AFIS.



Obrázek 18 Multiple mode systému r- TWR.

Obrázek 19 zobrazuje možnost sledovat a řídit z jednoho pracoviště několik letišť najednou. Jednalo by se o velmi málo vytížená letiště. V dnešní době je funkce testována, tvoří se postupy a čeká se na potřebné certifikace.



Obrázek 19 Kontrola až 4 letišť najednou.

## Funkce úlu

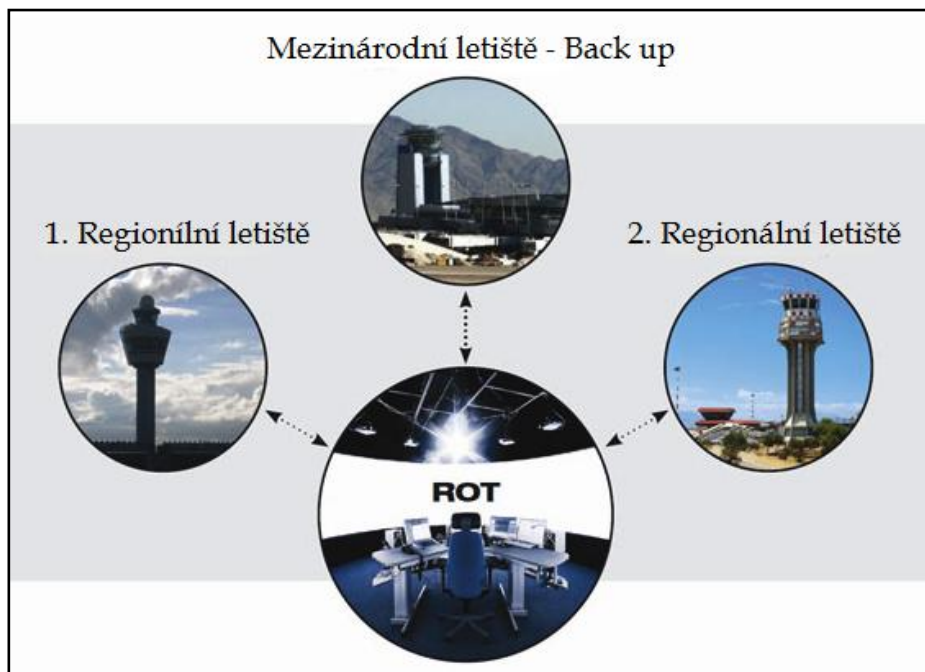
Jedná se o vybudování centralizovaného pracoviště, neboli úlu, ze kterého bude možnost řídit několik letišť najednou. Jedná se o funkci, která by měla být využitelná v horizontu deseti až patnácti let.



Obrázek 20 Funkce úlu.

### *Záložní systém velkých letišť*

Do budoucna se počítá s využitím systému r-TWR jako záložního systému velkých letišť.



Obrázek 21 r- TWR jako záložní systém velkých letišť.

## Popis jednotlivých komponent

### *Pracoviště řídicího letového provozu*

Zmíněné vybavení je výčet jednotlivých komponent systému vzdálené věže, které jsou nainstalovány na pracovišti řídicího letového provozu.

- 1) LCD monitory/ projekory poskytující obraz letiště a jeho okolí až v 360°
- 2) Reproduktory přenášející stereo zvuk
- 3) Ovládání PTZ kamery a signální postole
- 4) Automatický systém sledování počasí AWOS- Automatic Weather Observation System
- 5) Integrovaný systém řízení věže
- 6) Remote Tower Monitoring System (Letištní světla, ILS, NDB, VOR, VHF/UHF)
- 7) Flight data processing system
- 8) Radar data processing and display system (výstup z přehledového radaru)
- 9) Electronic flight progress strip system
- 10) Systém pro nahrávání videa, zvuku a letových informací
- 11) Záložní systém





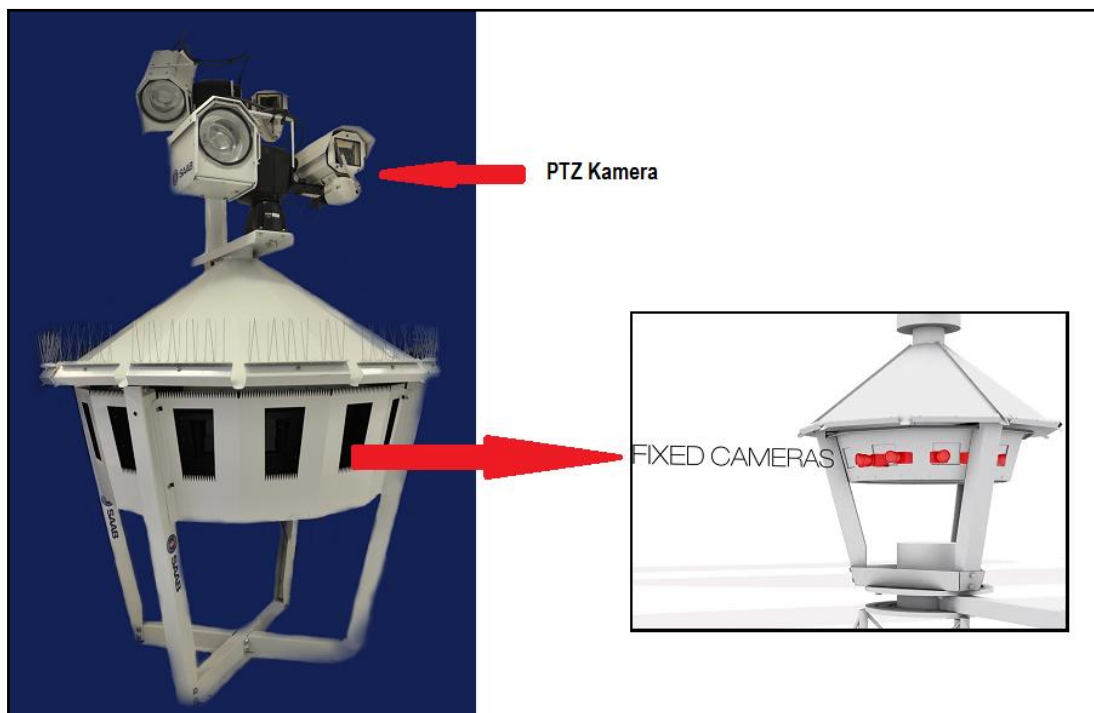
Obrázek 22 Pracoviště řídicího systému r- TWR.

System r-TWR nabízí proti standardnímu pracovišti řídicího letového provozu několik funkcí, které na klasickém pracovišti nejsou k dispozici a zlepšují situační přehled. Jedná se zejména o funkce, které jsou zobrazeny na obrázku výše. 1. Řídicí má možnost sledovat přilétávající provoz v reálném čase a tak ho v jakoukoliv chvíli jednoduše najít a sledovat. U sledovaného letadla se automaticky zobrazuje informace o letu (system využívá radarových informací). 2. Využití PTZ kamery a funkce zoom ke sledování jakéhokoliv místa na letišti. 3. System automaticky varuje před nenadálým pohybem a místo označí varovným symbolem.

### *Instalace na letišti*

- 1) kamerový systém s HD rozlišením, který je umístěn na vysoké věži na vhodném místě a kryje až 360°
- 2) Dálkově ovládaná PTZ kamera, která poskytuje funkci zoom
- 3) kódování videa

- 4) Signální pistole
- 5) Meteorologické senzory
- 6) Integrované systémy řídicí věže jako jsou: signalizační světla, alarm atd.
- 7) Sledování cíle (Target tracking functionality)



### *Další funkce systému r-TWR*

Instalace systému vzdálené věže, v některých směrech přivede zlepšení informovanosti řídicího letového provozu. Jedná se zejména o propojení radarových informací do výstupu na LCD panelech, sledování a označení pohybujících se objektů, zobrazení počítačově zpracované geografické situace letiště při nízké dohlednosti, sledování definovaných objektů pomocí PTZ kamery, možnost vložení filtru u kamerového systému ke zvýšení viditelnosti

## Certifikace systému

Systém řízení pomocí vzdálené věže je v procesu certifikace od začátku roku 2013. Certifikace systému byla udělena švédským úřadem civilního letectví v listopadu 2014 (LFV, 2014).

Technologie vzdálené věže je certifikována pod společností SESAR (SESAR, 2014).

Certifikaci v dnešní době podléhá pouze systém řízení, který umožní jednotlivě řídit až čtyři letiště jednomu řídicímu letového provozu. Společnost SAAB je schopná dodat nejen samotné technologické vybavení, ale i balíček, v kterém jsou dodány i všechny potřebné procedury. Do budoucna se počítá s tím, že bude systém vzdálené věže prodáván i se všemi potřebnými procedurami. Pro potenciálního zákazníka tedy odpadá nutnost si veškeré procedury zavedení a samotného řízení vymýšlet, ale pouze adoptuje již existující postupy.

Předpokládá se, že instalace systému r-TWR v jednotlivých zemích bude vyžadovat přibližně dva roky. Systém bude nutné instalovat a provozně prověřit všechny jeho parametry.

## Cena

Cena systému vzdálené věže nebyla společností SAAB přesně uvedena. Byla sdělena pouze přibližná částka. Při implementaci systému r- TWR v případě řízení jednoho letiště vycházejí veškeré instalace na 40 mil. Kč. V ceně je zahrnuto budování stanoviště vzdálené věže a všech s tím spojených systémů, dále budování potřebné instalace na řízeném letišti a datového spojení mezi letištěm a řídicí místností.

## Závěr

Řízení letového provozu pomocí systému vzdálené věže nabízí plnohodnotnou náhradu za klasické stanoviště řízení. Jedná se tak o možnost řídit malé nevytížené regionální letiště jen v době provozní potřeby. Systém nabízí možnost sloučit do jednoho pracoviště r-TWR až čtyři pracoviště TWR dohromady. Jedná se tedy o efektivní a cenově výhodné řešení. Systém se stává finančně výhodný a efektivní ve chvíli, kdy pod jedno pracoviště řízení letového provozu spadají alespoň dvě letiště. Tento systém je užitečný i pro samotné řídicí letového provozu. Ze zahraničí je známo, že po dvou letech řízení provozu na malém regionálním letišti ztrácí řídicí své schopnosti a kapacitu. Tento systém umožňuje řídicímu přecházet mimo pracovišti a řídit tak malé letiště jen v případě nutnosti a udržovat tak svojí kvalifikaci na vysoké úrovni. Vybudování celé konstrukce na letišti je otázkou několika málo měsíců v porovnání s výstavbou klasické řídicí věže. Taktéž se jedná o velkou finanční úsporu. Systém r- TWR je v porovnání s klasickým stanovištěm řízení letového provozu nesrovnatelně nižší investicí, která ale zároveň umožňuje řídit letový provoz v okolí na stejné úrovni a to vše bez zvýšení bezpečnostního rizika.

Systém vzdálené věže má dvě hlavní nevýhody. Jedná se o zcela novou technologii, kterou je v případě instalace nutno certifikovat každým členským státem zvlášť. Odhadovaný čas certifikace v jednotlivých členských státech je přibližně dva roky.

Využití systému řízení pomocí vzdálené věže je v podmínkách České republiky náročné. Jedinou vhodnou možností jak systém prosadit je spolupráce několika letišť, která by v budoucnu chtěla umožnit provoz letadlům za podmínek IMC. Tento záměr by tedy měl být prosazován skupinou provozovatelů letišť a ne jednotlivými provozovateli letišť.

Instalace systému r-TWR je v případě jednoho letiště nevýhodná. Jednorázové pořizovací náklady, v porovnání s klasickým řízením letového provozu, vycházejí v neprospěch systému r- TWR. Náklady na výstavbu by byly o cca 25 mil. Kč vyšší a instalace systému by nepřinesla požadovanou finanční úsporu. Náklady na roční provoz by taktéž nebyly zásadním způsobem sníženy. Systém se stává výhodný při instalaci systému v případě dvou a více letišť. V následující tabulce je uvedena pořizovací cena v závislosti na počtu provozovatelů (Cena ročních nákladů byla stanovena stejná jako v případě klasického stanoviště řízení letového provozu. Dá se předpokládat, že ŘLP ČR by v případě řízení na dálku v porovnání s klasickým stanovištěm řízení letového provozu určilo přibližně stejnou cenu, jelikož náklady zůstávají v obou případech fixní.).

**Tabulka 6 Pořizovací a provozní náklady systému r- TWR**

	<b>Pořizovací náklady</b>	<b>Roční provozní náklady</b>
<b>1 letiště</b>	40 mil. Kč	10 mil. Kč
<b>2 letiště</b>	20 mil. Kč	5 mil. Kč
<b>3 letiště</b>	13,3 mil. Kč	3,3 mil. Kč
<b>4 letiště</b>	10 mil. Kč	2 mil. Kč

Z uvedené tabulky plyne následující. Při porovnání investic do systému vzdálené věže, v případě, kdy by systém byl nainstalován současně na dvou letištích, která by

mezi sebe dělila náklady rovným dílem, by byly náklady na výstavbu splaceny v porovnání s klasickým stanovištěm řídicího letového provozu, již v průběhu 6 let.

Počáteční investice v prvním roce by byly v obou případech shodné.

- a) r-TWR, cena systému 20 mil. Kč, cena ročního provozu 5 mil. Kč
- b) klasické stanoviště, cena systému 15 mil. Kč, cena ročního provozu 10 mil. Kč

Každý následující rok by byly náklady na provoz v případě systému vzdálené věže o 5 mil. Kč nižší než v případě klasického stanoviště řízení. Dá se předpokládat, že s ohledem na provozní aspekty a nutné kontrolní úkony systému r-TWR, by k zaplacení celého systému mohlo dojít už za šest let od uvedení do provozu. (Jedná se pouze o odhad založený na informacích dodaných jednotlivými provozovateli zařízení, tedy ŘLP ČŘ a společností SAAB. Do ceny není možno promítnout ceny energií, údržby jednotlivých systémů atd. Cena nákladů v případě jednotlivých systémů by měla ale řádově odpovídat a umožnit tak finanční porovnání obou systémů).

Tabulka 7 Porovnání nákladů r-TWR/ klasické stanoviště ŘLP

	r- TWR	Klasické stanoviště ŘLP
<b>1rok</b> ceny výstavby + provoz	25 mil.Kč	25 mil.Kč
<b>2 rok</b>	10 mil.Kč	5 mil.Kč
<b>3 rok</b>	10 mil.Kč	5 mil.Kč
<b>4 rok</b>	10 mil.Kč	5 mil.Kč
<b>5 rok</b>	10 mil.Kč	5 mil.Kč
<b>6 rok</b>	10 mil.Kč	5 mil.Kč
<b>Celkové náklady na 6 let provozu</b>	75 mil.Kč	50 mil.Kč
<b>Úspora</b>		<b>25 mil. Kč</b>

## **Certifikace leteckých systémů v podmínkách České republiky**

Každý systém používaný v leteckém odvětví musí být schválen úřadem civilního letectví toho státu, ve kterém byl vyroben. Po splnění všech podmínek je systém certifikován v zemi výrobce a tedy schválen pro použití v leteckém odvětví. Výrobce tak získává osvědčení typové způsobilosti. Dalším krokem při implementaci systémů r-TWR (certifikován ve Švédsku, 2014) a systému TLS (certifikován v USA FAA,1998) je získání osvědčení provozní způsobilosti.

Implementace leteckých pozemních zařízení řídí civilní letecké orgány jednotlivých členských zemí. Každý systém nebo letecký celek podléhá certifikaci, která musí být schválena jednotlivými státy, na jejichž území bude systém provozován. V podmínkách České republiky je za udělování certifikací odpovědný Úřad pro civilní letectví (dále ÚCL).

ÚCL stanovil obecné zásady postupů dle nařízení Evropské unie (ES) č. 1592/2002, podle kterých má ÚCL postupovat při provádění certifikace letové způsobilosti leteckých výrobků, letadlových částí a zařízení a certifikace ochrany životního prostředí, včetně činností po typové certifikaci, v souladu s použitelnými prováděcími pravidly základního nařízení.

### **Postup v případě certifikace systému r-TWR a systému TLS**

V případě instalace zařízení systému r-TWR a systému TLS je nutné projít certifikačními procesy, které ověří, zda daný systém může být v podmínkách České republiky používán v souladu se všemi platnými předpisy a normami. Kroky, vyjmenované v této kapitole musí učinit výrobce a provozovatel leteckého pozemního zařízení, které je zamýšleno použít, aby mohl být zahájen proces Osvědčení provozní způsobilosti Úřadem pro civilní letectví.

Prvním krokem v celém procesu certifikace je získání osvědčení DSU – Declaration of Suitability. Tuto deklaraci vydává výrobce zařízení. Declaration of

Suitability (Deklarace o vhodnosti) provozovateli značí, že letecké pozemní zařízení odpovídá všem legislativním a technickým požadavkům stanovených Evropskou unií. Testované zařízení tedy muselo projít všemi výstupními testy a společnost k danému zařízení musí dodat potřebnou dokumentaci s tzv. compliance matrix, na které jsou znázorněny veškeré požadavky evropských předpisů, a vůči nim je zde znázorněno v kontrastu plnění těchto předpisů daným leteckým pozemním systémem. V případě zařízení r-TWR se automaticky předpokládá, že firma SAAB, která se nachází v zemích společenství, automaticky plní dané předpisy a tedy vydává Declaration of Suitability. Společnost ANPC, která má své sídlo ve Spojených státech amerických, nemá povinnost toto osvědčení vydávat. V daném případě by muselo být osvědčení vydáno výrobcem, který by musel postupovat podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 552/2004 (nařízení o interoperabilitě).

Na základě vydání Declaration of Suitability provádí provozovatel leteckého pozemního zařízení další úkony potřebné pro získání osvědčení provozní způsobilosti. Tyto úkony vedou k získání DOV- Declaration of Verification (deklarace o verifikaci). Tento úkon dříve prováděl Úřad pro civilní letectví. Se změnou nařízení spadá tato povinnost na provozovatele. Provozovatel tak odpovídá, že všechna data a funkce celého systému uvedené v dokumentu DSU opravdu odpovídají legislativně, tak i provozním informacím uvedeným v technické dokumentaci. Provozovatel po celou dobu verifikace musí mít umožněn od výrobce přístup k veškeré technické dokumentaci daného leteckého pozemního zařízení.

Na základě vydaných dokumentů DSU a DOV může Úřad pro civilní letectví zahájit vydávání osvědčení provozní způsobilosti.

### **Postup k získání oprávnění provozní způsobilosti (OPZ)**

Provozní způsobilost vyjadřuje prokázanou schopnost leteckého pozemního zařízení vykazovat výkonnosti uvedené v relevantních dokumentech souboru technické dokumentace. Dokladem o vyjádření souhlasu ÚCL s provozním využitím, LPZ je



dokument „Osvědčení provozní způsobilosti“, vydaný ÚCL, který je současně dokladem, že zařízení v provozních podmínkách, specifických pro posuzovanou konkrétní instalaci prokázalo dostatečnou spolehlivost a shodu s parametry uváděnými v technické dokumentaci.

Podmínky pro vydání osvědčení provozní způsobilosti začínají podáním žádosti provozovatele. Provozovatel musí dodat veškerou platnou dokumentaci, prokazující vhodnost použití. Dále musí dokázat provozuschopnost a výkonnost v místě instalace, s dodáním veškeré dokumentace nutné pro instalaci včetně dodání funkčních vazeb na provozní okolí. Nutné je dodat dokument s posouzením provozní bezpečnosti ve formě bezpečnostní studie, dokumentaci pro provoz, ošetřování, zkoušení a dokumentaci pro výcvik personálu.

Provozní způsobilost se ověřuje na kompletně nainstalovaném zařízení, připojeném na vnější datovou a energetickou strukturu, porovnáním technických a provozních výkonností podle relevantních dokumentů (daných výrobcem).

Pro osvědčované letecké pozemní zařízení musí být vypracována Směrnice pro provoz, obsluhu, údržbu a opravy. Směrnice musí být vypracována v souladu s technickou dokumentací.

Provozní způsobilost leteckého pozemního zařízení je dále schvalována na výsledcích provedených zkoušek a po předložení řádně zavedených dokladů o provozu.

Provozovatel leteckého pozemního zařízení je odpovědný za zajištění provozuschopnosti a spolehlivosti v průběhu celého životního cyklu zařízení. Údržbu a opravy, pokud nejsou ve výhradní kompetenci výrobce, může v definovaném rozsahu provádět provozovatel, pokud je držitelem příslušného oprávnění.

Cílem testování a zkoušení leteckého pozemního zařízení je ověření provozních parametrů. Testy se skládají z pozemního a letového ověření. Přesné znění všech potřebných úkonů určuje certifikační tým na základě nařízení CAA-SLS-002-5/09. (V České republice je k provedení letového ověření vybaveno ŘLP ČR, žadatel si může se souhlasem ÚCL zajistit letecké ověření i jiným způsobem).

Certifikační tým musí být sestaven ÚCL tak, aby odpovídal šetření, které má být provedeno. Jak vedoucí certifikačních projektů, tak členové týmů musí být proškoleni v metodách certifikace a musí být znalí použitelných požadavků a postupů. Musí mít praktické odborné zkušenosti v oblasti, v které se žádá o certifikaci.

Na základě návrhu žadatele agentura přezkoumá a nakonec přijme certifikační program, který bude určovat významné mezníky programu a příslušné předměty plnění. Tento program musí zejména určovat:

- a) způsoby průkazu;
- b) zapojení certifikačního týmu do procesu určování vyhovění;
- c) potřebu dosvědčení zkoušek;
- d) důležitá rozhodnutí ovlivňující výsledek certifikačního procesu.

Po uznání všech nutných průkazů vyhovění provedených žadatelem, včetně prohlášení o vyhovění, je výkonný ředitel agentury povinen vydat osvědčení s ohledem na stanoviska odborníků ÚCL.

Postup získání OPZ se vztahuje na letecká pozemní zařízení, která mají být v civilním letectví prosazována a pro které platí ustanovení § 16, zákona č. 49/1997 Sb. (Ministerstvo dopravy ČR, 2014). Pro získání ověření OPZ je nutné provést následující kroky:

- a) Podání žádosti na ÚCL.
- b) Musí být prokazatelně ověřeno, že letecké pozemní zařízení v místě instalace dokáže plnit výkonnostní parametry uvedené v technické dokumentaci.
- c) Letecké pozemní zařízení musí být provozováno podle platné dokumentace a musí být zajištěny veškeré podmínky pro jeho provozování (údržba, ošetřování atd.)

- d) Nutné je dodání všech podkladů nutných pro certifikační proces, společně s dodáním výstupů ze zkoušek, ze kterých je patrný stav jednotlivých ověřovaných skutečností.
- e) V rámci certifikace ÚCL dále prověřuje: právní subjektivitu provozovatele, personální zajištění provozu, aktuální předpisové požadavky, platnost dokumentů žadatele, možné vlivy působení leteckého pozemního zařízení na okolí, zajištění výcviku personálu, plnění provozní bezpečnosti.
- f) Na osvědčování se podílejí pracovníci ÚCL, provozovatel a případně výrobce zařízení.
- g) Na základě výsledků certifikačního procesu vydá ÚCL Osvědčení Provozní Způsobilosti a stanoví dobu jeho prvotní platnosti. (Zpravidla tato doba nepřesahuje 24 měsíců).

### **Instalace zařízení**

Úřad pro civilní letectví na základě zákon č. 49/1997 Sb., o civilním letectví, (vyhláška 108, paragraf 6) musí udělit oprávnění pro instalaci leteckého pozemního zařízení, v tomto případě systému r- TWR a TLS.

Pro udělení oprávnění pro instalaci leteckého pozemního zařízení pracovníci ÚCL musejí v daných firmách provést audit. Firma musí zpracovat firemní příručku, v které popisuje firmu, její vlastníky, nastavení kvality výrobků, kvalifikaci personálu atd. Na základě této příručky pracovníci ÚCL stanoví jednotlivé body auditu. Na základě provedení celkové kontroly a splnění všech požadavků je dané firmě uděleno povolení opravňující k instalaci leteckého pozemního systému.

## Cena certifikace

Určit celkovou cenu certifikačního procesu v případech jednotlivých radionavigačních zařízení nelze a tato data nebylo možné ani po konzultaci na ÚCL získat.

Stanovení celkové ceny certifikace bude v obou případech rozdílné. V případě systému r- TWR je automaticky produkt dodáván s Declaration of Suitability. To usnadní a urychlí certifikační proces a sníží jeho celkové náklady. Případné potíže při vytvoření deklarace Declaration of Verification budou taktéž minimální, jelikož byl systém od počátku projektu tvořen v závislosti na evropských standardech.

V případě systému TLS bude certifikační proces, vůči systému r- TWR, více nákladný. Nutné vytvoření dokumentu DSU a případné komplikace s ověřením funkčnosti systému a ověření všech jeho parametrů, na které musí být použity speciální přístroje, prodraží certifikační proces. Další nutností v celém procesu certifikace je vytvoření obchodního zastoupení firmy ANPC v prostředí Evropské unie. Bez přímého zastoupení firmy ve státech společenství není možné systém provozovatelem zakoupit a nechat certifikovat.

## Závěr

Nutnost provedení certifikace je zřejmá z předcházejícího textu. Doba certifikace bude záviset na náročnosti procesu, kterou určí pracovníci ÚCL. Cenu certifikačních procesů v případě systémů r-TWR a TLS nelze v současnosti vyčíslit.

## Implementace radionavigačních systémů v případě jednotlivých letišť

Současný stav vybraných letišť a zdůvodnění jaký systém by měl být za daných podmínek na letišti instalován je popsán v následující kapitole. Jsou zde popsány všechny hlavní důvody vedoucí k výběru daných radionavigačních systémů.

### Letiště Cheb

Jedním z hlavních důvodů proč bylo letiště Cheb vybráno k dalšímu posouzení je existence radionavigačního zařízení VOR/DME, které by v budoucnu mohlo sloužit jako hlavní navigační zařízení pro přilety a sestupy podle přístrojů. Majitelem letiště Cheb je v současné době město Cheb.

V případě letiště Cheb by případná mnohamilionová investice, kterou by v tomto případě mohlo zaplatit město Cheb, které ale nechce do letiště investovat, do radionavigačního zařízení nebyla rentabilní a nahodilý provoz obchodní letecké dopravy by pravděpodobně nestačil ani na pokrytí provozních nákladů klasických radionavigačních zařízení. V současnosti proto lze využít stávající zařízení VOR/DME, které se na letišti nachází a odpadá tím nutnost investice do radionavigačního zařízení.

V případě letiště jako Cheb se naskýtají dvě možnosti řešení problému s navigačními prostředky a to:

- Využití stávajícího zařízení nacházejícího se na letišti nebo v jeho blízkém okolí. V případě letiště Cheb je majitelem a provozovatelem VOR/DME OKG ŘLP ČR. To nese veškeré náklady spojené s provozem tohoto zařízení.
- Druhou variantou je publikovat přiblížení GNSS s využitím systému EGNOS, případně publikovat klasické přiblížení RNAV s odpovídající výškou rozhodnutí.

S provozem letiště je taktéž spojena nutnost řízení letového provozu. V případě malých letišť, na kterých je zamýšlen nepravidelný provoz letadel za podmínek IMC je výhodná možnost implementace systému vzdálené věže. Tento systém umožňuje efektivně a ekonomicky řídit letový provoz. Podmínkou vybudování systému na malých letištích je existence vzdáleného pracoviště řízení letového provozu, které by v době budování systému letiště již fungovalo. Jednalo by se tedy pouze o připojení nového regionálního letiště do již fungujícího systému řízení letišť pomocí vzdálené věže. Tato strategie by tak umožnila snížit investice na řízení letového provozu na nově vznikajícím regionálním letišti na minimum.

Vynaložení investic do letišť podobného typu jako je letiště v Chebu musí být pečlivě zváženo. V případě letiště Cheb by se při využití radionavigačního zařízení VOR/DME OKG dalo ušetřit přibližně 11 milionů korun. Případné další investice do zařízení letištní věže ať v podobě klasického stanoviště řízení nebo s využitím systému r-TWR by nebyly nikdy rentabilní (jednalo by se o investice v rozmezí 10 až 20 mil. Kč). S využitím letiště by byla dále spojená požární ochrana letiště, kterou v dnešní době může poskytnout požární jednotka z města Cheb. Další věcí je poskytnutí celní a pasové kontroly, kterou je v dnešní době možné koordinovat s policií ČR s 24 hodinovým předstihem.

## Letiště Mnichovo Hradiště

Letiště Mnichovo Hradiště nemůže být konkurent velkého mezinárodního letiště v Praze a musí využít své ideální polohy u města Mladá Boleslav, kde má provozy a sídlo firma Škoda Auto. V dnešní době je letiště schopno přijmout letadla s MTOM do 40 t. Plně by tak dostačovalo pro nahodilý provoz letadel, která by létala pro potřeby firmy Škoda Auto.

V případě tohoto letiště nelze využít jiných radionavigačních prostředků v okolí letiště, jako tomu je v případě letiště Cheb. Umožnit provoz za podmínek IMC může být docíleno dvěma způsoby.

- Instalace radionavigačního zařízení ILS, TLS, VOR/DME.
- Vytvoření postupů pro přiblížení pomocí GNSS s využitím systému EGNOS, případně publikovat klasické přiblížení RNAV s odpovídající výškou rozhodnutí.

Na letišti v Mnichově Hradišti v budoucnu není plánovaný pravidelný provoz. Druh leteckého provozu bude spíše nepravidelný. V blízké budoucnosti se na letišti bude stavět světelný systém- PAPI, který umožní provoz proudovým letadlům.

Letišti s podobným situováním a zamýšleným provozem jako má letiště v Mnichově Hradišti se nevyplatí investovat do žádného radionavigačního zařízení. Investice by nebyla rentabilní a provoz letadel by nedokázal pokrýt provozní náklady ani jednoho z navigačních prostředků. Z výše jmenovaných důvodů je jedinou možností, jak na letišti zajistit provoz letadel za podmínek IMC, publikovat přiblížení GNSS s využitím systému EGNOS nebo přiblížení RNAV. Publikací tohoto druhu přiblížení se dá ušetřit částka ve výši přibližně 11 mil. Kč ( srovnáno s instalací systému VOR/DME).

Stejně jako v předchozím případě by optimální možnost řízení letového provozu byla instalace systému vzdálené věže. Instalace zařízení na letišti by musela probíhat až v době, kdy by systém vzdálené věže v České republice plně fungoval a v případě letiště Mnichova Hradiště by se jednalo pouze o připojení letištního systému do již fungujícího

systemu r-TWR (stejný princip jako v případě letiště Cheb). Tento způsob by umožnil minimální finanční investice do provozu na tomto letišti a v budoucnu tak umožnil jeho potenciální uskutečnění.

S provozem letadel za podmínek IMC jsou spojené i další náklady. Jako je požární ochrana letiště (v případě letiště v Mnichově Hradišti je deklarována s dojezdovým časem do 8 minut, nebo je nutné si ji vyžádat 24 hodin dopředu (AIP, 2014)). Další případné investice byly popsány v předchozí kapitole.



## Letiště České Budějovice

Letiště v Českých Budějovicích má specifické postavení ze všech letišť nacházejících se v České republice. Jako jediné splňuje všechny požadavky na to, aby se mohlo stát novým regionálním letišťem. Vedení společnosti několik let ustavičně pracuje na způsobu jak z bývalého vojenského letiště přetvořit dostatečně vybavené letiště, které dokáže poskytnout odpovídající vybavení a servis pro letadla letící za podmínek IMC a sloužit pro provoz obchodní letecké dopravy se všemi potřebnými náležitostmi.

Popis a výběr radionavigačních systémů by v budoucnu měl sloužit jako další z mnoha nástrojů při rozvoji letiště v Českých Budějovicích a naznačit, jakým směrem by se vývoj a možnosti letiště mohly ubírat při výběru vhodného radionavigačního vybavení. S rozvojem tohoto druhu nového letiště jsou spojeny mnohamilionové částky. Z toho důvodu je nutné podrobněji nastínit stávající stav letiště a jeho možný vývoj.

Následující kapitola popisuje a vymezuje spádové oblasti, dále je popsáno několik vhodných leteckých spojení společně s leteckými společnostmi, které by měly zájem tyto linky provozovat a počet přepravených osob, který by umožnil provoz letiště bez dotací města a kraje. Všechny informace jsou podloženy studií, která byla v roce 2009 zpracována pro střeďočeký kraj a město České Budějovice jakožto hlavní akcionáře.

## *Popis letiště a současného stavu*

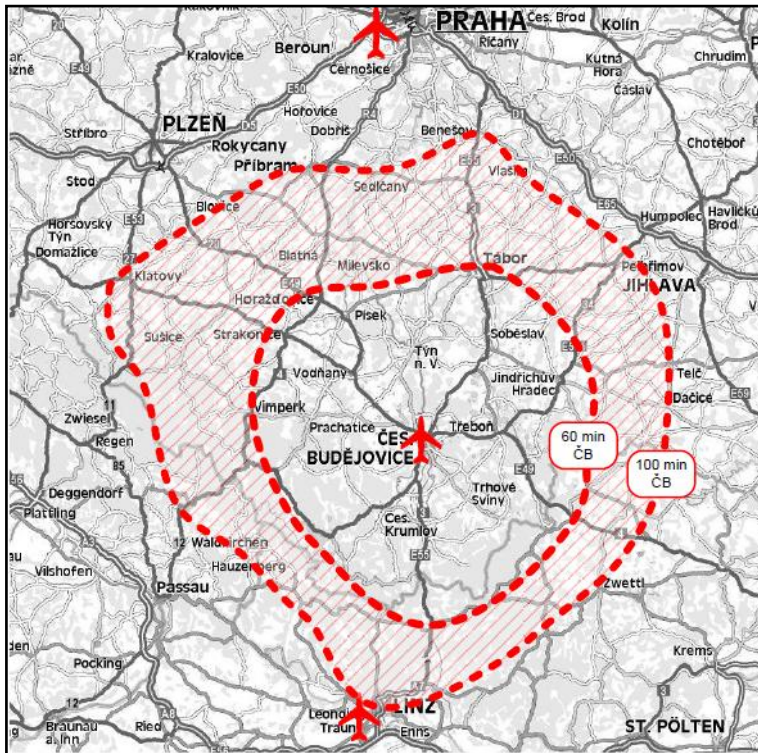
Letiště České Budějovice je akciová společnost, která byla založena v roce 2005 městem České Budějovice a Jihočeským krajem. Hlavním úkolem této společnosti je provozování letiště, jeho správa a údržba.

V dnešní době se jedná o letiště se statutem veřejné vnitrostátní letiště, neveřejného mezinárodního letiště, s vnější hranicí způsobilé pro lety za viditelnosti (VFR) ve dne, které v případě nutnosti poskytuje i celní a pasovou kontrolu a může tedy odbavovat lety i mimo Schengenský prostor. Tyto lety jsou nicméně v současné době podmíněny ohlášením 24 hodin před příletem pro zabezpečení nezbytné celní a pasové služby. Toto omezení bude platné až do okamžiku, kdy letiště získá veřejný mezinárodní statut. Letiště taktéž splňuje všechna hluková opatření. Velikost a únosnost dráhy a pojezdových ploch umožňuje pohyb malým sportovním letadlům až letadlům velikosti Airbus 320.

Na letišti již proběhla první fáze modernizace, při které byla přestavěna řídicí věž, handling a administrativní budovy. Na letišti se taktéž vybudovala plnohodnotná požární stanice. V druhé části etapy modernizace letiště by mělo dojít k opravě přistávací a vzletové plochy, rozšíření stojánky a pojezdových ploch, výstavbě terminálu a vrátnice. Dále dojde k výstavbě nového světelného a radionavigačního vybavení. Celkový rozpočet na druhou fázi modernizace letiště je stanoven na 550 mil. Kč, z této částky půjde 110 mil Kč na výstavbu radionavigačního a světelného vybavení.

## *Vymezení spádové oblasti*

Spádová oblast letiště je definována jako území v okolí letiště, ze kterého se dají získat potenciální zákazníci. Její velikost je určena na základě dojezdového času z místa bydliště nebo pracoviště na letiště. Spádovou oblast okolo letiště vymezuje izochrona. Její obvod určuje dojezdový čas 100 minut jízdy automobilem na letiště. V této oblasti žije 1 439 000 obyvatel.



Obrázek 23 Spádová oblast letiště České Budějovice

Na základě statistických dat poskytnutým vedením společnosti letiště České Budějovice byla spočítána predikce odbavených pasažérů. 5 let od zahájení provozu by měla být dosažena naprostá finanční soběstačnost, což znamená přepravit 80 000 pax za rok (Marketingová studie letiště České Budějovice, 2010).

### *Letecké společnosti*

Hlavním aspektem rozvoje letiště v Českých Budějovicích je nalezení leteckých společností, které by měly zájem provozovat letecké spojení. Seznam těchto destinací a leteckých společností je uveden a podrobně popsán: (Marketingová studie letiště České Budějovice, 2010). Mezi hlavní požadavky leteckých společností patří dostatečná infrastruktura a technika, která umožní bezproblémové navádění a odbavení letadel a cestujících.

## *Přínos pro region*

Přínosem je celkový ekonomický rozvoj regionu, příliv zahraničních investorů pozitivní vliv na trh práce.

Dalším významným partnerem by mohla být v budoucnu jaderná elektrárna Temelín. Již řadu let, se diskutuje o dostavbě druhého bloku elektrárny. Z několika případů dostavby jiných elektráren v Evropě lze usuzovat, že letiště v Českých Budějovicích by bylo hlavní příletovou tepnou pro řadu techniků a dělníků, kteří by se na výstavbě elektrárny podíleli. V některých případech bylo dokonce další pokračování dostavby elektrárny podmíněno dobrou leteckou obsluhností. Dojezdový čas z letiště k elektrárně Temelín je pouhých 30 minut.

## *Shrnutí*

Hlavním krokem pro získání pravidelných i charterových spojení bude vybudování radionavigačního vybavení, které bude umožňovat přiblížení a přistání letadel za zhoršených meteorologických podmínek. Odpovídající navigační zařízení požadují všichni letečtí dopravci. V hlavní řadě se jedná o bezpečnost, kterou tuto navigační zařízení poskytuje posádkám při fázi celého přiblížení a přistání. Posádka letadel má celou dobu povědomí o své horizontální i vertikální odchylce od ideální sestupové roviny. V neposlední řadě se jedná i o ekonomickou stránku, která je v dnešní době úspor velmi výrazná a při výběru nových potencionálních letišť bude hrát důležitou roli. Letečtí dopravci se snaží být co nejméně závislí na výkyvech počasí. Ze zmíněného důvodu preferují systémy, které zvyšují pravděpodobnost přistání i za zhoršených meteorologických podmínek, čímž se snižují možné dodatečné náklady na let na záložní letiště a dochází taktéž k uspokojení potřeb cestujících. Každoročně je v celosvětovém měřítku zrušeno několik tisíc letů vlivem špatného počasí, což znamená obrovské provozní ztráty pro jednotlivé dopravce.

Ze všech výše uvedených faktů plyne, že každé nově vznikající regionální letiště bude muset nabídnout leteckým dopravcům odpovídající příletové a odletové postupy podle přístrojů. V závislosti na plánovaném typu provozu a jeho četnosti se bude rozhodovat, jaké radionavigační prvky budou na daném letišti vybudovány.

V případě letiště v Českých Budějovicích je plánovaný provoz pravidelná i nepravidelná – charterová doprava osob i nákladu. Dále se jedná o vnitrostátní lety, lety do evropských i mimoevropských destinací. Zamýšlená četnost je deset dopravních letadel denně. Výběr odpovídajícího radionavigačního zařízení, pro tento druh provozu v Českých Budějovicích, bude popsán v následujících kapitolách diplomové práce.

## Závěr

Jak již bylo zmíněno v předchozích kapitolách je letiště v Českých Budějovicích jedinečné a ze všech letišť nacházejících se v České republice má největší šanci se stát novým fungujícím regionálním letištem.

Jelikož je současným vlastníkem Jihočeský kraj a město České Budějovice, tak má za sebou letiště dva velmi silné investory. V první fázi schvalování investice byla požadována finanční částka ve výši 1 miliardy Kč. V druhé části schvalování byla částka redukována na výši 550 milionů Kč. Tato investice bude použita na rozvoj infrastruktury letiště a na potřebné vybavení. Částka 110 milionů Kč by měla být použita na radionavigační a světelné vybavení letiště. Investice plánované do rozvoje letiště nejsou brány jako návratné a do budoucna se nepočítá s tím, že by provoz letiště měl veškeré finanční investice splatit. Při předpokládaném provozu 80 tis PAX ročně by letiště mělo fungovat samostatně bez dalších finančních dotací.

Ze všech výše uvedených předpokladů lze usuzovat, že záměr vybudovat z letiště v Českých Budějovicích nové regionální letiště stojí na pevných základech.

S plánovaným provozem je spojeno odpovídající radionavigační zařízení. Menší letadla s MTOM do 10 tun po celém světě běžně létají přiblížení pomocí GNSS, ale větší dopravci preferují přiblížení pomocí konvenčních radionavigačních prvků jako je např. ILS, VOR/DME.

Z politicko-obchodních důvodů, vycházejících z požadavků větších leteckých dopravců, nemá smysl uvažovat pouze o publikování přiblížení GNSS. V tomto případě se musí uvažovat o instalaci radionavigačních zařízení, která leteckým provozovatelům v případech špatného počasí poskytnou dostatečnou jistotu vertikálního i horizontálního vedení. Při srovnání cen zařízení ILS, TLS a VOR/DME vychází finančně nejméně nákladně pořízení systému VOR/DME, které s cenou celkové instalace 11 mil. Kč dostává na třetinu investice oproti systému ILS nebo TLS. Nevýhodou však zůstává malá přesnost systému, která má za důsledek vyšší DH než v případě ILS, TLS. Výhodou zařízení ILS je jeho celosvětové použití a přesnost, který tento systém při vedení letadlu poskytuje. Cena samotného systému je s porovnáním se systémem TLS nižší a to o 22 mil. Kč. Hlavní nevýhodou se jeví cena a rozsáhlost pozemních prací, které jsou při instalaci systému ILS nezbytné a většinou výrazně zvednou celkovou cenu instalace celého zařízení. Systém TLS nabízí vhodnou variantu, která kombinuje moderní technologii s již stávajícím zařízením (myšleno palubním zařízením letadel). Cena systému je ale v porovnání se systéme ILS vyšší a to o 11 mil. Kč. Cena pozemních prací je však výrazně nižší. Systém TLS je výhodný v možnosti sledování provozu na monitoru primárního přehledového radaru (funkce TLS- využití multilaterace), jehož výstup dokáže systém TLS zprostředkovat na vzdálenost 60 NM a využití možnosti funkce PAR. Možné varianty radionavigačních vybavení v případě letiště v Českých Budějovicích jsou uvedeny v následujících tabulkách:

## **1. Varianta**

Jako hlavní navigační zařízení by bylo použito zařízení VOR/DME. Dále by bylo publikováno přiblížení GNSS.

<b>Radionavigační zařízení</b>	<b>min. DH</b>	<b>Cena instalace systému</b>	<b>Roční náklady</b>
VOR/DME	250 ft	11 mil. Kč	850 tis. Kč
GNSS	200 ft	0 Kč	0 Kč

Jedná se o nejlevnější možnou variantu. Systém VOR/DME umožňuje za ideálních podmínek letadlu klesat až do stanovené minimální výšky rozhodnutí nacházející se ve v optimálním případě ve výšce 250 ft. Další publikované přiblížení by bylo založené na systému GNSS/ EGNOS, které by umožnilo snížit minima až na hodnotu CAT I, tedy DH 200ft. Celkové náklady na výstavbu VOR/DME by se pohybovaly okolo částky 11 mil. Kč.

## 2. Varianta

Druhá varianta je založená pouze na instalaci zařízení ILS.

<b>Radionavigační zařízení</b>	<b>min. DH</b>	<b>Cena instalace systému</b>	<b>Roční náklady</b>
ILS	200 ft	34,5 mil. Kč	1,2mil. Kč

Instalace systému ILS by měla letiště v Českých Budějovicích stát přibližně 34,5 mil. Kč. Jednalo by se o instalaci systému, který je v podmínkách České republiky instalován na mnoha místech a nebylo by tedy potřeba řešit žádné certifikační problémy spojené s instalací nových zařízení.

### 3. Varianta

Třetí varianta je založená na instalaci zařízení TLS.

<b>Radionavigační zařízení</b>	<b>min. DH</b>	<b>Cena instalace systému</b>	<b>Roční náklady</b>
TLS	200 ft	46,6 mil. Kč	1 mil. Kč

Instance zařízení TLS nabízí výhody, které ani jeden z předešlých systémů neposkytuje. Jeho hlavní nevýhodou je vysoká cena instalace celého systému, která je způsobena vysokou pořizovací cenou samotného systému. V následující tabulce je porovnání hlavních provozních parametrů systému ILS a TLS. Tyto dva systémy byly zvoleny záměrně, jedná se o systémy, které umožňují stejný typ přiblížení a nabízejí možnost zástupu druhého systému.

Budoucí provozovatel musí porovnat všechny výhody a nevýhody případné instalace jednotlivých systémů. Každý ze systémů nabízí klady a zápory vycházející z principu funkce jednotlivých systémů.

V první řadě provozovatel letiště musí jasně stanovit jaký druh leteckých spojení a jakou četnost letů může v budoucnu očekávat. Jako hlavní nevýhodou systému TLS se v dnešní době jeví možnost navádění pouze jednoho letadla na přistání a z toho plynoucí velké rozestupy mezi přilétávajícím provozem. Výhodou je využití funkce přehledového radaru a využití funkce PAR. Tyto funkce rozšiřují možnosti služeb řízení letového provozu bez dodatečných investic. Systém ILS je velmi rozšířený a jeho výhody a nevýhody jsou velmi dobře známé.



Tabulka 8 Porovnání ILS a TLS

	ILS	TLS
<b>Přesné přiblížení</b>	ANO	ANO
<b>Výška rozhodnutí</b>	200 ft	200 ft
<b>Min. radarové rozestupy</b>	3 NM	>> 3 NM
<b>Množství letadel možné povolit pro zahájení přiblížení</b>	>>1	1
<b>Funkce PAR</b>	NE	ANO
<b>Funkce secondary surveillance radar</b>	NE	ANO
<b>Nutnost dokumentu DSU</b>	NE	ANO
<b>Nutnost dokumentu DOV a OPZ</b>	ANO	ANO
<b>Nutnost skladovat základní náhradní díly</b>	NE	ANO
<b>Nutnost nákupu měřicí techniky</b>	NE	ANO
<b>Nutnost budování markerů</b>	ANO	NE

Nedílnou součástí vyřešení provozu na letišti je i nutnost monitorování provozu na letišti a v jeho okolí. Opět se zde nabízejí dvě varianty. Vybudování klasického stanoviště řídicího leteckého provozu, které sebou nese relativně vysoké pořizovací náklady společně s vysokými ročními provozními náklady. Druhou variantou je vybudování systému vzdálené věže. Na rozdíl od dvou předchozích příkladů by se nemuselo jednat o pouhé připojení letiště do již fungujícího systému r-TWR, ale letiště v Českých Budějovicích by se mohlo stát iniciátorem tohoto projektu. I v případě, že by se mělo letiště finančně podílet na výstavbě celého systému, by systém r-TWR přinesl finanční výhodu v podobě snížených ročních nákladů ve srovnání s klasickým stanovištěm. Další výhodou by bylo možné připojení dalších letišť do tohoto systému a dělení provozních nákladů na větší počet účastníků projektu, jejich činnost byla nastíněna v kapitole: r- TWR, Remote tower.

## Závěr

### Závěr

V dnešní době moderních radionavigačních a satelitních systémů má provozovatel regionálního letiště několik možností pro výběr optimálního radionavigačního systému pro zajištění navigačního vedení letadla na příletových a odletových tratích a při přístrojových přiblíženích. V každém případě musí být jasně stanoven druh provozu, který se v budoucnu plánuje na daném letišti. Teprve poté se může přistoupit k výběru optimálního radionavigačního zařízení.

V diplomové práci jsou porovnána tři letiště, která by se v budoucnu mohla stát novými regionálními letišti. Jedná se o letiště Cheb, Mnichovo Hradiště a letiště v Českých Budějovicích. Každé z daných letišť má specifické postavení a to buď svojí polohou u blízké industriální zóny v případě Mnichova Hradiště, nebo existencí stávajícího radionavigačního zařízení, které se nachází na letišti v případě letiště Cheb. Jedinečné postavení má letiště v Českých Budějovicích, které má jednoznačný cíl stát se novým regionálním letištem a činí nezbytné kroky, aby uvažovaný letový provoz na tomto letišti byl v blízké budoucnosti obnoven.

Při výběru optimálního navigačního zařízení byly porovnávány klasické radionavigační prostředky - ILS, VOR, NDB, DME a satelitní navigační systém v cenovém porovnání s novým moderním systémem TLS- Transponder Landing System.

U jednotlivých zařízení byla popsána náročnost údržby a její cena, pořizovací náklady a přibližná cena pozemní instalace. Dále byly porovnány jednotlivé výhody a nevýhody instalace systémů spojených s provozem.

Z práce vyplývá, že pro letiště v Mnichově Hradišti s předpokládaným nahodilým provozem letadel do hmotnosti 40 t bude vhodné vytvořit přiblížení založené na systému GPS/EGNOS a publikovat odpovídající SID a STAR mapy. Pro letiště Cheb s předpokládaným nahodilým provozem do hmotnosti 5700 kg by bylo vhodné využít stávající radionavigační zařízení nacházející se na letišti a publikovat přiblížení založené na systému VOR/DME, jako dodatkové přiblížení může být

publikováno přiblížení GNSS. V případě letiště v Českých Budějovicích s předpokládaným pravidelným provozem obchodní letecké dopravy umožňující provoz letadel typu B-737 nebo A-320 bude vhodné publikovat přiblížení založené na systému ILS nebo TLS. Při výběru konkrétního typu zařízení bude nutné důkladně porovnat jednotlivé parametry systému a zvolit nejvhodnější systém pro budoucí provoz.

Výhodami systému TLS jsou možnosti řízení letadel bez jakéhokoliv dodatečného palubního přístrojového vybavení a možnost využití funkce přehledového radaru, který plyne z funkční podstaty systému TLS (multilaterace). Hlavním provozním nedostatkem je možnost řídit pouze jedno letadlo ve fázi přiblížení a z toho plynoucí velké rozestupy mezi přilétávajícími letadly. Využití systému TLS tedy není výhodné pro letiště s větší hustotou provozu.

Provoz regionálního letiště nezbytně vyžaduje službu řízení letového provozu. V evropském měřítku jsou všechna velká mezinárodní letiště, stejně jako malá regionální letiště, řízená pracovištěm řídicího letového provozu, které se nachází přímo na letišti. Na začátku listopadu roku 2014 byl certifikován systém vzdálené věže, který umožňuje řízení letového provozu na letišti bez fyzické přítomnosti pracovníka řízení letů nebo řízení několika letišť jedním pracovištěm řízení letového provozu. Tyto možnosti řízení letového provozu snižují velmi výrazně finanční náklady na zajištění těchto služeb. Hlavními provozními výhodami jsou v podmínkách České republiky snížení finančních nákladů na řízení letového provozu a možnost rozšíření působnosti řídicích letového provozu i na letiště, na kterých by to dříve nebylo možné. Před použitím tohoto systému je nutné projít celým procesem certifikace stejně jako v případě systému TLS.

Cíl diplomové práce byl splněn. Bylo nalezeno optimální radionavigační vybavení pro jednotlivá letiště, které by umožnilo efektivně řídit letový provoz na nových regionálních letištích. V dnešní době je použití systému ILS nezbytné na vytížených letištích a stále neexistuje vhodná náhrada za tento systém.

## Použité zdroje

1. *AIP*. (2. říjen 2014). Získáno 22. říjen 2014, z Řízení letového provozu České republiky, Letecká informační služba: [http://lis.rlp.cz/vfrmanual/actual/lkcs\\_text\\_cz.html](http://lis.rlp.cz/vfrmanual/actual/lkcs_text_cz.html)
2. *AIP*. (4. říjen 2014). Získáno 21. říjen 2014, z Řízení letového provozu České republiky, letecká informační služba: [http://lis.rlp.cz/vfrmanual/actual/lkcb\\_text\\_cz.html](http://lis.rlp.cz/vfrmanual/actual/lkcb_text_cz.html)
3. *AIP*. (15. říjen 2014). Získáno 21. říjen 2014, z Řízení letového provozu České republiky, Letecká informační služba: [http://lis.rlp.cz/vfrmanual/actual/lkmh\\_text\\_cz.html](http://lis.rlp.cz/vfrmanual/actual/lkmh_text_cz.html)
4. *AIP*. (2014). Získáno 6. červen 2014, z AIP - Aeronautical Information Publication (AIS ANS C.R.): [http://lis.rlp.cz/ais\\_data/www\\_main\\_control/frm\\_cz\\_aip.htm](http://lis.rlp.cz/ais_data/www_main_control/frm_cz_aip.htm)
5. *AIP*. (2014). Získáno 19. květen 2014, z Letecká informační služba České republiky: [http://lis.rlp.cz/vfrmanual/actual/lkmh\\_text\\_cz.html](http://lis.rlp.cz/vfrmanual/actual/lkmh_text_cz.html)
6. *ANPC*. (4. červen 2014). Získáno 4. červen 2014, z Advance Navigation and Positioning Corporation: <http://www.anpc.com/transponder-landing-system/>
7. *ANPC*. (2014). Získáno 6. září 2014, z Advance Navigation and Positioning Corporation: <http://www.anpc.com/test-news-update-march-2014/>
8. *EGNOS Portal*. (2014). Získáno 3. březen 2014, z European Airports with EGNOS based approach procedure: <http://egnos-portal.gsa.europa.eu/european-airport-with-egnos-based-approach-procedure>
9. *FAA*. (2014). Získáno 5. říjen 2014, z Satellite Navigation- GPS/WAAS Approaches: [http://www.faa.gov/about/office\\_org/headquarters\\_offices/ato/service\\_units/techops/navservices/gnss/approaches/](http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/techops/navservices/gnss/approaches/)
10. *ICASC*. (2014). Získáno 5. září 2014, z International Committee for Airspace Standards and Calibration: <http://icasc.co/icasc/>
11. *Letecká informační služba*. (3. říjen 2014). Získáno 23. říjen 2014, z Řízení letového provozu České republiky, Letecká informační služba: [http://lis.rlp.cz/ais\\_data/www\\_main\\_control/frm\\_cz\\_aip.htm](http://lis.rlp.cz/ais_data/www_main_control/frm_cz_aip.htm)
12. *Letecká informační služba*. (2. květen 2014). Získáno 5. červenec 2014, z Řízení letového provozu, Letištní informační služba: [http://lis.rlp.cz/ais\\_data/www\\_main\\_control/frm\\_cz\\_aip.htm](http://lis.rlp.cz/ais_data/www_main_control/frm_cz_aip.htm)
13. *LFV*. (2014). Získáno 6. 11 2014, z LFV first in the world to have an operating licence for remote towers: <http://lfv.se/en/News/News-20141/LFV-first-in-the-world-to-have-an-operating-licence-for-remote-towers/>
14. *Lufthansagroup*. (2014). Načteno z GBAS Satellite-supported Precision Approach System Officially Inaugurated at Frankfurt Airport: 2

15. Marketingová studie letiště České Budějovice. (2010). *Letiště České Budějovice* (stránky 30-36). České Budějovice: Deloitte.
16. Matouš, P. (2005). *Palubní přístroje II*. ČVUT.
17. *Ministerstvo dopravy ČR*. (2014). Získáno 2. listopad 2014, z Úplní znení zákonu: [www.mdcz.cz/NR/rdonlyres/...815D.../zakon\\_o\\_cl\\_uplne\\_zneni.pdf](http://www.mdcz.cz/NR/rdonlyres/...815D.../zakon_o_cl_uplne_zneni.pdf)
18. *Remote Tower*. (2014). Získáno 5. květen 2014, z Revolutionizing Air Traffic Services: <http://www.saabgroup.com/Civil-security/Air-Transportation-and-Airport-Security/Air-Traffic-Management-Solutions/Remote-Tower-Pre/>
19. *SESAR*. (2014). Získáno 17. červenec 2014, z Remote tower for single airport: <http://www.sesarju.eu/sesar-solutions/airport-integration-and-throughput/remote-tower-single-airport>
20. Soldán. (2007). *Letové postupy a provoz letadel*. Praha: Letecká informační služba České republiky.

## Seznam obrázků

Obrázek 1 Seznam letišť umožňující provoz za podmínek IMC .....	18
Obrázek 2 Vhodná letiště pro nové regionální letiště .....	21
Obrázek 3 Letiště Mnichovo Hradiště AIP AD4 .....	22
Obrázek 4 Letiště Cheb AIP AD4 .....	23
Obrázek 5 Letiště České Budějovice AIP AD 4.....	24
Obrázek 6 Vyobrazení možných regionálních letišť a jejich vzdálenosti od stávajících letišť umožňující provoz za podmínek IMC .....	26
Obrázek 7 Vzdušný prostor okolo LKCB. ....	30
Obrázek 8 Vzdušný prostor okolo LKMT. ....	30
Obrázek 9 Vzdušný prostor okolo LKKV. ....	31
Obrázek 10 Rozmístění jednotlivých komponent systému ILS. ....	34
Obrázek 11 Jedno z možných nastavení anténního systému. ....	40
Obrázek 12 Anténní systém měření polohy letadla v azimutu. ....	42
Obrázek 13 Anténní systém měřícího zařízení.....	42
Obrázek 14 Anténní systém vysílající data o poloze letadlu. ....	42
Obrázek 15 Anténní systém měřící polohu letadla ve vertikální rovině. ....	42
Obrázek 16 Možné umístění systému TLS na letišti.....	42
Obrázek 17 Jedno z možných umístění systému VOR.....	46
Obrázek 18 Multiple mode systému r- TWR.....	62
Obrázek 19 Kontrola až 4 letišť najednou. ....	62
Obrázek 20 Funkce úlu.....	63
Obrázek 21 r- TWR jako záložní systém velkých letišť. ....	63
Obrázek 22 Pracoviště řídicího systému r- TWR. ....	65
Obrázek 23 Spádová oblast letiště České Budějovice.....	83

## Seznam tabulek

Tabulka 1 Seznam letišť umožňující provoz za IMC s jejich radionavigačním vybavením .....	18
Tabulka 2 Seznam možných letišť a vyhodnocení jejich současného stavu .....	19
Tabulka 3 Pořizovací ceny jednotlivých radionavigačních zařízení. ....	53
Tabulka 4 Roční náklady na provoz jednotlivých radionavigačních systémů. ....	54
Tabulka 5 Celkové náklady na koupi a výstavbu radionavigačních zařízení. ....	55
Tabulka 6 Pořizovací a provozní náklady systému r- TWR.....	69
Tabulka 7 Porovnání nákladů r-TWR/ klasické stanoviště ŘLP .....	70
Tabulka 8 Porovnání ILS a TLS .....	89

## Seznam příloh

Příloha A	TLS Proposal for Ceske Budejovice Airport (kompletní dokument obsahuje příložené CD)
Příloha B	CD médium- diplomová práce v elektronické podobě, přílohy v elektronické podobě

**TLS SYSTEM BUDGETARY PRICE**

**(1) Fixed-site TLS (Basic Offer)**

**Electronics**

<p>Electronics and Software, and antennas with one (1) year warranty. Includes one Remote Control Unit (RCU) Shelter 20' x 8' for the electronics. 20 foot modified CONEX will be used for dual use as shipping container and electronics shelter. Features 36" inch side door, vestibule, R-20 insulated walls and environmental control unit.</p>	<p><b>\$ 1,456,132</b></p>
---	----------------------------

**Services**

<p>Fixed-site installation analysis and site drawing package                  Includes installation of antenna infrastructure onto concrete pads. Concrete pads provided separately under "civil works" by Party B.                  Includes cable pulling through conduits. Conduit installation is separate provided under "civil works".                  Configuration of software and installation of RCU(s).                  Calibration and Flight Inspection support.                  Includes use of ANPC's tool kit with theodolite, tripod, prism and prism pole; O-scope, PIR (portable ILS receiver), fiber optic cable test kit.                  Technician and Controller Training, Assisted Operations - 10 days total</p>	<p><b>\$ 300,000</b></p>
--	--------------------------

**TOTAL TLS PRICE (BASIC OFFER)**

<p>Total Price for (1) Fixed TLS</p>	<p><b>\$ 1,756,132</b></p>
--------------------------------------	----------------------------

**Spare Parts and Tools & Test Equipment**

<p>Recommended Spare Parts</p>	<p><b>\$ 171,495</b></p>
<p>Tools and Test Equipment</p>	<p><b>\$ 54,980</b></p>

**TOTAL TLS PRICE WITH SPARE PARTS AND TOOLS & TEST EQUIPMENT**

<p>Total Price for (1) Fixed TLS With Spare Parts and Tools &amp; Test Equipment</p>	<p><b>\$ 1,982,607</b></p>
--	----------------------------