

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

Ústav letecké dopravy



Možnosti využití konceptu Remote TWR pro službu AFIS na neřízených letištích

Diplomová práce

Studijní program: Technika a technologie v dopravě a spojích

Studijní obor: Provoz a řízení letecké dopravy

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

Bc. Jakub Čermák, DiS.

Praha 2021



K621 **Ústav letecké dopravy**

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Jakub Čermák, Dis.

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – PL – Provoz a řízení letecké dopravy

Název tématu (česky): **Možnosti využití konceptu Remote TWR pro službu AFIS na neřízených letištích**

Název tématu (anglicky): Possibilities of using a remote TWR for AFIS service at uncontrolled airports

Zásady pro vypracování

Při zpracování diplomové práce se řiďte následujícími pokyny:

- Cíl: Zhodnotit možnost využití konceptu Remote TWR pro neřízená letiště a pro heliporty v neřízeném vzdušném prostoru.
- Obsah:
- služba AFIS a provoz v neřízeném vzdušném prostoru v ČR
- koncept Remote TWR
- možnosti využití Remote TWR pro AFIS pro neřízená letiště
- možnosti využití Remote TWR pro heliporty
- konkrétní návrh využití Remote AFIS v ČR



Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího práce

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

Seznam odborné literatury: Letecké předpisy řady L
ŽIHLA, Zdeněk. Letecké služby.
www.saabgroup.com

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

Datum zadání diplomové práce: **17. července 2020**
(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: **17. května 2021**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

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



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

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

Bc. Jakub Čermák, DiS.
jméno a podpis studenta

V Praze dne.....17. července 2020

Poděkování

Rád bych velmi poděkoval vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Jakubu Krausovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky v průběhu zpracování mé práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Johanu Landinovi ze společnosti Saab AB za cenné informace, paní Kateřině Delíčové (odpovědná vedoucí a členka představenstva letiště Mnichovo Hradiště) a paní Mgr. Martině Vodičkové (vedoucí PR a marketingu na letišti České Budějovice).

Prohlášení

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

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

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

V Praze dne 17.05.2021



.....
podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

Ústav letecké dopravy

Diplomová práce

Možnosti využití konceptu Remote TWR pro službu AFIS na neřízených letištích

Bc. Jakub Čermák, DiS.

Květen 2021

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá zhodnocením možností využití systému vzdálených věží pro poskytování letištní letové informační služby na neřízených letištích a heliportech. V úvodní části jsou definovány letové provozní služby se zaměřením na letištní letovou službu AFIS. Dále je představen systém vzdálených věží r-TWR, popsány jednotlivé části systému a finanční náročnost na jeho implementaci. Následně jsou vyhodnoceny možnosti využití systému vzdálených věží pro vzdálené poskytování služby AFIS. V praktické části jsou navrženy konkrétní možnosti využití vzdálených věží pro službu AFIS na neřízených letištích a heliportech v České republice a následně je vyhodnocena realizovatelnost a finanční povaha takových návrhů.

Klíčová slova

letištní letová informační služba, AFIS, r-AFIS, vzdálené věže, r-TWR

CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE

Faculty of Transportation Sciences

Department of Air Transport

Master's Thesis

**Possibilities of Using a Remote TWR for AFIS Service at
Uncontrolled Airports**

Bc. Jakub Čermák, DiS.

May 2021

Abstract

This diploma thesis examines the possibility of using a system of Remote Tower (r-TWR) for the provisioning of Aerodrome Flight Information Services (AFIS) at uncontrolled airports and heliports. It outlines Air Traffic Services with a focus on the AFIS. Additionally, the individual parts of the system and the financial demands for its implementation of r-TWR are discussed. Subsequently, the possibilities of using the system r-TWR for remote provisioning of the AFIS (r-AFIS) service are evaluated. In the practical part, two concepts of using r-AFIS at uncontrolled airports and heliports in the Czech Republic are proposed. Finally, this thesis examines the feasibility and financial nature of such proposals.

Key words

Aerodrome Flight Information Service, Remote AFIS, r-AFIS, Remote Tower, r-TWR

OBSAH

Seznam zkratk	8
Úvod	11
1 Poskytování Letových provozních služeb	12
1.1 Letové provozní služby ATS	12
1.2 Služby řízení letového provozu ATC	12
1.2.1 Letová informační služba FIS	13
1.2.2 Pohotovostní služba ALRS	15
1.3 Uspořádání vzdušného prostoru	15
1.3.1 Dělení vzdušných prostorů	15
1.3.2 Klasifikace tříd vzdušných prostorů	18
1.4 Poskytování ATS na řízených a neřízených letištích	20
1.5 Poskytování ATS na heliportech	21
2 Letištní letová informační služba AFIS	23
2.1 Pravomoci a povinnosti dispečera AFIS	24
2.2 Stanoviště AFIS na neřízeném letišti	26
2.2.1 Vedoucí stanoviště AFIS	26
2.2.2 Vybavení stanoviště AFIS	27
2.3 Vývoj služby AFIS na neřízených letištích v ČR	27
3 Systém Remote Tower	29
3.1 Přínosy zavedení r-TWR	29
3.2 Vznik a vývoj r-TWR	30
3.3 Popis jednotlivých částí systému r-TWR	31
3.3.1 Kamerový systém	31
3.3.2 Návěštní světlometka	35
3.3.3 Automatická meteorologická stanice	35
3.3.4 Letištní věž r-TWR	35
3.3.5 Servisní místnost	36
3.3.6 Vzdálené řídicí centrum a síťová architektura	36

3.3.7	Vzdálený řídicí modul a vizuální prezentace.....	37
3.4	Možnosti konfigurace r-TWR	38
3.5	Finanční aspekty zavedení r-TWR.....	39
3.6	Přehled r-TWR ve světě	41
3.7	Požadavky na certifikaci r-TWR.....	42
3.8	Proces zavedení a schvalování r-TWR.....	43
4	Možnosti využití Remote Tower pro AFIS	44
4.1	Přínosy zavedení r-AFIS	44
4.2	Návrh konfigurace r-AFIS	45
4.2.1	Varianta 1 – konfigurace r-AFIS s nastavbovými funkcemi	45
4.2.2	Varianta 2 – konfigurace r-AFIS bez nastavbových funkcí	47
4.3	Finanční zhodnocení zavedení r-AFIS.....	49
5	Návrh využití r-AFIS pro neřízená letiště v ČR.....	50
5.1	Výběr letišť do návrhu	50
5.2	Poskytování r-AFIS IFR na neřízených letištích.....	50
5.2.1	Návrh RTC a RTM.....	51
5.3	Finanční analýza navrhovaného konceptu.....	51
5.4	Zhodnocení navrhovaného konceptu r-AFIS IFR pro neřízená letiště.....	54
6	Návrh využití r-AFIS pro heliporty HEMS v ČR	55
6.1	Letecká záchranná služba	55
6.2	Problematika letů vrtulníků HEMS	57
6.3	Analýza heliportů traumacenter a základen HEMS.....	58
6.4	Poskytování r-AFIS IFR pro vrtulníky HEMS	60
6.4.1	Návrh RTC HEMS.....	60
6.5	Finanční analýza navrhovaného konceptu.....	61
6.6	Zhodnocení možnosti využití r-AFIS IFR pro HEMS	63
7	Diskuse.....	64
	Závěr.....	65
	Použité zdroje.....	67

Seznam tabulek.....	71
Seznam obrázků.....	72
Seznam příloh	73
Příloha 1 - Vertikální rozdělení vzdušného prostoru a pravidla létání v ČR.....	74
Příloha 2 – Prostředí aplikace ASZZ ČR.....	75
Příloha 3 – Zobrazení přiblížení PTZ kamery.....	76
Příloha 4 – Zobrazení výstupu infračervené kamery	77
Příloha 5 – Návěstní světlometka	78
Příloha 6 – Zobrazení údajů AWOS na displeji	79
Příloha 7 – Servisní místnost.....	80
Příloha 8 – Přepínání mezi letišti a rozdělení displejů.....	81
Příloha 9 – Finální výstup obrazu na displejích.....	82
Příloha 10 – Pokrytí území ČR vrtulníky HEMS	83

SEZNAM ZKRATEK

	Český název	Anglický název
ACC	Oblastní služba řízení	Area Control Centre
AČR	Armáda České republiky	-----
AFIS	Letištní letová informační služba	Aerodrome Flight Information Service
AFISO	Dispečer letištní letecké informační služby	Aerodrome Flight Information Service Officer
AIM	Letecká informační služba	Aeronautical Information Management
AIP	Letecká informační příručka	Aeronautical Information Publication
ALRS	Pohotovostní služba	Alerting Service
APP	Přibližovací služba řízení	Approach Control Service
ARP	Vztažný bod letiště	Aerodrome Reference Point
ATC	Řízení letového provozu	Air Traffic Control
ATCO	Řídící letového provozu	Air Traffic Controller
ATM	Uspořádání letového provozu	Air Traffic Management
ATS	Letové provozní služby	Air Traffic Services
ATSEP	Certifikovaný servisní personál	Air Traffic Safety Electronics Personnel
ATZ	Letištní provozní zóna	Aerodrom Traffic Zone
AWOS	Automatická meteorologická stanice	Automated Weather Observation System
CTA	Řízená oblast	Control Area
CTR	Řízený okresek	Control Zone
CWP	Pracoviště řídicího letového provozu	Controller Working Position
D	Nebezpečný prostor	Dangerous Area
DEL	-----	Delivery Clearance
DFS	Poskytovatel řízení letového provozu v Německu	Deutsche Flugsicherung
EASA	Evropská agentura pro bezpečnost letectví	European Aviation Safety Agency
EOSS	Elektrooptická rotující kamera	Electro-Optical Sensor Suite
FIC	Letové informační středisko	Flight Information Centre
FIR	Letová informační oblast	Flight Information Region
FOD	Neznámý objekt na provozní ploše	Foreign Object Debris
ft	Stopa	Feet
HD	Vysoké rozlišení	High Definition

HEMS	Vrtulníková letecké záchranná služba	Helicopter Emergency Medical Service
HZS	Hasičský záchranný sbor	-----
IAS	Indikovaná vzdušná rychlost	Indicated Air Speed
IATCC	Národní integrované středisko řízení letového provozu	Integrated Air Traffic Control Centre
IFR	Pravidla pro let podle přístrojů	Instrument Flight Rules
IMC	Meteorologické podmínky pro let podle přístrojů	Instrument Meteorological Conditions
IR	Infračervená kamera	Infrared Camera
IZS	Integrovaná záchranná služba	-----
kt	Uzel	Knot
LFV	Poskytovatel řízení letového provozu ve Švédsku	Luftfartsverket
LS PČR	Letecká služba Policie ČR	-----
Mbps	Megabit za vteřinu	Megabit per second
MCTR	Vojenský řízený okresek	Military Controlled Zone
MMO	-----	Multiple Mode of Operation
NM	Námořní míle	Nautical Mile
NOTAM	-----	Notice to Airmen
OTW	Panoramatický výhled z řídicí věže	Out the Tower Window
P	Zakázaný prostor	Prohibited Area
PANS-ATM	Postupy pro letové navigační služby - Uspořádání letového provozu	Procedures for Air Navigation Services - Air Traffic Management
PIB	Předletový informační bulletin	Pre-flight Information Bulletin
PinS	Bod v prostoru	Point-in-Space
PIP	Obraz v obraze	Picture-in-Picture
PTZ	-----	Pan-Tilt-Zoom
QNH	-----	Question Nil Height
R	Omezený prostor	Restricted Area
r-AFIS	Vzdálené poskytování letové letištní informační služby	Remote Aerodrome Flight Information Service
RAR	-----	Record and Replay
RCA	Vzdáleně řízené letiště	Remotely Controlled Airport
RDP	-----	Radar Data Processing and display
RDT	Digitální věž	Digital Tower
RMZ	Oblast s povinným rádiovým spojením	Radio Mandatory Zone

RTC	Vzdálené řídicí centrum	Remote Tower Centre
RTM	Vzdálený řídicí modul	Remote Tower Module
r-TWR	Vzdálená věž	Remote Tower
RWY	Vzletová a přistávací dráha	Runway
ŘLP ČR	Řízení letového provozu ČR	Czech Air Navigation Institute
SAR	Služba pátrání a záchrany	Search and Rescue Service
SESAR JU	-----	Single European Sky ATM Research Joint Undertaking
SLG	Návěstní světlometka	Signal Light Gun
SMO	-----	Single Mode of Operation
SMS	Systém řízení provozní bezpečnosti	Safety Management System
SSR	Odpovídač sekundárního radaru	Secondary Surveillance Radar
STA	Švédská dopravní agentura	Swedish Transport Agency
TMA	Koncová řízená oblast	Terminal Manouvering Area
TMZ	Oblast s povinným odpovídačem	Transponder Mandatory Zone
TRA	Dočasně rezervovaný prostor	Temporary Reserved Area
TWR	Letištní služba řízení	Tower (Aerodrome Control Service)
UAV	Bezpilotní letecký prostředek	Unmanned Aerial Vehicle
ÚCL	Úřad pro civilní letectví	-----
VFR	Pravidla pro let za viditelnosti	Visual Flight Rules
VMC	Meteorologické podmínky pro let za viditelnosti	Visual Meteorological Conditions
ZOS	Zdravotnické operační středisko	-----
ZPSL	Záchranná a požární služba letiště	-----
ZZS	Zdravotnická záchranná služba	-----

ÚVOD

V České republice se na všech letištích v neřízeném vzdušném prostoru poskytuje služba RADIO nebo AFIS. Služba RADIO byla ustanovena Úřadem pro civilní letectví jako reakce na vydání nařízení Evropské unie z roku 2011, které zařadilo AFIS do letových provozních služeb. Na službu AFIS tak vznikly vyšší požadavky, např. na odbornou způsobilost personálu a využívání systému řízení provozní bezpečnosti SMS. Po těchto změnách si v ČR službu AFIS nechalo certifikovat pouze sedm letišť. Ostatní letiště nebyla schopna vyhovět těmto požadavkům na certifikaci služby AFIS především z důvodu zvýšení provozních finančních nákladů, proto degradovala na nově ustanovenou službu RADIO, která se vymyká nařízení EU. Služba RADIO je však omezující tím, že ji nelze certifikovat pro lety podle přístrojů IFR, které jsou prováděny převážně za zhoršených meteorologických podmínek.

Snížením provozních nákladů letišť při poskytování AFIS by mohlo dojít k zavedení systému vzdálených věží (Remote Tower). Tento systém byl navržen tak, aby umožňoval poskytovat letištní službu řízení na dálku ze vzdáleného řídicího centra. Potřebné informace o provozu jsou získávány pomocí kamerového systému, mikrofonů, údajů z automatické meteorologické stanice a dalších systémů instalovaných na letišti. Tato data jsou posílána do vzdáleného řídicího centra pomocí datového spojení, kde jsou zobrazována na displejích v řídicím modulu. Odtud řídící letového provozu poskytuje letištní služby řízení na dálku. Hlavním přínosem tohoto systému je možnost poskytování letištní služby řízení až třem letišťům v daný moment a tím snížení nákladů na řídicí letového provozu.

Cílem této práce je zhodnotit možnosti využití systému Remote TWR pro neřízená letiště a pro heliporty v neřízeném vzdušném prostoru. Dále vytvořit konkrétní návrhy, analyzovat finanční aspekty a přínosy tohoto systému pro letiště a heliporty. Pro pochopení komplexnosti daného tématu jsou v práci nejprve definovány letové provozní služby se zaměřením na letištní letovou informační službu. Dále je vysvětlen systém vzdálených věží, jeho jednotlivé části, možnosti konfigurace, požadavky na certifikaci a finanční aspekty tohoto systému. V posledních dvou kapitolách jsou předloženy a zhodnoceny konkrétní návrhy poskytování služby AFIS za využití systému r-TWR pro letiště a heliporty v neřízeném vzdušném prostoru.

1 POSKYTOVÁNÍ LETOVÝCH PROVOZNÍCH SLUŽEB

Státy jsou povinny zajistit poskytování Letových provozních služeb (Air Traffic Services – ATS) pro území, nad kterým mají pravomoci. Tyto státy se pak musí sami rozhodnout, nad kterými částmi vzdušného prostoru budou poskytovat ATS. Každý stát je také povinný určit orgán, který bude za poskytování takových služeb odpovědný. Odpovědnost může být delegována na jiný stát nebo soukromý subjekt, který musí v předepsaném rozsahu publikovat informace, aby bylo možné tyto služby využívat. V České republice je nejvyšším státním výkonným správním orgánem pro civilní leteckou dopravu Ministerstvo dopravy. [23]

1.1 Letové provozní služby ATS

Orgán odpovědný za poskytování ATS v ČR je Řízení letového provozu ČR s. p. (dále jen ŘLP). Hlavní činností ŘLP je poskytování ATS, které má za úkol zabraňovat srážkám letadel ve vzduchu a na provozní ploše, udržovat efektivní (rychlý a ekonomicky co nejméně náročný) a plynulý chod letového provozu. Dále poskytovat posádce letadla další podpůrné rady a informace, které umožní bezpečný a účinný let. Také vyhledávat pátrání a povolávat záchranné služby a v případě nutnosti komunikovat s dalšími organizacemi či orgány. ATS jsou definovány v leteckém Předpisu L11 a dále se dělí na Řízení letového provozu, Letovou informační službu a Pohotovostní službu.

1.2 Služby řízení letového provozu ATC

Službu Řízení letového provozu (Air Traffic Control – ATC) poskytuje ŘLP, které sídlí ve středisku IATCC¹ Praha v Jenči u Prahy. Mezi základní úkoly ŘLP patří dle leteckého Předpisu L11 sběr informací o plánovaných a zamýšlených pohybech letadel, monitorování průběhu letů a vzájemné polohy známých letadel, vydávání letových povolení a udržování bezpečných rozstupů² mezi letadly. Dále také zabraňování srážkám na provozní ploše, poskytování meteorologických informací a informací o okolním provozu či údaje o stavu letiště k bezpečnému provádění letů a udržování rychlého toku letového provozu bez zbytečných zdržení. V případě potřeby komunikuje s ostatními stanovišti ŘLP a informuje další orgány o stavu letadla. Služby ATC poskytují Řídicí letového provozu (Air Traffic Controller – ATCO), dále jen řídící.

¹ Národní integrované středisko řízení letového provozu – Integrated Air Traffic Control Centre.

² Minimální vertikální rozstup pod letovou hladinou FL 290 (tj. 29 000 ft) je 300 m, nad touto hladinou je rozstup 600 m pokud nejsou aplikovány snížené minima vertikálních rozstupů. Minimální horizontální rozstup je rozdílný v závislosti na tom, zdali je letadlo v režimu přistání, vzletu nebo letí v letové hladině. V letové hladině se běžně udržuje horizontální rozstup na obě strany 3 NM a podélný rozstup 5 NM.

ATC je složeno ze tří základních částí:

Oblastní služba řízení (Area Control Centre – ACC)

Tato služba je v ČR poskytována Oblastním střediskem řízení letového provozu (ACC Praha), které je umístěno v již zmiňovaném IATCC Praha. Služba zajišťuje ATC v příslušné Řízené oblasti (Controlled Area – CTA) a typicky sahá od 300 metrů nad zemským povrchem až do letové hladiny FL 660. [37] Letové oblasti jsou rozděleny do jednotlivých sektorů tak, aby aktuální letový provoz byl rovnoměrně rozvržen mezi řídicí na jednotlivých stanovištích pro optimální pracovní zátěž. Sektory jsou rozděleny jak horizontálně, tak vertikálně. Služba ACC je poskytována v režimu 24/7.

Letištní služba řízení (Tower – TWR)

Služba TWR je poskytována z letištní řídicí věže a má za úkol řídit provoz letadel v Řízeném okrsku letiště (Control Zone – CTR), který zaujímá část vzdušného prostoru těsně kolem letiště. CTR slouží k ochraně provozu kolem letiště z důvodu větší koncentrace letadel. V ČR standardně sahá od povrchu země do nadmořské výšky 1500 m. [25] TWR dále řídí provoz na Vzletové a přistávací dráze (Runway – RWY). Na větších a vytížených letištích je zřízena doplňková služba Ground Control, která z letištní řídicí věže řídí pohyby letadel (i ostatních vozidel) na pojezdových drahách. Bývá zde také přidružena služba Delivery Clearance (DEL), která povoluje let dle podaného plánu. DEL poté předává letadlo službě Ground Control a ta potom na Tower v případě odletu. Při přiletu je to v opačném pořadí, avšak proces končí u služby Ground Control.

Přibližovací služba řízení (Approach – APP)

Úlohou této služby je řídit provoz letadel v Koncové řízené oblasti (Terminal Manouvering Area – TMA), která je nad okrskem CTR. Přibližovací služba řízení udržuje rozstupy a řadí vstupující letadla z různých směrů do TMA mířících na letiště za sebou v ose vzletové a přistávací dráhy. Stará se o jejich bezpečné přiblížení na letiště. Řídí i odlétávající letadla z letiště, která letí skrze TMA. V ČR má službu APP každé řízené letiště kromě Kunovic (LKKU).

1.2.1 Letová informační služba FIS

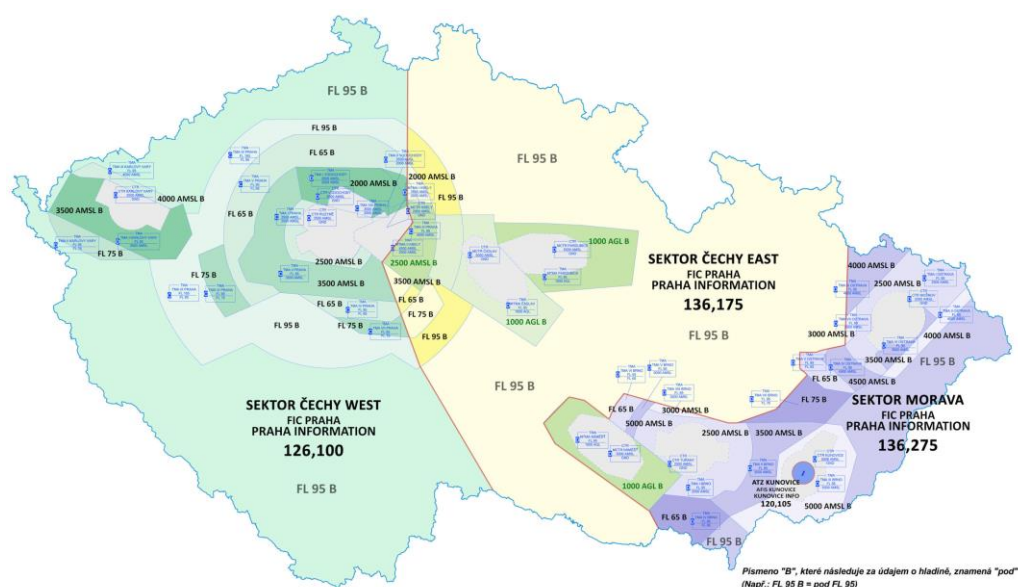
Letová informační služba (Flight Information Service – FIS) má za úkol poskytovat rady a informace k bezpečnému a účinnému provádění letů. Poskytuje tedy informace o známém provozu letadel, o meteorologických podmínkách na trati a na letištích, stavu letišť a letištních zařízení a také o využívání rezervovaných, vyhrazených a omezených prostor.

FIS také poskytuje informace o NOTAMech³ a Předletových informačních bulletinech (PIB⁴). [34] Za službu FIS je odpovědné ŘLP a poskytují ji dispečeri.

FIS je poskytována v celém vzdušném prostoru ČR, který je označován jako Letová informační oblast, tj. FIR Praha (Flight Information Region – FIR), který sahá od povrchu země až do FL 660. [37]

FIS je poskytována řízeným letům⁵ a letům v blízkosti řízených letišť⁶ spolu se službou ATC a pohotovostní službou řídicími z příslušných stanovišť ATC.

Pro neřízené lety VFR⁷ (Visual Flight Rules) je FIS a ALRS poskytována Letovým informačním střediskem FIC Praha (Flight Information Centre – FIC) v celém prostoru FIR Praha na třech provozních frekvencích pro sektory Čechy West (126,1 MHz), Čechy East (136,175 MHz) a Morava (136,275 MHz) viz Obrázek 1. Neřízeným letům se FIS poskytuje pouze na vyžádání. [36]



Obrázek 1 Rozdělení FIR Praha. Zdroj: [36]

³ NOTAM – Notice To Airmen je oznámení, které obsahuje informace o změně stavu zařízení, služby, postupů či nebezpečí pro letový provoz. Obvykle se jedná o dočasné události (např. uzavření dráhy na letišti, nepublikované omezené prostory, výsadková činnost apod.), o kterých nenajdeme informace v leteckých předpisech a mapách. [24]

⁴ Předletový informační bulletin (Preflight Information Bulletin – PIB) je výběr platných NOTAMů vydávaných k závislosti na FIR, letové trati nebo letišti. [35]

⁵ Řízený let je let, který je předmětem letového povolení. Posádka musí udržovat spojení s ATC a řídit se jejími pokyny.

⁶ Na řízených letištích je poskytována služba řízení letového provozu.

⁷ Let VFR je prováděn v souladu s pravidly pro let za viditelnosti dle Předpisu L2. Let VFR může být proveden ve dne i v noci.

Specifickým typem služby FIS je Letištní letová informační služba (Aerodrome Flight Information Service – AFIS), poskytována na AFIS neřízených letištích. Za poskytování této služby je odpovědný provozovatel letiště a je poskytována dispečery.

1.2.2 Pohotovostní služba ALRS

Pohotovostní služba (Alerting Service – ALRS) je poskytována za účelem předávání informací o letadlech příslušných organizacím, kterým se má poskytnout služba Pátrání a záchrany (Search and Rescue Service – SAR) ve spolupráci se Záchraným koordináčním střediskem. Jak již bylo zmíněno, pohotovostní služba je poskytována buď přes ATC nebo přes FIC Praha. Řídící ATC či FIS dispečer se snaží pomoci letadlu v nouzi (např. navigovat bloudící letadlo, najít nejbližší vhodné letiště při nedostatku paliva apod.).
[35]

Pohotovostní služba vyhláší tři stavy dle závažnosti: Údobí nejistoty, Údobí pohotovosti, Údobí tísně podle pravidel Předpisu L11 Hlava 5.

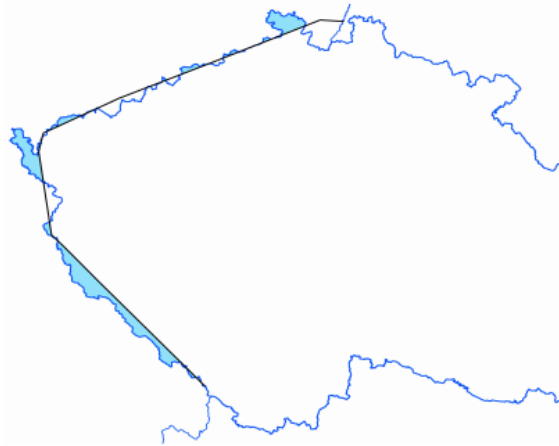
1.3 Uspořádání vzdušného prostoru

Vzdušný prostor je možné dělit na základě rozsahu poskytovaných ATS, omezení prostorů, povinného vybavení, požadavcích na spojení apod.

1.3.1 Dělení vzdušných prostorů

Dle Předpisu L11 jsou vzdušné prostory označovány následujícím způsobem:

Letová informační oblast (Flight Information Region – FIR) je část vzdušného prostoru, pro kterou bylo rozhodnuto, kde se poskytuje FIS a pohotovostní služba. V ČR je pouze jeden FIR, tj. FIR Praha, který sahá vertikálně od povrchu země až do FL 660 a horizontálně pokrývá celý vzdušný prostor ČR, jenž nemusí být striktně vymezen vůči státním hranicím. Velikost tohoto prostoru je přizpůsobena na základě dohod sousedních států tak, aby ho efektivně vykrývala pro optimální poskytování ATS (příklad delegace ATS viz Obrázek 2).



Obrázek 2 Delegování ATS na Německé řízení letového provozu. Zdroj: [32]

Řízená oblast (Control Area – CTA) je část vzdušného prostoru (součást FIRu), kde se poskytuje služba ATC, FIS a ALRS. Spodní hranice CTA musí být stanovena minimálně ve výšce 200 m (700 ft) nad povrchem země. V ČR je celkem pět CTA oblastí, tj. CTA 1 Praha, CTA 2 Praha (navazuje na CTA 1 Praha ve výšce FL 125 až FL 660), CTA Brno, CTA Ostrava a CTA Karlovy Vary. Všechny oblasti kromě CTA 2 Praha mají spodní hranici ve výšce 1000 ft (305 m, tj. na horní hranici vzdušného prostoru třídy G) a horní hranici FL 125. Informace o CTA jsou k dispozici v AIPech⁸ jednotlivých států. [23, 37]

Řízený okrsek (Control Zone – CTR) je část vzdušného prostoru, kde se poskytuje služba ATC, FIS a ALRS. CTR je zřizováno v okolí letišť pro ochranu letištního provozu (pro letadla přilétající, odlétající a vyčkávající). Horizontální hranice CTR musí být větší než 5 NM⁹ (9,3 km) od středu letiště ve směru, ze kterého se provádí přiblížení. Pokud se CTR nachází uvnitř CTA, musí být vertikální hranice CTR minimálně pod spodní hranicí CTA (může být stanovena i nad spodní hranice CTA). Pokud se nenachází uvnitř CTA, výška musí být stanovena. Pokud jsou dvě letiště v těsné blízkosti, může jeden CTR zahrnovat obě letiště. [23]

V ČR je celkem deset CTR okrsků, z toho šest civilních a čtyři vojenské (Praha/Ruzyně, Brno/Tuřany, Ostrava/Mošnov, Karlovy Vary, Kunovice, Vodochody, Čáslav, Pardubice, Kbely a Náměšť). Vojenské řízené okrsky jsou označovány MCTR (Military Controlled Zone).

⁸ AIP – Aeronautical Information Publication je Letecká informační příručka, vydávaná Leteckou informační službou (Aeronautical Information Management – AIM). Letecká informační příručka slouží pro publikování (dočasných) informací.

⁹ NM – Nautical Mile je námořní míle. 1 NM je 1,852 km.

Koncová řízená oblast (Terminal Control Area – TMA) je obvykle stanovena v místě, kde se letové tratě sbíhají v blízkosti letiště či letišť. TMA slouží k ochraně letů IFR¹⁰ přilétajících či odlétajících z řízeného letiště a je obvykle poskytována z přibližovacího stanoviště řízení APP. Kolem jednoho letiště bývá několik TMA v různém horizontálním a vertikálním dělení. V ČR hranice TMA sahá nejčastěji od 1000 až 2500 ft nad mořem (305 až 762 m) a může sahat až do letové hladiny FL 165. [23] Ve FIRu Praha je TMA v okolí pěti civilních letišť (Praha, Brno, Ostrava, Karlovy Vary a Vodochody) a kolem čtyř vojenských letišť (Čáslav, Pardubice, Náměšť a Kbely).

Dále jsou vzdušné prostory děleny na zakázané, omezené, nebezpečné, dočasně vyhrazené a dočasné rezervované.

Zakázaný prostor (Prohibited Area – P) je vymezená část vzdušného prostoru, kde nesmí probíhat let. Slouží primárně k ochraně pozemních staveb (památky, jaderné elektrárny, sklady s nebezpečnými materiály apod.). V ČR je to například zakázaný prostor s označením LKP1 Pražský Hrad (vymezen kružnicí v poloměru 0,6 NM od povrchu země do 5000 ft AMSL), LKP2 Temelín, LKP9 Dukovany, LKP11 Neratovice (chemická továrna). Do tohoto prostoru je povolen vstup za předpokladu plnění úkolu a časové tísně pro policejní lety, lety pátrání a záchrany, lety Letecké záchranné služby (LZS) a lety provádějící hasičské činnosti. [33]

Omezený prostor (Restricted Area – R) je zřizován za účelem ochrany odlišné činnosti od letového provozu. Je obvykle vymezen nad oblastmi s citlivou faunou (národní parky). Mimo zvláštní případy (lety LZS, lety pátrání a záchrany apod.) lze požádat o povolení Úřad pro civilní letectví (dále jen ÚCL) minimálně 30 dní s předstihem. V ČR je celkem pět omezených prostorů: LKR1 Šumava, LKR2 České Švýcarsko, LKR3 KRNAP, LKR4 Podyjí a specifický LKR9 Praha (povolen vstup státním letadlům, ověřovacím letům ŘLP, letům provádějícím vzlety, přiblížení, přílety a odlety z Letiště Václava Havla Praha (LKPR), letiště Praha Vodochody (LKVO), letiště Karlovy Vary (LKLT) a z vojenského letiště Praha-Kbely (LKKB). [33, 37]

Nebezpečný prostor (Danger Area – D) je část vzdušného prostoru, který slouží k ochraně letadel. Tyto prostory jsou vymezeny nad objekty, nad kterými není bezpečné proletět, např. nad objekty vypouštějícími nebezpečné plyny (hrozí nebezpečí výbuchu), nad objekty likvidujícími výbušniny apod. Je na pilotovi, zda na vlastní odpovědnost do takového prostoru vstoupí s tím, že je doporučeno se nebezpečnému prostoru vyhnout.

¹⁰ Let IFR (Instrument Flight Rules) je prováděn v souladu s pravidly pro let podle přístrojů dle Předpisu L2.

Přehled a podrobnosti o nebezpečných prostorech (i výše zmíněných prostorech) jsou uvedeny v AIPu. [33]

Dočasně vyhrazený prostor (Temporary Segregated Area – TSA) je dočasně vyhrazen pro využívání pouze jedné složky letectví s tím, že průlet jinému provozu nebude povolen. TSA obvykle slouží k vojenským účelům (oddělení tohoto prostoru od civilního provozu). Vstup do TSA je zakázán, pokud je aktivován. [37]

Dočasně rezervovaný prostor (Temporary Reserved Area – TRA) slouží k oddělení vojenské letecké aktivity, která se provádí odlišnými pravidly, než je běžné. Při aktivaci je vstup zakázán (lze zažádat o povolení k vstupu při mimořádných událostech). [37]

Dělení dle požadavků na spojení a činnosti odpovídačů sekundárního radaru (Secondary Surveillance Radar – SSR).

Oblast s povinným rádiovým spojením (Radio Mandatory Zone – RMZ) je stanovený vzdušný prostor, ve kterém všechna letadla musí být vybavena radiostanicí. Před vstupem do této oblasti musí pilot kontaktovat příslušnou stanici, sdělit volací znak, typ letadla, svoji polohu, letovou hladinu, záměr letu apod. Po vstupu do této oblasti musí pilot nepřetržitě monitorovat hlasovou komunikaci letadlo-země a v případě nutnosti navázat obousměrné spojení na dané frekvenci pro tuto oblast. [37] Dle předpisu L11 Dodatek N by měla být RMZ „konstruována tak, aby trať přiblížení i nezdařeného přiblížení byla vždy uvnitř této RMZ, horizontálně vzdálena od jejích hranic minimálně 1NM (1,852 km) a vertikálně 500 ft“.

Oblast s povinným odpovídačem (Transponder Mandatory Zone – TMZ) je část vzdušného prostoru, kde letadlo musí být vybaveno odpovídačem SSR schopným provozu módu A a C nebo S, který dokáže hlásit tlakovou nadmořskou výšku. [37]

1.3.2 Klasifikace tříd vzdušných prostorů

Vzdušné prostory jsou klasifikovány také na základě tříd. Celkem existuje sedm tříd vzdušných prostorů označovaných od A po G (od nejrestriktivnějších po méně omezující). V ČR jsou stanoveny čtyři třídy vzdušných prostorů. Tři z nich (C, D, E) jsou řízené vzdušné prostory, kde se poskytuje služba ATC v předepsaném rozsahu. Pro lety VFR ve třídě E není zapotřebí letového povolení ani udržování obousměrného spojení s ATC. Vzdušný prostor klasifikovaný jako třída G je neřízený vzdušný prostor, kde se poskytuje jen FIS a ALRS příslušnými stanovišti. [37]

Třída C

V této třídě jsou povoleny lety IFR i VFR, které podléhají letovému povolení a je vyžadováno stálé hlasové spojení letadlo-země. Všem letům se poskytuje služba ATC a letům IFR se zajišťují rozstupy vůči IFR i VFR. Pro lety VFR se zajišťují rozstupy od IFR letů a zároveň VFR letům jsou poskytovány informace o provozu jiných letů VFR. Pro VFR je omezena rychlost letu na 250 kt¹¹ indikované vzdušné rychlosti IAS¹² ve výšce pod FL 100 (10 000 ft / 3 048 m) nad střední hladinou moře (s výjimkou povolení ÚCL pro letadla, která nemohou z technických nebo bezpečnostních důvodů takové rychlosti dosáhnout). Vzdušný prostor třídy C je v ČR ustanoven pro TMA PRAHA, CTA PRAHA, CTA BRNO a CTA OSTRAVA nad FL 95 do FL 660 (vzdušný prostor nad FL 195 musí být vždy klasifikován jako vzdušný prostor třídy C). [23, 37]

Třída D

Zde jsou jako u třídy C povoleny lety IFR i VFR, které podléhají letovému povolení a je vyžadováno stálé hlasové spojení letadlo-země. Všem letům se poskytuje služba ATC a letům IFR se zajišťují rozstupy vůči IFR a jsou jim poskytovány informace o provozu VFR. Letům VFR se poskytují informace o provozu všech ostatních letů. Pro VFR je omezena rychlost letu na 250 kt indikované vzdušné rychlosti IAS ve výšce pod FL 100 nad střední hladinou moře (s výjimkou povolení ÚCL pro letadla, která nemohou z technických nebo bezpečnostních důvodů takové rychlosti dosáhnout). Vzdušný prostor třídy D je v ČR ustanoven ve všech CTR a TMA s výjimkou TMA PRAHA (třída C). [23, 37]

Třída E

V této třídě jsou povoleny lety IFR i VFR. Lety IFR podléhají letovému povolení a je od nich vyžadováno stálé hlasové spojení letadlo-země. Poskytuje se jim služba řízení letového provozu a zajišťují rozstupy vůči jiným IFR letům. IFR i VFR letům jsou poskytovány informace o provozu, pokud je to proveditelné. Pro všechny lety je omezena rychlost letu na 250 kt indikované vzdušné rychlosti IAS ve výšce pod FL 100 nad střední hladinou moře (s výjimkou povolení ÚCL pro letadla, která nemohou z technických nebo bezpečnostních důvodů takové rychlosti dosáhnout). Vzdušný prostor třídy D je v ČR ustanoven mimo CTR a TMA nad 1000 ft na povrchem země do letové hladiny FL 95 včetně. [23, 37]

¹¹ KT – Knot je jednotka rychlosti uzel. 1 kt je 1,852 km/h. Rychlost 250 kt je 463 km/h.

¹² IAS – Indicated Air Speed je indikovaná vzdušná rychlost letadla vůči mase vzduchu na rychloměru.

Třída G

V této třídě jsou povoleny lety VFR bez nutnosti letového povolení. Všem těmto letům se na vyžádání poskytuje FIS, proto musí být schopné navázat hlasové spojení letadlo-země. Pro všechny lety je omezena rychlost letu na 250 kt indikované vzdušné rychlosti IAS nad střední hladinou moře (s výjimkou povolení ÚCL pro letadla, která nemohou z technických nebo bezpečnostních důvodů takové rychlosti dosáhnout).

Lety VFR mohou létat ve třídě G za stanovených Meteorologických podmínek pro let za viditelnosti¹³ (Visual Meteorological Conditions – VMC). Podmínka VMC pro lety za dne pro třídu G je letová dohlednost minimálně 1 500 m (pro vrtulníky 800 m) mimo oblačnost za stálé dohlednosti země při nepřesážení rychlosti 140 kt IAS. Existují zvláštní případy, kdy lze provádět lety pod minimální podmínky VMC, např. lety při poskytování záchranné lékařské péče, pátrací a záchranné práce, hašení požárů apod. [23, 37]

Přehledové schéma dělení vzdušného prostoru v ČR viz Příloha 1.

1.4 Poskytování ATS na řízených a neřízených letištích

Řízená letiště jsou letiště, kde jsou poskytovány služby ATC (TWR, APP), jelikož zde převládá provoz letů IFR. Pro takové situace služba ATC používá přehledové a radionavigační systémy, které slouží pro určení a sledování přesné polohy letadla, což umožňuje řídicím navádět letadla po trati až do sestupové roviny na přiblížení na letiště. Dále se využívají vizuální navigační prostředky (např. přibližovací, okruhové a naváděcí světelné soustavy). [23]

Neřízená letiště jsou letiště, kde se neposkytují ATC. Jsou zde především uskutečňovány lety VFR za podmínek VMC ve dne, případně v noci, pokud disponuje letiště příslušnou certifikací. Neřízená letiště jsou rozdělena na letiště bez ATS a AFIS letiště. Na AFIS letištích je poskytována služba AFIS včetně ALRS známému provozu. Na letištích bez ATS, kde se neposkytuje služba AFIS, se poskytují pouze informace známému provozu v omezeném rozsahu označované jako služba RADIO.

¹³ VMC jsou dle předpisu L2 „Meteorologické podmínky vyjádřené dohledností, vzdáleností od oblačnosti a výškou základny nejnižší význačné oblačné vrstvy, které jsou stejné nebo lepší než předepsaná minima“.

Služba AFIS i RADIO jsou poskytovány kromě neřízených letišť také v Letištní provozní zóně (ATZ) a musí být poskytovány v následujících případech dle Předpisu L11:

- v publikované provozní době letiště,
- při probíhající letecké činnosti v noci,
- při probíhajícím výcviku pro získání leteckého průkazu,
- pokud jsou na letišti prováděny výsadky,
- pokud jsou na letišti prováděny vzlety pomocí navijáku (aerovlek),
- při pořádání veřejného leteckého vystoupení nebo letecké soutěže.

Na jednom letišti může být poskytována služba ATC, AFIS nebo RADIO, ale pouze jedna může být dle Předpisu L11 aktivní v daný moment.

1.5 Poskytování ATS na heliportech

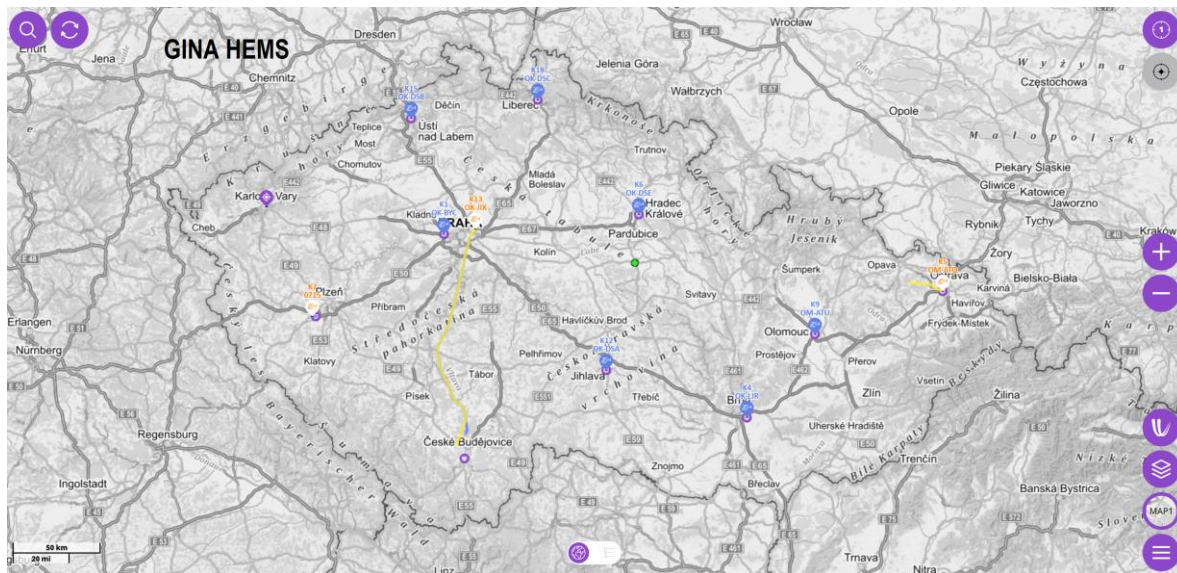
Služby ATS mohou být poskytovány i na heliportech. V ČR k 5/2021 jsou heliporty pouze pro lety VFR. ÚCL však může schválit i provoz heliportů pro lety IFR [31].

V ČR jsou dvě kategorie heliportů s provozem VFR, tj. neveřejné vnitrostátní a heliporty pouze pro účely Vrtulníkové letecké záchranné služby (Helicopter Emergency Medical Service – HEMS).

Použití neveřejných heliportů (kterých je celkem 10) je možné pouze se souhlasem provozovatele a na vyžádání většinou 12 až 24 hodin předem. Neveřejné heliporty nedisponují vlastní službou RADIO kromě heliportu Chotouň (LKCO). [39] Pokud se heliport nachází v řízeném vzdušném prostoru (např. Přední Kopanina LKPP), vrtulník musí požádat a získat letové povolení pro vzlet a přistání.

Heliporty HEMS se dělí na pracovní, které nejsou vybaveny provozním zázemím a základní, které jsou vybaveny provozním zázemím pro obsluhu vrtulníků. [26] Poskytování ATS na heliportech HEMS je spíše výjimkou (když se heliport nachází v CTR apod.). Koordinace heliportů a vrtulníků HEMS probíhá v rámci komunikace Zdravotnických operačních středisek (ZOS) jednotlivých krajů. Každé Krajské zdravotnické operační středisko (celkem 14 krajů) disponuje aplikací Asociace zdravotnických záchranných služeb ČR (AZZS ČR) a má přehled o aktuální poloze všech vrtulníků HEMS (prostředí aplikace viz Příloha 2). Každý pilot HEMS a záchranář ZZS ve službě má rovněž možnost sledovat aktuální informace o provozu pomocí aplikace GINA HEMS viz Obrázek 3. [28, 48]

Koordinace vrtulníků HEMS v místě zásahu (např. při hromadné nehodě), ale i při běžném provozu pak probíhá na vyčleněné jednotné komunikační frekvenci 135,46 MHz pro spolupracující vrtulníky Integrované záchranné služby (IZS) viz VFR příručka část 2.10.3.



Obrázek 3 Prostorů aplikace GINA HEMS. Zdroj: [48]

2 LETIŠTNÍ LETOVÁ INFORMAČNÍ SLUŽBA AFIS

Letištní letová informační služba poskytuje informace o známém provozu na AFIS neřízených letištích a heliportech a v Letištní provozní zóně (Aerodrome Traffic Zone – ATZ) daného letiště. ATZ sahá ze Vztažného bodu letiště¹⁴ (Aerodrome Reference Point – ARP) o poloměru 3NM (5,5 km) a od zemského povrchu až po nadmořskou výšku 4000 ft (1220 m), pokud není stanoveno jinak. [38]

Služba AFIS je poskytována ze stanoviště AFIS, které by mělo být vhodně umístěno na letišti tak, aby mohl AFIS dispečer (Aerodrome Flight Information Service Officer – AFISO) vizuálně sledovat provoz na provozní ploše a v blízkosti letiště (prostor pro vzlety, přiblížení a letištní okruh). Služba AFIS také poskytuje pohotovostní službu. Provozní doba AFIS musí být stanovena a publikována letištěm (nebo může být poskytována v jiné době na základě dohody s provozovatelem letiště). Mimo provozní dobu musí být AFIS poskytován v případě, že [23]:

- probíhá na letišti letový výcvik pro získání průkazu způsobilosti;
- jsou na letišti prováděny výsadky;
- jsou na letišti prováděny vzlety pomocí navijáku;
- jsou prováděny letecké činnosti v noci;
- probíhá na letišti současně místní činnost více než dvou letadel, přičemž aerovlek je považován v této souvislosti za jedno letadlo;
- je na letišti pořádáno letecké veřejné vystoupení nebo letecká soutěž.

Služba AFIS může být poskytována pro lety VFR i IFR. Avšak pro lety IFR platí přísnější pravidla a pro AFIS dispečery je nutné mít kvalifikační certifikaci pro IFR (v ČR momentálně není letiště, které by mělo certifikaci AFIS IFR). Mezi tyto pravidla patří mimo jiné povinnost, aby technické vybavení bylo spravováno Certifikovaným servisním personálem (Air Traffic Safety Electronics Personnel – ATSEP). [23]

V případě AFIS IFR musí být aktivována oblast s povinným radiovým spojením (RMZ). Při vstupu do ATZ nebo RMZ je pilot povinen se ohlásit středisku AFIS a sdělit dispečerovi plánovaný pohyb. Volací znak stanoviště AFIS je „název místa provozování“ + INFO. V ČR je k 5/2021 je pouze jedno stanoviště AFIS na letišti v Kunovicích s volacím znakem Kunovice INFO, které je na frekvenci 102,105 MHz. Služba AFIS na heliportu v ČR dosud nebyla zavedena.

¹⁴ Vztažný bod letiště je zeměpisná poloha geometrického středu dráhy letiště.

2.1 Pravomoci a povinnosti dispečera AFIS

Hlavním cílem služby AFIS je předávat informace známému provozu o letišti, stavu vzletové a přistávací dráhy, případných překážkách na letišti a v jeho blízkosti, druhu provozu a meteorologických podmínkách tak, aby došlo k efektivnímu a bezpečnému toku letadel na neřízeném letišti a v jeho provozní zóně letiště. [36]

Dispečer AFIS předává veškeré informace přes rádiovou stanici, avšak není oprávněn vydávat letová povolení. Piloti jsou odpovědní za udržování rozstupů na neřízených letištích a v zónách ATZ (a aktivovaných zónách RMZ). Dispečer může vydávat výstrahy, příkazy a zákazy. Výstraha se vydává jako preventivní upozornění na bezprostřední hrozící nebezpečí pro letový provoz, např. nebezpečí srážky s letadlem, padákem, při náhlém zhoršení meteorologických podmínek, vzniklé překážky na letišti (např. výskyt ptactva) a nebezpečný stav letadla (např. zasunutý podvozek při přistání, kouř z letadla). V případě, kdy je nutné odvrátit bezprostředně hrozící nebezpečí, může dispečer vydat příkaz pro zabránění incidentu nebo letecké nehody. Pilot je povinen poslechnout příkazu za podmínky, že nebude ovlivněna bezpečnost letu. Stane-li se na letišti incident nebo nehoda (nebo jiná událost ohrožující provoz), má dispečer pravomoc zastavit provoz na letišti na dobu nezbytně nutnou.

Před tím, než dispečer zahájí službu AFIS, se musí seznámit se skutečnostmi o provozní situaci, stavem letiště a jeho zařízením, počasím a dalšími informacemi, které jsou důležité a mohou mít vliv na poskytování služby AFIS. Dispečer se stává odpovědným, jakmile podepíše převzetí služby AFIS v provozním deníku. Pokud dispečer přebírá službu od jiného dispečera, který vykonával službu před ním, musí mu předat veškeré důležité informace.

Dispečer AFIS je odpovědný za výkon následujících činností [23]:

- Řízení provozu na provozních plochách letiště,
dispečer AFIS povoluje pohyb osob, vozidel a tažných letadel po provozních plochách.
- Poskytování informací známému provozu,
dispečer AFIS musí udržovat přehled o provozu na letišti a v jeho blízkosti a na základě toho sdílet tyto informace s letadly (informace o vzájemné poloze), koordinovat a určovat pořadí letadel na přistání a odlet, řídit pohyb vozidel a osob po provozních plochách letiště, informovat piloty o výskytu specifického druhu

provozu na letišti a v ATZ zóně (aerovleky¹⁵, akrobacie, výsadky, zkušební lety, lety kluzáků apod).

▪ Poskytování informací o letišti.

dispečer AFIS musí sledovat stav letiště a letištních zařízení a informovat posádky o podmínkách (rozmoklá či zkrácená dráha, uzavřená část na provozní ploše, nefunkční zařízení apod), podávat informace o dráze v používání a směru letištního okruhu¹⁶ a neobvyklých překážkách na letišti. Na vyžádání podávat informace o délce, šířce, únosnosti, sklonu, vztažného bodu, nadmořské výšce letiště apod.

▪ Poskytování informací o meteorologických podmínkách.

dispečer AFIS je povinen podávat informace o teplotě vzduchu (jen pro turbínová letadla), QNH¹⁷ tlaku letiště, směru a rychlosti větru (ve stupních a uzlech), informace o bouřkách, krupobití a mlze. Zaznamenává přijaté informace o počasí (střih větru, turbulence a další nebezpečné jevy) od letadel a sdílí je ostatním letadlům. Pro lety IFR předává informace o spodní základně oblačnosti¹⁸. Na vyžádání podává všechny dostupné informace o počasí na plánované trati letadel či cílovém nebo jiném letišti, pokud je to proveditelné.

▪ Komunikování s ostatními středisky.

dispečer AFIS má za povinnost koordinovat poskytování informační a pohotovostní služby s ostatními středisky ATS a ohlašovat porušení leteckých předpisů na příslušné orgány.

▪ Poskytování pohotovostní služby.

dispečer AFIS musí zajistit poskytování pohotovostní služby všem letadlům, kterým poskytuje AFIS a dalším známým letadlům, pokud je to proveditelné. V případě letecké nehody či nouzové situace dispečer musí kontaktovat Záchranou a požární službu letiště (ZPSL) nebo Hasičský záchranný sbor (HZS) a Zdravotnickou záchrannou službu (ZZS) po telefonické síti nebo síti mobilního operátora. Pokud je to nápomocné, kontaktuje další místní organizace a osoby, které by mohly poskytnout pomoc.

¹⁵ Aerovlek je metoda pro vzlety bezmotorových letadel tažených pomocí lana motorovými letadly.

¹⁶ Letištní okruh je pomyslná dráha kolem letiště ve tvaru obdélníku, která je zřízena z důvodu vyšší koncentrace letadel kolem letiště. Slouží pro řazení letadel na přiblížení.

¹⁷ QNH – Question Nil Height je atmosférický tlak přepočtený na střední hladinu moře za podmínek standardní atmosféry.

¹⁸ Spodní základna oblačnosti je termín označující vzdálenost spodní hranice oblaků od zemského povrchu.

- Vedení provozních záznamů.
dispečer AFIS vede předepsanou provozní dokumentaci (provozní deník a evidenci vzletů a přistání). Je povinností uchovávat provozní záznamy po dobu tří let a v případě vyšetřování incidentu či nehody poskytnout potřebnou dokumentaci.
- Reagovat na neznámý provoz a letadla bez spojení.

Dispečer AFIS musí být držitelem průkazu způsobilosti AFIS dispečera, který je platný pouze v kombinaci s průkazem radiotelefonisty letecké pohyblivé služby.

Existují dva typy průkazů způsobilosti dispečera AFIS:

- **D AFIS** opravňuje k poskytování služby AFIS pro známá letadla na letišti a v jeho ATZ zóně za podmínek pro lety VFR. Platnost průkazu jsou tři roky.
- **D AFIS/IFR** opravňuje k poskytování služby AFIS pro známá letadla na letišti a v jeho ATZ a RMZ zóně za podmínek pro lety IFR. Platnost průkazu jsou tři roky.

Průkaz způsobilosti je platný pouze pro letiště, kde dispečer absolvoval výcvik pro místní doložku. Může být uděleno více místních doložek k jednomu průkazu způsobilosti. Na mezinárodních letištích je v jejich provozní době nutné, aby dispečer měl i doložku jazykových dovedností alespoň Provozní úrovně (úroveň 4) dle Předpisu L1. [50] Pravidla pro udělování průkazů způsobilosti pro dispečery AFIS jsou v dokumentu ÚCL směrnice 211.

2.2 Stanoviště AFIS na neřízeném letišti

Jak již bylo zmíněno, stanoviště AFIS by mělo být situováno na letišti tak, aby měl dispečer co nejlepší výhled na prostor letiště a letištní okruh. Služba AFIS je poskytována v provozní době letiště, mimo tuto dobu na vyžádání a v dalších případech viz strana 23.

2.2.1 Vedoucí stanoviště AFIS

Vedoucí stanoviště AFIS je podřízený odpovědnému zástupci letových služeb letiště a nadřízený dispečerovi AFIS.

Hlavním úkolem vedoucího stanoviště je organizace služby AFIS a pohotovostní služby na letišti a v ATZ (případně RMZ). Musí také zpracovávat dokumentaci pro činnost stanoviště, tvořit metodiku práce, koordinovat činnosti letiště s dalšími organizacemi, projednávat koordinační návrhy a jiné dohody pro spolupráci, organizovat školení, výcvik a přezkušování personálu. Vedoucí stanoviště také odpovídá za používání vybavení, za jeho technický stav

v souladu s legislativou a provádění kontrol a zápisu do provozního deníku. Dále musí zajistit efektivní spolupráci se sousedními stanovišti ATS v rámci koordinačních dohod. Pokud jsou tato stanoviště v prostorách třídy C a D, musí s nimi uzavřít koordinační dohodu upravující vzájemnou spolupráci a koordinaci letů. [23]

2.2.2 Vybavení stanoviště AFIS

Každé stanoviště AFIS musí být povinně vybaveno dle Předpisu L11 Dodatku N hlavní a záložní radiovou stanicí letecké pohyblivé služby, meteorologickým vybavením pro určení směru větru, tlaku QNH, teploty a určování přízemní dohlednosti. Pokud je letiště certifikováno pro IFR, musí být vybaveno zařízením pro měření spodní základny oblačnosti. Dále zařízením pro ovládání a monitorování světelného zabezpečovacího pozemního zařízení (pro AFIS VFR noc), zařízením pro záznam radiotelefonní korespondence a telefonních hovorů. Stanoviště je také vybaveno dalekohledem, mapami, elektronickým zařízením s vhodným připojením umožňujícím získávat informace i mimo letištní meteorologický systém a dalšími prostředky dle Předpisu L11 Dodatek N.

Dispečer AFIS musí mít při výkonu své služby k dispozici také letecké Předpisy L 2, L 3, L 11 až 15, L 4444, Leteckou informační příručku (AIP), VFR příručku, letecké oběžníky a platná oznámení NOTAM vztahující se k danému letišti, ATZ nebo RMZ. [23]

2.3 Vývoj služby AFIS na neřízených letištích v ČR

Do roku 2011 se na letištích v ČR poskytovala buď služba ATC nebo AFIS. Téhož roku v říjnu 2011 vydala Evropská unie nařízení 1035/2011. Toto nařízení zařadilo služby AFIS do ATS. Provozovatelé letišť, kteří si chtěli službu AFIS ponechat, museli tak splnit všechny požadavky a projít certifikačním procesem.

Mezi základní předpoklady provozovatele AFIS je kvalita provozní a technické způsobilosti, nutnost využívání Systému řízení provozní bezpečnosti (Safety Management System – SMS), odborná způsobilost personálu a další. V praxi to znamená např. pořizování záznamu komunikace dispečera s piloty, udržování alespoň jednoho zaměstnance pouze na administrativní práce a povinnost dispečerů AFIS mít oprávnění s doložkou na příslušné letiště. Pro zachování této doložky musí dispečer službu AFIS na daném stanovišti pravidelně vykonávat. Z toho vyplývá poměrně významný nárůst kmenových zaměstnanců, aby stanoviště dokázalo kontinuálně fungovat i z hlediska zákoníku práce, tj. dovolené a nepřítomnosti z jiných důvodů. [4]

Tyto požadavky měly za následek zvýšení administrativní a personální náročnosti, a tedy i zvýšení nákladů, které si málo frekventovaná letiště nemohla dovolit. Aby tyto letiště nemusela zaniknout, ÚCL na to reagovalo změnou Předpisu L11 a vznikem Dodatku S. Tyto změny ustanovily službu RADIO, která se v mnohých aspektech podobá službě AFIS. Služba RADIO umožňuje poskytovat informace známému provozu na neřízených letištích, ale vymyká se přísným požadavkům Evropské unie. [54]

Po legislativních změnách si AFIS (VFR) certifikovalo celkem sedm letišť, konkrétně letiště České Budějovice (LKCS), Hradec Králové (LKHK), Kunovice (LKKU), Letňany (LKLT), Mnichovo Hradiště (LKMH), Olomouc (LKOL) a Plzeň/Líně (LKLN). [46]

V roce 2019 byl AFIS (VFR) poskytován již jen na čtyřech letištích, na letišti v Letňanech, Hradci Králové, Kunovicích a Českých Budějovicích. Po další změně legislativních předpisů PNK (EU) 2017/373 s účinností k 2.2.2020 si po tomto datumu ponechalo AFIS pouze letiště Kunovice, které poskytuje AFIS na vyžádání mimo provozní dobu služby TWR nebo při degradaci služby TWR. [47] Služba AFIS IFR v ČR zatím nebyla zavedena.

Služba AFIS může být poskytována i na heliportech. V ČR k 5/2021 se AFIS na žádném heliportu neposkytuje.

Závěrem ke službě AFIS lze říci, že ani přes významně vyšší provozní náklady nepřináší žádný pozitivní ekonomický ani provozní efekt pro zajištění běžného VFR provozu na letišti. Přidanou hodnotu by mělo až zavedení AFIS IFR, které umožňuje vzlet i přistání IFR letům na daném letišti.

3 SYSTÉM REMOTE TOWER

Hlavní myšlenkou systému Vzdálených věží (Remote Tower – r-TWR; někdy označováno také jako Digitální věž (Remote Digital Tower – RDT), je umožnit plnohodnotné poskytování služby TWR na Vzdáleně řízeném letišti (Remotely Controlled Airport – RCA) nebo heliportu ze Vzdáleného řídicího centra (Remote Tower Centre – RTC) umístěného mimo letiště nebo heliport. V RTC jsou umístěny Vzdálené řídicí moduly (Remote Tower Modul – RTM), odkud řídicí poskytuje ATS.

Systém r-TWR se skládá z několika podsystémů, které přenášejí obraz a zvuk, monitorují a umožňují ovládat místní letištní systémy z RTM.

3.1 Přínosy zavedení r-TWR

Vzdálené poskytování ATS má za cíl zvýšit bezpečnost a flexibilitu poskytovaných služeb na malých a středně velkých letištích s menší frekvencí pohybů letadel. Zvýšení flexibility poskytovaných služeb umožní letištím obsloužit více letadel, ze kterých díky letištním poplatkům mohou zvýšit své příjmy. Na druhou stranu systém r-TWR má potenciál i snižovat náklady, jelikož jedno RTC může být propojeno s mnoha RCA, kde řídicí dle typu konfigurace zapojení může ovládat i více letišť najednou, čímž provozovatelé letišť sníží náklady na mzdy.

Pro velká letiště lze systém r-TWR využít jako plnohodnotnou náhradu konvenční letištní řídicí věže, který může sloužit i jako záložní řešení při výpadku nebo nemožnosti jejího využití. Systém r-TWR lze také využít jako dočasnou mobilní letištní řídicí věž, kdy při výstavbě nebo rekonstrukci letiště či vzletové a přistávací dráhy je blokován výhled nebo jsou jinak omezeny možnosti využití konvenční letištní řídicí věže. [6] Dále pro letiště s plánovaným vyšším provozem (např. soutěže, letecké závody apod.) nebo na dočasně zřízených letištích (např. pro účely armády). [5]

Výhodou zavedení systému r-TWR také může být ušetření finančních prostředků oproti výstavbě nové nebo rekonstrukce staré konvenční letištní řídicí věže. Flexibilita systému též umožňuje využití pouze některé části systému r-TWR, např. sledování odlehlých nebo špatně viditelných míst z konvenční letištní řídicí věže.

Digitalizace obrazu a pokročilé systémy, které jsou součástí systému r-TWR a plynou z jeho podstaty, mají potenciál i ve zvýšení bezpečnosti provozu díky pokročilým monitorovacím a sledovacím systémům. Tyto systémy pomáhají řídicímu zlepšit povědomí o provozu na letišti a upozornit ho na potenciální nebezpečí, např. neznámý objekt na provozní ploše (Foreign Object Debris – FOD), výskyt ptactva, dronů a další. [43]

3.2 Vznik a vývoj r-TWR

První myšlenka ohledně r-TWR vznikla po roce 2000 a dále byla rozvíjena také díky programu SESAR JU (Single European Sky ATM Research Joint Undertaking). SESAR JU je program zaštitěný Evropskou unií a EUROCONTROL za účelem rozvoje a modernizace ATM¹⁹ systémů. Program byl financován Evropskou unií a soukromými subjekty. V první fázi tohoto programu v letech 2008 až 2016 se zapojené strany věnovaly výzkumu možností využití R-TWR pro jedno letiště (Single Mode of Operation). Výsledkem této fáze byla validace systému r-TWR a spuštění prvního RCA ve švédském Örnsköldsviku řízeném ze střediska v Sundsvallu v roce 2014 za spolupráce společnosti Saab AB a švédského poskytovatele letových provozních služeb LFV (Luffartsverket). [22, 44] O rok později bylo letiště plně uvedeno do provozu. Dále navazoval program PJ05 Remote Tower, který se uskutečnil v letech 2016-2019 a zkoumal využití systému r-TWR pro poskytování ATS z jednoho řídicího pracoviště pro více letišť najednou (Multiple Mode of Operation). [6, 44] Výsledkem tohoto programu byla výstupní zpráva, která uvádí, že je možné poskytovat ATS až třem letišťům současně. [45] Aktuálně probíhá program PJ05-W2 DTT, který bude trvat do roku 2022. [7]

Systémem r-TWR se zabývají i další subjekty, např. kanadská společnost Searidge se sídlem v Ottawě, která vyvíjí r-TWR a řešení pro digitální letiště (monitorování dráhy, stojánek apod.). Rakouská společnost FREQUENTIS spolupracuje na vývoji a implementaci r-TWR s německým poskytovatelem letových provozních služeb DFS (Deutsche Flugsicherung).

Dále projekt NINOX, na kterém se podílí společnost Kongsberg Defence & Aerospace s norským poskytovatelem letových služeb Avinor Flysikring. Kongsberg vyvinul rotující elektro-optickou kameru (Electro-Optical Sensor Suite – EOSS) viz Obrázek 4. Rotující část se otáčí frekvencí 5 Hz umožňující zobrazení 360° obrazu s vysokým rozlišením 5krát za vteřinu, což je dle výzkumu společnosti Kongsberg dostačující. Rotace je prevencí před deštěm, sněhem a znečištěním ochranného vyhřívaného skla. Výhodou rotující 360° kamery je poskytnutí reálnějšího úhlu zobrazení než při využití statických kamer. [16]

¹⁹ Air Traffic Management (ATM) – Soubor procesů, postupů a prostředků, které zajišťují bezpečné provedení letu a pohybu na zemi.



*Obrázek 4 Rotující kamera společnosti Kongsberg (vlevo) umístěná na vyvýšené platformě (vpravo).
Zdroj: [17]*

Společnost Indra Sistemas (Španělsko) používá Ultra HD kamery s vysokým rozlišením (3840 × 2160), panoramatické spojitě promítání obrazu a systém ARMS, který dokáže selektivně neutralizovat drony a jiné Bezpilotní letecké prostředky (Unmanned Aerial Vehicle – UAV). [14]

Systémy jednotlivých společností se liší v rámci designu jednotlivých komponentů, nastavbových softwarových funkcí, počtu kamer a displejů atd.

V dalších kapitolách práce je popisován design systému r-TWR od společnosti Saab AB, na základě dobré dostupnosti informací a ochoty vedoucího marketingu a prodeje pana Johana Landina poskytnout telefonickou konzultaci a dokument r-TWR System Description.

3.3 Popis jednotlivých částí systému r-TWR

Systém r-TWR je složen z několika částí viz další podkapitoly tak, aby tyto podsystémy vzájemnou součinností poskytly minimálně stejné možnosti a vyhověly tak požadavkům shodným na poskytování ATS z konvenční letištní řídicí věže.

3.3.1 Kamerový systém

Kamerový systém musí poskytnout řídicímu ekvivalentní panoramatickou vizuální prezentaci (označovanou jako OTW – Out the Tower Window), shodující se s výhledem z konvenční letištní řídicí věže. Aby byl takový požadavek splněn, využívá se několik typů kamer a dva mikrofony.

Statické kamery

Statické (nepohyblivé) kamery mají za úkol nahradit zobrazení OTW. Tyto kamery jsou uloženy v odolném kamerovém krytu (s vyhříváním, chlazením a automatickou regulací teploty), který chrání kamery před přírodními jevy jako je déšť, sníh, krupobití, vlhkost, před vysokou i nízkou teplotou, před prachem, hmyzem, ptactvem a dalšími okolními vlivy. Kamerový kryt (viz Obrázek 5) je vybaven kompresorem se stlačeným vzduchem systémem Air Blades, který umožňuje čištění a zároveň chrání ochranná skla před kamerami proti znečištění (déšť, prach, hmyz apod.). Oproti klasickému stěračí dokáže odstranit i pavoučí sítě a při používání nijak nepřekáží ve výhledu. Do kamerového krytu lze instalovat až 14 kamer, umožňujících snímat a zobrazit 360° panoramatický obraz. Počet kamer je volitelný a záleží na potřebě úhlu zobrazení. [43]

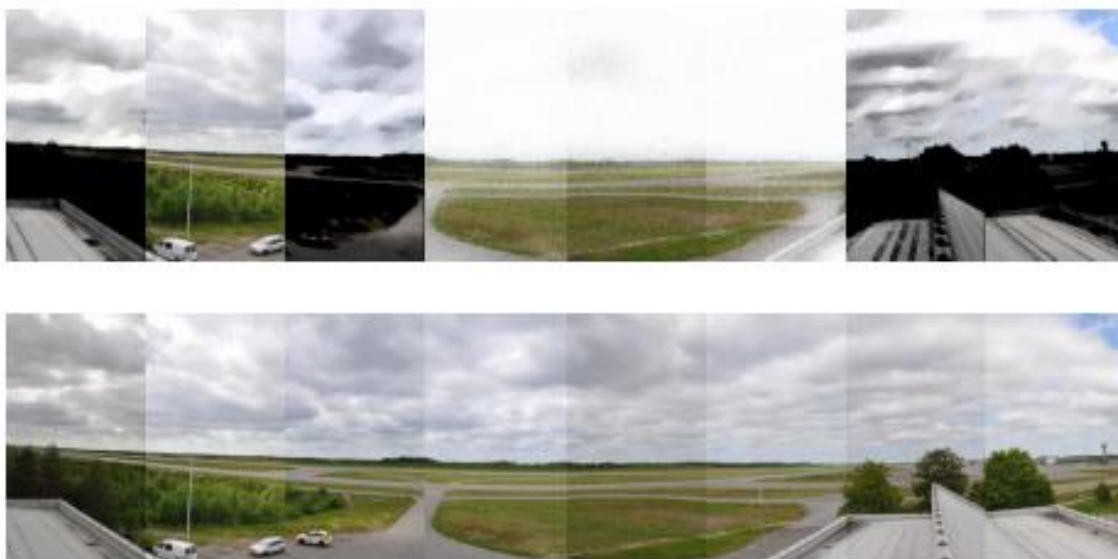
Přehled vlastností statických kamer [43]:

- vysoké rozlišení Full HD (1920 x 1080) s 30 snímky za vteřinu,
- provozní teplota -40 °C až +50 °C,
- pokrytí až 360° horizontálně a 45° vertikálně ($\pm 22,5^\circ$),
- maximální zpoždění přenášeného signálu do RTC je ≤ 1 s.



Obrázek 5 Kamerový kryt Saab. Zdroj: [43]

Systém neustále automaticky upravuje kontrast, jas a obraz mezi sousedními kamerami pro optimální zobrazení. Má také k dispozici optický duální filtr proti slunečnímu záření před čočkou kamery, který je manuálně ovládaný ze RTM (individuální i centrální ovládání duálních filtrů ke všem kamerám). Tento typ filtru je funkčně vhodnější než digitální zpracování obrazu. [43]



Obrázek 6 Porovnání prvotního obrazu (nahore) a finálního obrazu po úpravách (dole). Zdroj: [41]

PTZ kamera

Součástí kamerového systému je kamera PTZ (Pan-Tilt-Zoom), která je posazena na pohyblivém kloubu s možností otáčení a přiblížení obrazu. PTZ kamera je dálkově ovládána ze RTM a slouží jako plnohodnotná náhrada dalekohledu, jenž musí mít řídící k dispozici. Tato kamera umožňuje třicetinasobné optické přiblížení a automatické ostření (i možnost přepnutí na manuální). Software také umožňuje PTZ kamerám úpravu kontrastu a jasu, automatické sledování pohybujících se objektů a letadel na letišti a v okolí, funkci automatické detekce a upozornění na neobvyklé objekty (např. výskyt zvířat) na provozních plochách letišť. PTZ kamera je zobrazena na Obrázku 7.

Přehled dalších parametrů PTZ kamery:

- obraz s Full HD rozlišením (1920 x 1080) s 30 snímky za vteřinu,
- kamera je vybavena stěračem s možností manuálního ovládání,
- odolnost třídy IP68 (odolný vůči prachu a vodě),
- provozní teplota -40 °C až +65 °C,
- maximální zpoždění signálu z kamery do RTC ≤ 750 ms,
- maximální zpoždění odezvy při ovládání PTZ kamery ≤ 250 ms.



Obrázek 7 Konfigurace PTZ kamery bez IR (vlevo), s IR kamerou (vpravo). Zdroj: [43]

Na letišti může být instalováno několik PTZ kamer dle potřeby. Obraz z PTZ kamer je zobrazován jako „obraz v obraze“ (Picture-in-Picture – PiP) na hlavním displeji viz obrázek v Příloze 3. Při delší neaktivitě se PTZ kamera automaticky skloní dolů do bezpečné polohy tak, aby ochranné sklo bylo chráněné před vnějšími environmentálními vlivy.

V případě selhání fixní kamery lze pro redundanci použít kamery PTZ tak, že řídicí nasměruje PTZ kameru do stejné oblasti, kterou zabírá vadná kamera.

Volitelnou výbavou je infračervená optická kamera (Infrared Camera – IR), která je zabudována do krytu PTZ kamery. Využívá se za tmy a při špatných meteorologických podmínkách (např. mlha) a také usnadňuje detekci požáru (např. motoru letadla) nebo může přispět k lepší identifikaci vysunutí a zasunutí podvozku letadla. [8] Výsledný obraz z IR kamery viz Příloha 4.

„Gap Filler“ kamera

Další kamery mohou být umístěny samostatně na kamerový kryt, směřující do míst, kde je nedostatečné či žádné pokrytí hlavních kamer (např. z důvodu překážek). Taková kamera je označována jako „Gap Filler“. Může být statická s optickým přiblížením nebo infračervená pro použití v noci. Obraz je zobrazen jako PiP (pozice obrazu na hlavním displeji je nastavitelná).

Mikrofony

Nedílnou součástí kamerového systému jsou i dva směrové mikrofony snímající okolní zvuk na letišti. Společností Saab AB je doporučeno natočit mikrofony tak, aby směřovaly na konce vzletové a přistávací dráhy. Zvuk je synchronizován s obrazem a z RTM je možné ovládat hlasitost a zapnutí či vypnutí mikrofonů. [43]

3.3.2 Návěstní světlometka

Návěstní světlometka (Signal Light Gun – SLG) slouží ke komunikaci s letadly a vozidly a je umístěna na stejném pohyblivém rameni, kde je umístěna PTZ kamera. Výhodou umístění SLG na PTZ kameře je snadnější zaměření cíle. Společnost Saab AB si návěstní světlometku navrhla a vyrábí, tak aby splňovala požadavky Mezinárodní organizace pro civilní letectví (International Civil Aviation Organization – ICAO).

Návěstní světlometka má v sobě zabudované LED žárovky s dlouhou životností, které jsou schopny vyzařovat světlo o minimální intenzitě 6 000 cd²⁰ v úhlu 3°, takže vyzařované světlo je viditelné minimálně 4 600 m za jasného denního světla. Návěstní světlometka je manuálně ovládána z RTM (obrázek SLG viz Příloha 5).

3.3.3 Automatická meteorologická stanice

Automatická meteorologická stanice (Automated Weather Observation System – AWOS) je nedílnou součástí systému r-TWR z důvodu nutnosti zajištění informací o počasí. [1] AWOS je konfigurovatelná dle požadavků na poskytované informace a díky používanému softwaru MetObserver Reporting ji lze použít také v prostředí systému r-TWR a získané informace zobrazovat, např. v „head up“ panelu pro počasí viz Příloha 6.

3.3.4 Letištní věž r-TWR

Kamerový kryt je usazen na věž (viz Obrázek 8) nebo jej lze připevnit na stávající budovu na letišti. Výška věže je potom závislá na délce vzletové a přistávací dráhy, uspořádání a topografii letiště. Jelikož kamerový kryt má plochu vystavení větru cca 1,5 m², konstrukce věže musí být připevněna na pevný základ, aby byla zaručena vysoká stabilita obrazu i při silném větru. Věž je standardně dimenzována tak, aby vydržela rychlost větru až 210 km/h (113 uzlů). [43] Dle zkušeností společnosti Saab AB, za silných (švédských) bouří nebo hurikánu Ophelia (zasáhl Irsko v říjnu 2017, kde v tu dobu probíhalo testování r-TWR) nebylo zaznamenáno žádné zkreslení ani nestabilita obrazu. Na věži je servisní plocha (balkón), kde je umístěn kamerový kryt. Pod krytem se nachází technická skříň, ke které má přístup servisní technik.

²⁰ Jednotkou svítivosti je kandela (cd). Svítivost svíčky je zhruba 1 cd.



Obrázek 8 Věž r-TWR (vlevo). Servisní balkón (vpravo). Zdroj: [43]

3.3.5 Servisní místnost

V blízkosti r-TWR věže je umístěna servisní místnost, která je také připevněna k betonovému podkladu. Tento zastřešený objekt je standardně velký 3 x 7,5 m, a kolem něho je 5 x 2 m volný prostor (určený pro manipulaci) ohraničený oplocením. Uvnitř jsou dvě místnosti, vybaveny klimatizací a systémem filtrací vzduchu. V jedné jsou uloženy kompresory, které chrání vnější kryt kamer před znečištěním a přehřátím a také zajišťují odvětrávání vlhkosti. Ve druhé místnosti je uložena zbývající část technického vybavení, tj. výpočetní technika r-TWR, záložní bateriový zdroj, servisní monitory a další. Typická instalace servisní místnosti a layout jsou na obrázcích v Příloze 7. [43]

3.3.6 Vzdálené řídicí centrum a síťová architektura

Data ze RCA jsou odesílána pomocí datového spojení a shromažďována v RTC, které může být teoreticky umístěno libovolně daleko od letiště. Jedno RTC může mít několik RTM, odkud řídící ze svého pracoviště (Controller Working Position – CWP) poskytuje ATS na dálku.

V RTC jsou umístěny servery pro všechna RCA (tři servery pro jedno letiště, z toho dva záložní), kde jsou shromažďována a zpracována veškerá vstupní data obohacena o další externí data a podpůrné procesy. Dále servery Record and Replay (RAR), které nahrávají veškerá data (i komunikaci) a práci řídicího.

RCA je s RTC spojeno zdvojeným síťovým nezávislým připojením. Hlavním požadavkem je umožnit poskytování dat (přenos digitálního obrazu) v reálném čase s odezvou ne větší než 30 ms. Doporučená šířka přenosového pásma je 200 Mbps pro každou linku (hlavní a redundantní). [43] Do budoucna se plánuje připojení 5G, které je momentálně nedostupné nebo by jeho realizace byla finančně příliš nákladná. [20]

V rámci RTC je také monitorovací středisko, kde je uloženo technické vybavení a které dohlíží na správnou funkčnost celého systému a upozorní v případě poruchy nebo degradace části systému.

3.3.7 Vzdálený řídicí modul a vizuální prezentace

Do RTM jsou posílána veškerá potřebná data pro poskytování ATS. Nachází se zde monitory, zařízení a další podpůrné systémy.

Obraz ze RCA je přenášen do RTM na sérii zakřivených displejů. Displeje jsou snadno přístupné pro usnadnění údržby a v RTM se také nachází záložní displeje v případě poruchy. Počet displejů a jejich velikost je přizpůsobena v závislosti na zamýšleném počtu pracovních pozic, počtu řízených letišť a dalších parametrů. Možná konfigurace čtrnácti 55palcových monitorů, které jsou schopny zobrazit 255° výhled viz Obrázek 9. Tato konfigurace zabírá zhruba 25 m². [43]



Obrázek 9 Konfigurace RTM ve švédském RTC Sundsvall. Zdroj: [43]

V závislosti na konfiguraci, z jednoho RTM mohou být vzdáleně řízena až tři letiště. Příklad přepínání letišť a rozdělení displejů v RTM jsou na obrázcích v Příloze 8.

Přes obraz na hlavních displejích mohou být zobrazeny tzn. „overlays“ (překrytí obrazu), které jsou ovládány z kontextového menu. Výhodou této funkce je zvýšení situačního povědomí o provozu, jelikož řídicí nemusí sklánět zrak na jiné monitory.

Přes kontextové menu lze ovládat [43]:

- filtry na fixních kamerách,
- PTZ kamery – výběr a pohyb kamery, přiblížení, ostření, automatické sledování objektů, spouštění stěračů a další,
- zapnutí/vypnutí a nastavení kontrastu geografických overlays – grafické zvýraznění vzletové a přistávací dráhy, pojižďecích cest a další,
- návěstní světlometku,
- noční režim a další systémové funkce.

Pracoviště řídicího dále disponuje systémy, např. Radar Data Processing and display (RDP), prezentující data z různých radarových zdrojů, které slouží řídicím k zajištění rozstupů. Elektronické stripy (e-Strip), Flight Data Processing system (FDP) zpracovávající letové plány a další. [43]

Systém r-TWR má i několik prvků nadstandardního vybavení (funkcí). Například automatické sledování objektů tzn. „tracking“, které umí detekovat (pouze za pomoci vizuálních prostředků bez použití radaru) létající objekty (letadla, helikoptéry, drony, ptactvo) i pohybující se objekty na zemi.

Získané informace mohou být zobrazovány funkcí vkládání obrazu do obrazu PIP, tedy vytvářet již zmiňované „overlays“. Toto zobrazení se používá mimo jiné například pro geografické zvýraznění přistávací dráhy a pojižďecích drah, zobrazení meteorologických informací (vítr), při využití infračervené nebo PTZ kamery. Konečný výstup při využití některých výše zmíněných funkcí je na obrázku v Příloze 9.

3.4 Možnosti konfigurace r-TWR

Systém r-TWR lze používat v několika konfiguracích v závislosti na možnostech a požadavcích na poskytování ATS na letištích, hustotě provozu a velikosti letiště.

Konfigurace 1:1 je vhodná pro velká letiště, letiště s velkým objemem provozu nebo pokud není potřeba obsluhovat více než jedno letiště najednou. Potom je optimální vzdáleně řídit provoz z jednoho RTM. V jednom RTC může být několik RTM aktivních najednou. Tato konfigurace může sloužit i jako záložní způsob poskytování ATS při výpadku nebo poruše konvenční letištní řídicí věže. [15]

Konfigurace 1:n umožňuje poskytovat ATS z jednoho RTM pro několik méně frekventovaných letišť současně. Pokud je na RCA i funkční konvenční letištní řídicí věž, lze řízení mezi RTM a věží přepínat dle potřeby. [15]

Konfigurace n:n (tzn. clustering) je jednou z nejfleksibilnějších. Z jednoho RTM je ve stejný čas vždy řízeno jedno letiště, ale z jednoho RTM mohou být mezi sebou letiště přepínána dle potřeby v rámci požadavců na poskytování ATS. Nevýhodou je, že všichni řídící musí mít místní doložku ke všem letišťům, na které mohou být přepojeni. [15]

3.5 Finanční aspekty zavedení r-TWR

Pro provozovatele letišť může být při implementaci r-TWR rozhodující také finanční stránka a s tím související výše provozních nákladů. Oficiální ceny pořízení r-TWR od společnosti Saab AB bohužel nebylo možné získat, jelikož jsou dle informací zatím nepublikovatelné pro komerční sféru. Avšak na základě průzkumu trhu a porovnání několika odborných článků a diplomové práce Zdeňka Pidrmana bylo zjištěno, že cena zavedení r-TWR na jednom letišti se pohybuje v průměru okolo 30 mil. Kč. [29, 30, 49] Částka zahrnuje technické vybavení RCA, vybavení RTM a RTC. Výše nákladů na pořízení se může lišit v závislosti na topografii letišť, požadavcích provozovatele letiště na konfiguraci, nastavbové funkce a vybavení systému. Finančně ohodnocený příklad konfigurace 1:1 r-TWR viz Tabulka 1 na další straně.

Dle průzkumu trhu pro r-TWR konfigurace 1:1 je odhadováno snížení provozních nákladů přibližně o 20 % ročně oproti konvenční letištní řídicí věži. [27] Jelikož je r-TWR možné využít v konfiguraci 1:3, z jednoho RTM jsou poskytovány ATS pro tři letiště, tedy odhadované snížení provozních nákladů až 60 %.

Tabulka 1 Cena systému r-TWR. Zdroj: vlastní; data: [29], průzkum trhu

r-TWR	Počet	Cena za jednotku v Kč	Cena v Kč
Full HD kamera	14	35 000	490 000
PTZ kamera	2	200 000	400 000
IR kamera	2	200 000	400 000
Gap Filler kamera	2	35 000	70 000
Kamerový kryt Saab (včetně vybavení)	1	400 000	400 000
Mikrofon	2	25 000	50 000
SLG	1	60 000	60 000
Vzduchový kompresor	2	300 000	600 000
Bateriové úložiště (záložní zdroj)	1	500 000	500 000
AWOS (konfigurace TWR) včetně softwaru	1	500 000	500 000
Servisní místnost včetně vybavení	1	2 500 000	2 500 000
Konstrukce věže včetně technického vybavení	1	1 900 000	1 900 000
Stavební a instalační práce	1	1 700 000	1 700 000
		Celkem r-TWR	9 570 000
RTM	Počet	Cena za jednotku v Kč	Cena v Kč
55palcový displej	14	30 000	420 000
Server (včetně technického vybavení)	6	350 000	2 100 000
Výpočetní a ATM technika (včetně nastav. funkcí)	1	5 000 000	5 000 000
Ostatní vybavení RTM	1	2 000 000	2 000 000
		Celkem RTM	9 520 000
RTC	Počet	Cena za jednotku v Kč	Cena v Kč
Výpočetní a ATM technika (včetně nastav. funkcí)	1	9 000 000	9 000 000
Vybavení monitorovacího střediska v rámci RTC	1	1 500 000	1 500 000
		Celkem RTC	10 500 000
r-TWR, RTM, RTC		Cena celkem	29 590 000

Pořizovací cena r-TWR v konfiguraci 1:1 vychází přibližně 29 590 000 Kč viz kalkulace jednotlivých položek v Tabulce 1.

Pro konfiguraci r-TWR 1:3 (jedno RTC, jedno RTM, tři RCA) při zapojení tří různých provozovatelů letišť by cena byla následující:

$(9\,570\,000 \times 3) + 9\,520\,000 + 10\,500\,000 = 48\,730\,000$ Kč. Náklady na pořízení r-TWR pro jednoho provozovatele letiště vychází přibližně 16 240 000 Kč.

Pro konfiguraci r-TWR 2:6 (jedno RTC, dvě RTM, šest RCA) při zapojení šesti různých provozovatelů letišť by cena byla následující:

$(9\,570\,000 \times 6) + (9\,520\,000 \times 2) + 10\,500\,000 = 86\,960\,000$ Kč. Náklady na pořízení r-TWR pro jednoho provozovatele letiště vychází přibližně 14 490 000 Kč.

Pro konfiguraci r-TWR 3:9 (jedno RTC, tři RTM, devět RCA) při zapojení devíti různých provozovatelů letišť by cena byla následující:

$(9\,570\,000 \times 9) + (9\,520\,000 \times 3) + 10\,500\,000 = 125\,190\,000$ Kč. Náklady na pořízení r-TWR pro jednoho provozovatele letiště vychází přibližně 13 910 000 Kč.

Cena výstavby RTC jako samostatné budovy by se odhadem mohla pohybovat v řádech desítek milionů Kč. Lze také využít již existující prostory (např. nevyužité prostory jednoho ze zainteresovaných letišť).

3.6 Přehled r-TWR ve světě

Společnost Saab AB již realizovala následující projekty r-TWR [20, 42]:

- Ze švédského RTC Sundsvall se řídí tyto letiště:
 - Örnköldsvik Airport (ESNO), spuštěné v dubnu 2015 se stalo prvním vzdáleně řízeným letišťem. Nachází se ve vzdálenosti 150 km od RTC Sundsvall.
 - Sundsvall-Timrå Airport (ESNN), spuštěné na konci roku 2017 se stalo druhým vzdáleně řízeným letišťem ve švédsku. Nachází se ve vzdálenosti 300 m od RTC Sundsvall.
 - Linköping City Airport (ESSL), kde byl systém r-TWR spuštěn v roce 2019.
- Cranfield Airport (EGTC), první implementace r-TWR ve Velké Británii na konci roku 2018.
- London City Airport (EGLC), Velká Británie.
- Leesburg Airport (KJYO), USA.

Projekty r-TWR, které se mají spustit do plného provozu v roce 2021 [42]:

- RTC Stockholm, ze kterého by se měla řídit čtyři letiště, Kiruna (ESNQ), Umeå (ESNU), Östersund (ESNZ), a Malmö (ESMS).
- Nato základna Geilenkirchen (ETNG), Německo.
- Holandská letiště Groningen Airport Eelde (EHGG) a Maastricht Aachen Airport (EHBK) budou řízena z RTC umístěného v části letiště Amsterdam Schiphol (EHAM).

Další plánované projekty [42]:

- RTC Dublin, ze kterého bude kontrolováno letiště Cork (EICK) a Shannon (EINN).
- Houston International Airport, USA.
- RAF základna, Velká Británie.

Společnost FREQUENTIS implementovala r-TWR na mezinárodním letišti Saarbrücken (EDDR), řízeném ze 450 km vzdáleného RTC Leipzig. Ze stejného RTC je plánováno řídit také letiště Erfurt-Weimar (EDDE) a Drážďany (EDDC). [11]

Indra Sistemas ve spolupráci se společností Kongsberg a Avinor spolupracují na RTC Bodo. Ze stejného RTC je plánováno řídit letiště Menorca (LEMH). R-TWR Indra Sistemas již implementovala na letišti Røst Island (ENRS). [18]

3.7 Požadavky na certifikaci r-TWR

Proces schvalování r-TWR probíhá ve spolupráci národního regulátora a poskytovatele ATS, dotčeného letiště (heliportu) a případně dalších subjektů jako EASA a ICAO. [20] Certifikace systému se řídí předpisy ICAO Doc4444, národními legislativními požadavky, validačními zprávami SESAR, specifickými bezpečnostními požadavky letišť a specifikacemi výkonů systému EUROCAE WG-100 MASP (ED-240A – Minimum Aviation System Performance Standards (MASPS) for Remote Tower Optical Systems). [12]

Existují dokumenty s požadavky a doporučeními od Evropské agentury pro bezpečnost letectví (European Aviation Safety Agency – EASA), tj. EASA Guidance Material on Remote Aerodrome Air Traffic Services (Decision 2019/004/R). V tomto dokumentu je mimo jiné uvedeno, že pokud byl schválen provoz r-TWR v jednom členském státě Evropské unie, potom nemusí být při zavádění r-TWR v jiném státě Evropské unie prováděna kompletní validace systému r-TWR.

ICAO v souvislosti s r-TWR vydalo dodatek k dokumentu ICAO Doc4444 Postupy pro letové navigační služby – Uspořádání letového provozu (Procedures for Air Navigation Services - Air Traffic Management – PANS-ATM), který vešel v platnost 8.11.2018. Dodatek zařazuje možnost využití r-TWR do ATS a uvádí, že vizuálního pozorování provozu lze dosáhnout přímým pozorováním skrze okno z konvenční letištní řídicí věže nebo nepřímým pozorováním využívajícím vizuální sledovací systém, tj. elektrooptický systém poskytující elektronickou vizuální prezentaci provozu a další informace nezbytné k udržení situačního povědomí na letišti a jeho okolí.

Výstupem programu SESAR JU byla validace r-TWR konfigurace 1:1 (uvedena do provozu 2015) a možnost poskytovat ATS až třem letištím najednou z jednoho RTM. Konfigurace 1:3 zatím v provozu schválena nebyla, ale společnost Saab AB pracuje ve spolupráci s LFV a Švédskou dopravní agenturou (Swedish Transport Agency – STA) na takovém to projektu. [6, 20]

3.8 Proces zavedení a schvalování r-TWR

Zavedení a přechod na r-TWR ovlivňuje mnoho různých provozních, legislativních a finančních aspektů. Před implementací je doporučeno [6, 12]:

- provést studii proveditelnosti,
- analyzovat topografii letiště a vyhodnotit možnosti umístění věže r-TWR a technické místnosti,
- analyzovat stávající procesy a provozní pravidla,
- analyzovat provoz, postupy a meteorologické podmínky na daném letišti,
- provést studii bezpečnosti,
- vytvořit plán výcviku personálu, testování a postupu přechodu na r-TWR,
- vyhodnotit možné dopady zavedení r-TWR na uživatele vzdušného prostoru,
- konzultovat a připravit regulační schválení pro provoz r-TWR a další.

Proces schvalování r-TWR by v ČR probíhal ve spolupráci s dotčenými letišti a ÚCL.

4 MOŽNOSTI VYUŽITÍ REMOTE TOWER PRO AFIS

System r-TWR byl původně navržen tak, aby splňoval nejen veškeré požadavky pro poskytování služby TWR, ale aby převyšoval tyto požadavky a přinesl i nové pokročilé nástavbové funkce. [20]

Problémem při zavádění AFIS je nejednotná regulace těchto služeb v Evropě, které se mohou v různých státech mírně lišit. [20] Při porovnání požadavků na poskytování AFIS v ČR a možnosti systému r-TWR lze konstatovat, že tento systém požadavky významně převyšuje. Tudíž by bylo možné systém r-TWR použít i pro poskytování služeb AFIS v ČR, dále jen r-AFIS (Remote AFIS).

Společnost Saab AB v minulosti zkoušela použít části systému r-TWR pro poskytování AFIS na letištích i heliportech, ale pouze za účelem testování. Služba AFIS je poskytována zatím výhradně přes plnohodnotný systém r-TWR (ze stejného stanoviště) mimo provozní dobu jednoho nejmenovaného letiště ve Švédsku. Saab AB v současné době pracuje na několika projektech realizace samostatného systému r-AFIS (jeden ve Švédsku a další v Evropě). [20]

4.1 Přínosy zavedení r-AFIS

Mezi hlavní zdroje příjmů málo frekventovaných letišť lze zařadit přistávací poplatky, poplatky za cestující, parkování letadel, handlingové služby, tankování a další služby, které při malé hustotě provozu nemusí ani pokrýt fixní provozní náklady letiště na poskytování ATS (mzdy letištnímu personálu, provoz letištní řídicí věže apod.). Taková letiště jsou potom nucena redukovat provozní dobu na minimum a otevřít letiště jen např. o víkendech během vytíženější části sezóny nebo hledat finance i jinými způsoby (např. státní dotace, strukturální fondy Evropské unie, sponzorské a dobrovolné dary apod.).

Zavedení r-AFIS by mohlo ušetřit letišti (skupině provozovatelů při sdílení finančních zdrojů) na provozních nákladech, jelikož r-AFIS je uzpůsoben tomu, že z RTC může jeden dispečer poskytovat ATS až třem letištím najednou. [12] Tyto subjekty by mohly tak rozšířit provozní dobu, což by mohlo mít za následek využití vyššího počtu letadel. Flexibilita systému r-TWR umožňuje otevření letiště na vyžádání s menšími náklady oproti klasickému poskytování ATS (dispečer AFIS by obsloužil letiště v rámci režie poskytováním ATS dalším letištím, nemusel by tedy cestovat na letiště z důvodu např. obslužení jednoho letadla). Takovéto letiště by se tak stalo více konkurenceschopnější i např. v rámci nabídky nižších přistávacích poplatků a dalších služeb oproti letištím s větší hustotou provozu. Nárůst vytíženosti letišť by pak pokryl i nárůst finančních příjmů.

Výhodou digitalizace je i možnost nahrávání záznamu (jak vizuálního, tak zvukového), který může značně ulehčit práci při vyšetřování a zpětně analyzovat a vyhodnotit letecký incident či nehodu. Následná analýza záznamu může vést k efektivnějšímu získávání zkušeností s provozem na neřízených letištích a heliportech a přispět ke kvalitnějšímu výcviku nových dispečerů.

Letiště mohou provozovat jak ATC, tak AFIS (v ČR jen letiště Kunovice LKKU). Jelikož systém r-TWR je navržen pro obě služby, je možné z jednoho stanoviště mezi nimi přepínat dle plánované provozní doby. [22]

Dalším přínosem je možnost certifikace r-AFIS pro lety IFR.

Zavedení r-AFIS přináší i řadu bezpečnostních benefitů. Z pohledu provozní bezpečnosti, tj. safety, v rámci digitalizace vizuálních informací má systém podpůrné funkce pro dispečery, např. automatické sledování a detekování provozu a objektů na letišti a v provozní zóně letiště (přes kamerový systém, nikoliv pomocí radaru), pohyblivou 360° kameru s mnohonásobným přiblížením, infračervenou kameru pro použití v noci nebo za zhoršených meteorologických podmínek.

Dalším přínosem je větší a konstantnější pracovní zátěž pro dispečery, která udržuje jejich pozornost a dovednosti. Na málo frekventovaných letištích během směny nemusí být dispečerů pravidelně vystavováni vyšší pracovní zátěži, následkem čehož může dojít ke snížení jejich koncentrace během výkonu směny a výhledově k poklesu odborných dovedností. Tato skutečnost může ohrozit bezpečnost při náhlém nárůstu provozu.

4.2 Návrh konfigurace r-AFIS

Pro r-AFIS nejsou potřeba všechny prvky systému r-TWR. Systém pro r-AFIS (je uvažována stejná finanční náročnost zavedení r-AFIS pro AFIS certifikace VFR i IFR) by mohl být zjednodušen odebráním některých částí a nastavbových funkcí, např. snížením počtu kamer v kamerovém krytu, pokud není třeba poskytovat 360° panoramatický obraz. Také lze zredukovat počet redundantních systémů, např. využití pouze jedné PTZ/IR kamery. Systém by mohl být ponížěn o integraci dalších letištních systémů do r-AFIS, které nejsou nezbytné, např. e-Strips.

4.2.1 Varianta 1 – konfigurace r-AFIS s nastavbovými funkcemi

V této kapitole je navržen koncept systému r-AFIS s nastavbovými funkcemi. Je uvažováno se snížením cen položek systému r-TWR, instalací deseti statických kamer do kamerového krytu, jedné IR kamery, jedné „Gap Filler“ kamery a výstavby samostatné servisní místnosti.

Počet displejů bude zachován z důvodu lepší přehlednosti zobrazovaných dat při poskytování služby AFIS více letištím simultánně. Jednotlivé položky uvažované konfigurace viz Tabulka 2.

Tabulka 2 Cena systému r-AFIS s nastavbovými funkcemi. Zdroj: vlastní; data: [29], průzkum trhu

r-AFIS	Počet	Cena za jednotku v Kč	Cena v Kč
Full HD kamera	10	35 000	350 000
PTZ kamera	1	200 000	200 000
IR kamera	1	200 000	200 000
Gap Filler kamera	1	35 000	35 000
Kamerový kryt Saab (včetně vybavení)	1	400 000	400 000
Mikrofon	2	25 000	50 000
SLG	1	60 000	60 000
Vzduchový kompresor	2	300 000	600 000
Bateriové úložiště (záložní zdroj)	1	400 000	400 000
AWOS (konfigurace AFIS) včetně softwaru	1	150 000	150 000
Servisní místnost včetně vybavení	1	1 500 000	1 500 000
Konstrukce věže včetně technického vybavení	1	1 900 000	1 900 000
Stavební a instalační práce	1	1 700 000	1 700 000
		Celkem r-AFIS	7 545 000
RTM pro AFIS	Počet	Cena za jednotku v Kč	Cena v Kč
55palcový displej	14	30 000	420 000
Server (včetně technického vybavení)	6	350 000	2 100 000
Výpočetní a ATM technika (včetně nastav. funkcí)	1	1 500 000	1 500 000
Ostatní vybavení RTM	1	1 000 000	1 000 000
		Celkem RTM	5 020 000
RTC pro AFIS	Počet	Cena za jednotku v Kč	Cena v Kč
Výpočetní a ATM technika	1	6 000 000	6 000 000
Vybavení monitorovacího střediska v rámci RTC	1	1 500 000	1 500 000
		Celkem RTC	7 500 000
r-AFIS, RTM, RTC		Cena celkem	20 065 000

Pořizovací cena r-AFIS s nastavbovými funkcemi (20 065 000 Kč) v porovnání s r-TWR (29 590 000 Kč) je přibližně o 32 % menší.

Pro konfiguraci r-AFIS 1:3 (jedno RTC, jedno RTM, tři RCA) při zapojení tří různých provozovatelů letišť by cena byla následující:

$$(7\,545\,000 \times 3) + 5\,020\,000 + 7\,500\,000 = 35\,155\,000 \text{ Kč.}$$

Náklady na pořízení r-AFIS pro jednoho provozovatele letiště vychází přibližně 11 720 000 Kč.

Pro konfiguraci r-AFIS 2:6 (jedno RTC, dvě RTM, šest RCA) při zapojení šesti různých provozovatelů letišť by cena byla následující:

$$(7\,545\,000 \times 6) + (5\,020\,000 \times 2) + 7\,500\,000 = 62\,810\,000 \text{ Kč.}$$

Náklady na pořízení r-AFIS pro jednoho provozovatele letiště vychází přibližně 10 470 000 Kč.

Pro konfiguraci r-AFIS 3:9 (jedno RTC, tři RTM, devět RCA) při zapojení devíti různých provozovatelů letišť by cena byla následující:

$$(7\,545\,000 \times 9) + (5\,020\,000 \times 3) + 7\,500\,000 = 90\,465\,000 \text{ Kč.}$$

Náklady na pořízení r-AFIS pro jednoho provozovatele letiště vychází přibližně 10 050 000 Kč.

Všechny typy konfigurací mohou být i kombinací letišť a heliportů. [20]

4.2.2 Varianta 2 – konfigurace r-AFIS bez nastavbových funkcí

V této kapitole je navržen systém r-AFIS bez nastavbových funkcí se snahou snížit pořizovací cenu na minimum. Je uvažováno s instalací věže r-TWR na existující budovu na letišti, vytvořením servisní místnosti v již existující místnosti na letišti, nákupem levnějších 55palcových displejů (splňující stejné technické požadavky), nákupem levnějších serverů, snížením kapacity bateriového úložiště, využitím již stávající AWOS a další viz Tabulka 3. Počet displejů bude opět zachován z důvodu lepší přehlednosti zobrazovaných dat při poskytování služby AFIS více letišťím simultánně.

Nevýhodou této konfigurace je, že ne všechna letiště mají možnost využít stávající prostory pro servisní místnost nebo možnost vhodného uchycení kamerového krytu na střeše budovy.

Tabulka 3 Cena systému r-AFIS bez nastavbových funkcí. Zdroj: vlastní; data: [29], průzkum trhu

r-AFIS	Počet	Cena za jednotku v Kč	Cena v Kč
Full HD kamera	7	35 000	245 000
PTZ kamera	1	200 000	200 000
IR kamera	0	200 000	0
Gap Filler kamera	0	35 000	0
Kamerový kryt Saab (včetně vybavení)	1	400 000	400 000
Mikrofon	2	8 000	16 000
SLG	1	60 000	60 000
Vzduchový kompresor	2	300 000	600 000
Bateriové úložiště (záložní zdroj)	1	200 000	200 000
AWOS software propojení se systémem	1	20 000	20 000
Servisní místnost včetně vybavení	1	300 000	300 000
Upevnění a technické vybavení věže r-TWR	1	400 000	400 000
Stavební a instalační práce	1	500 000	500 000
		Celkem r-AFIS	2 941 000
RTM pro AFIS	Počet	Cena za jednotku v Kč	Cena v Kč
55palcový displej	14	20 000	280 000
Server (včetně technického vybavení)	6	65 000	390 000
Výpočetní a ATM technika	1	1 300 000	1 300 000
Ostatní vybavení RTM	1	1 000 000	1 000 000
		Celkem RTM	2 970 000
RTC pro AFIS	Počet	Cena za jednotku v Kč	Cena v Kč
Výpočetní a ATM technika	1	6 000 000	6 000 000
Vybavení monitorovacího střediska v rámci RTC	1	1 500 000	1 500 000
		Celkem RTC	7 500 000
r-AFIS, RTM, RTC		Cena celkem	13 411 000

Pořizovací cena r-AFIS bez nastavbových funkcí (13 411 000 Kč) v porovnání s r-TWR (29 590 000 Kč) je přibližně o 55 % nižší. V porovnání s navrhovanou Variantou 1 přibližně o 34 % nižší.

Pro konfiguraci r-AFIS 1:3 (jedno RTC, jedno RTM, tři RCA) při zapojení tří různých provozovatelů letišť by cena byla následující:

$$(2\,941\,000 \times 3) + 2\,970\,000 + 7\,500\,000 = 19\,293\,000 \text{ Kč.}$$

Náklady na pořízení r-AFIS pro jednoho provozovatele letiště vychází přibližně 6 431 000 Kč.

Pro konfiguraci r-AFIS 2:6 (jedno RTC, dvě RTM, šest RCA) při zapojení šesti různých provozovatelů letišť by cena byla následující:

$$(2\,941\,000 \times 6) + (2\,970\,000 \times 2) + 7\,500\,000 = 31\,086\,000 \text{ Kč.}$$

Náklady na pořízení r-AFIS pro jednoho provozovatele letiště vychází přibližně 5 181 000 Kč.

Pro konfiguraci r-AFIS 3:9 (jedno RTC, tři RTM, devět RCA) při zapojení devíti různých provozovatelů letišť by cena byla následující:

$$(2\,941\,000 \times 9) + (2\,970\,000 \times 3) + 7\,500\,000 = 42\,879\,000 \text{ Kč.}$$

Náklady na pořízení r-AFIS pro jednoho provozovatele letiště vychází přibližně 4 765 000 Kč.

4.3 Finanční zhodnocení zavedení r-AFIS

Při zavádění r-AFIS se musí ke každému letišti přistupovat individuálně z důvodu odlišných požadavků na systém, umístění a možnosti využití stávajících letištních budov. Nelze proto předem přesně určit finanční náročnost zavedení r-AFIS.

Finanční náročnost konfigurace r-AFIS Varianty 1 (7 545 000 Kč) a Varianty 2 (2 941 000 Kč) je významně odlišná. Z finančního pohledu bude pro provozovatele letiště při implementaci zásadní provést analýzu umístění systému r-AFIS na jeho letišti. Na základě výsledků analýzy vyhodnotit, jakou konfiguraci použít a zdali je tato možnost pro provozovatele finančně akceptovatelná. Při certifikaci r-AFIS IFR je také předpokládáno zvýšení provozu o lety IFR.

I v případě vyšších nákladů na implementaci by se měl provozovatel rozhodovat s přihlédnutím k potenciálnímu snížení dlouhodobých provozních nákladů a zvýšením příjmů z provozu letů IFR na jeho letišti.

5 NÁVRH VYUŽITÍ R-AFIS PRO NEŘÍZENÁ LETIŠTĚ V ČR

V této kapitole je navržen konkrétní koncept využití r-AFIS pro neřízená letiště v ČR.

5.1 Výběr letišť do návrhu

Stanovené kritérium pro výběr letišť do konkrétního návrhu je získání certifikace AFIS v rámci požadavků stanovených nařízením Evropské unie 1035/2011 o ATS. Do tohoto kritéria spadají letiště: České Budějovice (LKCS), Hradec Králové (LKHK), Kunovice (LKKU), Letňany (LKLT), Mnichovo Hradiště (LKMh), Olomouc (LKOL) a Plzeň/Líně (LKLN). [46]

Z výše uvedených letišť momentálně poskytuje službu AFIS pouze letiště Kunovice. Provozovatel poskytuje AFIS pouze na vyžádání mimo provozní dobu, která většinou navazuje na standardní provozní dobu, kdy je poskytována služba TWR. Z důvodu negativního názoru místních řídicích [47] na r-AFIS a nepravidelnosti poskytování služby AFIS je toto letiště z výběru vyřazeno. Bude tedy navržen koncept využití r-AFIS IFR pro konsorcium šesti letišť.

V rámci emailových konzultací s ostatními letišti a informací z výročních zpráv bylo zjištěno, že zavedení služby AFIS VFR nepřináší pro letiště žádné benefity oproti službě RADIO a zároveň je finančně náročnější především na personální náklady. Z tohoto důvodu také došlo k degradaci na službu RADIO u většiny těchto letišť. Tři letiště (České Budějovice, Hradec Králové a Mnichovo Hradiště) se však vyjádřila kladně ke službě AFIS IFR, pro některá je zavedení AFIS IFR i dlouhodobě plánovaným cílem. [4, 21, 51]

5.2 Poskytování r-AFIS IFR na neřízených letištích

Vyhází se z předpokladu, že služba r-AFIS IFR bude poskytována v provozních dobách letišť a mimo tuto dobu na vyžádání předem. Kolem těchto letišť bude také muset být zřízena zóna RMZ.

Letiště by musela být rozdělena do jednotlivých RTM na základě předpokládaného vytížení letišť pro dané období a plánovaných letů IFR (podle podaných letových plánů), aby se rovnoměrně rozdělila pracovní zátěž mezi dispečery. Dále bude zapotřebí zohledňovat uskupení letišť tak, aby dispečer poskytující službu AFIS měl místní doložku k těmto letištím.

5.2.1 Návrh RTC a RTM

Všech šest letišť by bylo centrálně řízeno z jednoho RTC. Nejprve bylo zamýšleno zřízení RTC v budově IATCC v Jenči u Prahy. V rámci konzultace s paní Barborou Janíkovou (vedoucí Střediska realizace projektů a investic) bylo sděleno, že v budově IATCC nejsou volné prostory z důvodů snahy ŘLP optimalizovat provozní chod podniku. Ideálním řešením by proto bylo nalézt vhodné existující prostory v budově některého ze zainteresovaných letišť, aby se ušetřily finanční prostředky na stavbu nové budovy pro RTC.

Je uvažováno se zavedením dvou RTM. Prostor potřebný pro RTC by při dvou RTM zaujímal přibližně 50 m² a dalších 200 m² by činilo zázemí, monitorovací středisko, kanceláře a prostor pro případná rozšíření o další RTM.

Pro navrhovaný koncept r-AFIS IFR bude zapotřebí vyškolit přibližně šest dispečerů AFIS a dva vedoucí stanoviště AFIS k oprávnění průkazu způsobilosti D AFIS/IFR včetně jazykové doložky alespoň úrovně 4. Dále každý z dispečerů musí získat alespoň tři místní doložky.

5.3 Finanční analýza navrhovaného konceptu

Je uvažováno s implementací konfigurace r-AFIS Varianta 1 s nastavbovými funkcemi, jelikož služby AFIS IFR mohou být poskytovány i za IMC. Celková pořizovací cena návrhu při využití již stávající budovy pro RTC by činila: (7 545 000 x 6 r-AFIS) + (5 020 000 x 2 RTM) + 7 500 000 (1 RTC) = 62 810 000 Kč. Náklady na implementaci r-AFIS IFR pro jednoho provozovatele letiště tak vychází přibližně 10 470 000 Kč.

Dále jsou zhodnoceny finanční náklady na personál.

Tabulka 4 Počty dispečerů RADIO. Zdroj: vlastní; data: [2, 4, 47, 51]

Letiště	Počet dispečerů RADIO
České Budějovice	6
Hradec Králové	4
Letňany	10
Mnichovo Hradiště	7
Olomouc	5
Pízeň/Líně	6
Celkový počet dispečerů RADIO	38

V rámci průzkumu viz Tabulka 4 bylo také zjištěno, že přibližně polovina všech dispečerů RADIO je zaměstnána na HPP a druhá polovina na DPP, proto bude pro výpočty uvažováno

s průměrnou hrubou mzdou 21 000 Kč (HPP 33 000 Kč²¹ a DPP 9 000 Kč). Výjimku tvoří letiště Letňany, kde dispečeři plní svou službu na základě DPP a příkazních smluv, proto je uvažováno pro všechny s průměrnou hrubou mzdou 9 000 Kč.

Dispečeři AFIS budou zaměstnáni na HPP, proto počítáme se mzdou 33 000 Kč. Náklady na dispečery AFIS budou pro zjednodušení rovnoměrně děleny mezi šest letišť, jelikož mají velmi podobné provozní doby. Výpočty ušetřených ročních nákladů viz Tabulka 5.

Tabulka 5 Přehled nákladů na dispečery. Zdroj: vlastní

Letiště	Roční náklady na dispečery RADIO	Roční náklady na dispečery AFIS při zavedení r-AFIS	Ušetřené roční náklady
České Budějovice	1 512 000 Kč	528 000 Kč	984 000 Kč
Hradec Králové	1 008 000 Kč	528 000 Kč	480 000 Kč
Letňany	1 080 000 Kč	528 000 Kč	552 000 Kč
Mnichovo Hradiště	1 764 000 Kč	528 000 Kč	1 236 000 Kč
Olomouc	1 260 000 Kč	528 000 Kč	732 000 Kč
Plzeň/Líně	1 512 000 Kč	528 000 Kč	984 000 Kč
Celkem	8 136 000 Kč	3 168 000 Kč	4 968 000 Kč

Dále bude potřeba vynaložit finance na vyškolení osmi dispečerů AFIS (včetně dvou vedoucích stanoviště) a alespoň dvou techniků r-AFIS. Momentálně v ČR není organizace, která by měla oprávnění na zajištění výcviku dispečerů na průkaz D AFIS/IFR, proto nelze přesně určit výši nákladů. Pro obsazení administrativních a technických pozic je uvažováno s využitím již stávajících zaměstnanců letišť.

Při zavedení r-AFIS IFR je předpokládáno zvýšení počtu pohybů na letištích o 10 % (lety IFR). Pro výpočty je uvažováno s průměrným přístávacím poplatkem na jedno letadlo 500 Kč viz Tabulka 6. Tato částka byla vypočtena na základě průměrného letištního poplatku na letišti Mnichovo Hradiště za rok 2019.

²¹ Cena vychází z uvedené mzdy výběrového řízení na dispečera AFIS pro letiště v Hradci Králové v roce 2018 (a po započtení inflace 7,5 %).

Tabulka 6 Výpočty příjmů z přistávacích poplatků. Zdroj: vlastní; data: [2, 4, 47, 51]

Letiště	Průměrný roční počet pohybů za poslední 3 roky	Výše přistávacího poplatku	Celkové roční příjmy z přistávacích poplatků	Příjmy z přistávacích poplatků při navýšení provozu o 10 %	Roční zvýšení příjmů z přistávacích poplatků při zavedení r-AFIS
České Budějovice	7 132	500 Kč	3 566 000 Kč	3 922 600 Kč	356 600 Kč
Hradec Králové	35 390	500 Kč	17 695 000 Kč	19 464 500 Kč	1 769 500 Kč
Letňany	32 055	500 Kč	16 027 500 Kč	17 630 250 Kč	1 602 750 Kč
Mnichovo Hradiště	9 794	500 Kč	4 897 000 Kč	5 386 700 Kč	489 700 Kč
Olomouc	6 522	500 Kč	3 261 000 Kč	3 587 100 Kč	326 100 Kč
Plzeň-Líně	18 800	500 Kč	9 400 000 Kč	10 340 000 Kč	940 000 Kč

Výpočet návratnosti investic do r-AFIS pro jednotlivá letiště viz Tabulka 7. Návratnost investic se pohybuje mezi 4,7 až 10 lety.

Tabulka 7 Návratnost výše investic do r-AFIS. Zdroj: vlastní

Letiště	Výše investice do r-AFIS	Výše ušetřených ročních nákladů na dispečery	Zvýšení ročních příjmů o 10% díky nárůstu letů IFR	Návratnost investice
České Budějovice	10 470 000 Kč	984 000 Kč	356 600 Kč	94 měsíců
Hradec Králové	10 470 000 Kč	480 000 Kč	1 769 500 Kč	56 měsíců
Letňany	10 470 000 Kč	552 000 Kč	1 602 750 Kč	58 měsíců
Mnichovo Hradiště	10 470 000 Kč	1 236 000 Kč	489 700 Kč	73 měsíců
Olomouc	10 470 000 Kč	732 000 Kč	326 100 Kč	119 měsíců
Plzeň/Líně	10 470 000 Kč	984 000 Kč	940 000 Kč	65 měsíců

5.4 Zhodnocení navrhovaného konceptu r-AFIS IFR pro neřízená letiště

Investice do navrhovaného konceptu r-AFIS IFR přinese provozovatelům letišť roční úspory na mzdy dispečerů 48 až 70 %, zvýšení výnosů z přistávacích poplatků díky nárůstu počtu letů IFR o 10 % s návratností investice 4,7 až 10 let. Na základě těchto zjištěných údajů lze konstatovat, že investice do navrhovaného konceptu zavedení r-AFIS IFR na šesti neřízených letištích je z dlouhodobého hlediska akceptovatelná.

6 NÁVRH VYUŽITÍ R-AFIS PRO HELIPORTY HEMS V ČR

V této kapitole je navržen koncept využití r-AFIS pro heliporty HEMS.

6.1 Letecká záchranná služba

Centra vysoce specializované traumatologické péče (traumacentra) jsou pracoviště v rámci nemocnic, která zajišťují komplexní a neodkladnou lékařskou péči o pacienty s vážnými úrazy ohrožujícími na životě. Podmínkou pro získání titulu traumacentrum je mimo jiné také možnost využití certifikovaného heliportu pro HEMS v přímé blízkosti jeho pracoviště (každé traumacentrum by mělo mít hlavní a záložní heliport). V ČR je celkem 12 Center vysoce specializované traumatologické péče pro dospělé a 8 Center vysoce specializované traumatologické péče pro děti. [3] Celkem je 13 hlavních heliportů v rámci traumacenter viz Tabulka 8. Z toho šest heliportů je provozováno v režimu 24/7.

Tabulka 8 Heliporty v rámci traumacenter. Zdroj: vlastní; data [3, 39]

Heliporty u traumacenter pro dospělé	Provoz VFR	Heliport
FN Motol v Praze *	den / noc + PinS	hlavní
FN Královské Vinohrady v Praze	den / noc	hlavní
Ústřední vojenská nemocnice v Praze	den / noc	hlavní
FN Plzeň	den / noc	hlavní a záložní
Nemocnice České Budějovice *	den	hlavní
Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem *	den	hlavní
Krajská nemocnice Liberec *	den / noc	hlavní
FN Hradec Králové *	den	hlavní
FN Ostrava *	den	hlavní
FN Olomouc	den	hlavní
FN Brno *	den / noc	hlavní a záložní
Krajská nemocnice T. Bati ve Zlíně	den	hlavní
Thomayerova nemocnice Praha (pouze pro děti)	den	hlavní
* traumacentra pro děti i dospělé		

Heliporty traumacenter jsou obsluhovány vrtulníky z celkem 10 základen HEMS, které provozují čtyři provozovatelé, tj. DSA a.s., slovenská společnost ATE spol. s.r.o., Armáda ČR (AČR) a Letecká služba Policie ČR (LS PČR). Tito provozovatelé byli vybráni na základě výběrového řízení. Poskytují leteckou záchrannou službu od 1.1.2021 a budou jí poskytovat až do roku 2028. [10] Letecká záchranná služba je objednáвана a financována Ministerstvem zdravotnictví ČR. Náklady na zajištění HEMS převyšují 500 mil. Kč ročně.

Zdravotní pojišťovny se finančně podílejí pouze na provedených ošetřeních, která pokrývají méně než 1 % celkových ročních nákladů. [52] Přehled stanovišť základen HEMS, provozovatelů a typů vrtulníků je uveden v Tabulce 9.

Tabulka 9 Přehled základen HEMS. Zdroj: vlastní; data [9, 10, 39]

Základna HEMS	Označení heliportu	Označení vrtulníku	Provoz VFR	Provozovatel	Typ vrtulníku
Praha	neuveďeno	Kryštof 1	den / noc	LS PČR	EC 135 T2+
Brno	LKBG	Kryštof 4	den / noc	DSA	EC 135 T2+
Ostrava	LKOZ	Kryštof 5	den / noc	ATE	EC 135 T2+
Hradec Králové	LKHH	Kryštof 6	den / noc	DSA	EC 135 T2+
Plzeň/Líně	neuveďeno	Kryštof 7	den / noc	AČR	PZL W-3 Sokol
Olomouc	LKOT	Kryštof 9	den	ATE	EC 135 T2+
Jihlava	LKJL	Kryštof 12	den	DSA	EC 135 T2+
České Budějovice	LKCA	Kryštof 13	den	DSA	EC 135 T2+
Ústí n. Labem	LKUB	Kryštof 15	den / noc	DSA	EC 135 T2+
Liberec	LKLH	Kryštof 18	den	DSA	EC 135 T2+

Základny HEMS mají operační rádius zhruba 70 km (obvykle se primární zásahy uskutečňují do 30 až 40 km od základny) a pokrývají celou plochu ČR. V provozní (pohotovostní) době jsou vrtulníky připraveny vzlétnout do 3 až 4 minut od zavolání Krajského zdravotnického operačního střediska ve dne a do 10 minut v noci. Činnosti těchto vrtulníků se dělí na primární, neodkladné sekundární a ambulantní lety. Mezi primární lety jsou řazeny záchranné operace v místě nehody, základní ošetření, stabilizace vitálních funkcí pacienta a zajištění jeho převozu do nejvhodnějšího zdravotnického zařízení nebo předání pacienta posádce sanitního vozu. Mezi neodkladné sekundární lety patří nemocniční transport pacientů, kteří vyžadují intenzivní nebo resuscitační péči (z menších nemocnic do fakultních nemocnic nebo traumacenter). Ambulantní lety tvoří přibližně 5 % všech letů HEMS, kdy vrtulník přepravuje orgány pro transplantaci nebo stabilizované pacienty mezi nemocnicemi, kdy je transport pozemní cestou méně vhodný vzhledem k charakteru zranění. [52, 53]

O nasazení vrtulníků HEMS rozhodují Krajská zdravotnická operační střediska na základě závažnosti zdravotního stavu pacienta tzn. „triáž“ a v případech, kde nelze provést zásah běžnými prostředky nebo kde je využití vrtulníků rychlejší a efektivnější. Dále vrtulníky HEMS provádějí průzkumy míst mimořádných událostí, evakuaci osob nebo citlivého

materiálu z těchto lokalit a přepravu specialistů záchranné jednotky. Dispečinky Krajských zdravotních operačních středisek dávají pokyn ke vzletu a také mohou předčasně let zrušit (s výjimkou zrušení letu v průběhu zásahu z důvodu nepříznivého počasí). Průběhy letů HEMS jsou monitorovány Krajskými zdravotními operačními středisky přes aplikace GINA HEMS a AZZS ČR. V těchto aplikacích jsou zobrazeny polohy všech vrtulníků HEMS a při letu na určitý heliport v ČR je vidět, zda je obsazený či nikoliv. V případě potřeby použití heliportu jiným krajským vrtulníkem se využije záložní heliport, pokud je k dispozici. Komunikace mezi posádkou HEMS a velínem nemocnice za dne většinou neprobíhá. Osvětlení heliportu v noci si aktivují piloti rádiem (zaklíčováním příslušné frekvence) nebo telefonickým spojením s nemocnicí. [28]

6.2 Problematika letů vrtulníků HEMS

Pokud jsou meteorologické podmínky na heliportech HEMS horší než minima VMC, vzlety a přistání musí být prováděny podle IFR. Vrtulníky HEMS mohou létat podle IFR, pokud vrtulník i posádka má oprávnění létat za Meteorologických podmínek pro let podle přístrojů (Instrument Meteorological Conditions – IMC). Existují i zvláštní lety VFR (ZVFR), které mohou na základě letového povolení letět v CTR za podmínek IMC. [25] Pokud posádka ani vrtulník HEMS nemá oprávnění létat podle IFR nebo se nenachází na heliportu, který umožňuje vzlet či přistání za pravidel IFR (včetně aktivní RMZ nebo CTR) s publikovaným přístrojovým přiblížením, musí posádka odmítnout pokyn dispečinku ke vzletu z důvodu nepříznivého počasí. V ČR jsou lety IFR vrtulníky HEMS prováděny pouze AČR a LS PČR, která může uskutečnit přílet a odlet za využití infrastruktury Letiště Václava Havla Praha, na kterém sídlí. Dle dostupných informací soukromé společnosti DSA a ATE zatím neprovozují lety IFR. Nevýhodou letu IFR je také riziko námrazy. V ČR má odmrazovací systémy pouze AČR, která provozuje vrtulník PZL W-3A SOKOL. [2]

Zlepšení možnosti využití vrtulníků HEMS i za podmínek IMC by mohlo pomoci zavedení r-AFIS IFR na hlavní infrastrukturu, tj. heliportech traumacenter a základen HEMS. Dále by bylo potřeba zavést zóny RMZ na těchto heliportech a publikovat přístrojová přiblížení. Jako vhodné se jeví využití nepřesného přístrojového přiblížení a odletu na Bod v prostoru (Point-in-Space – PinS) založené na družicové navigaci, jelikož nevyžaduje žádné investice do infrastruktury heliportů. Je to speciálně navržený postup pouze pro vrtulníky. Přiblížení se skládá z přístrojové a vizuální závěrečné části přiblížení, není proto třeba nic měnit na heliportu certifikovaném pro provoz VFR.

Lety IFR však nejsou pro vrtulníky HEMS z časového pohledu nejoptimálnější, z důvodu nutnosti nastoupaní do výšky a letu minimálně 1000ft nad překážkami. Z tohoto důvodu let

IFR může trvat i o několik minut déle než let VFR za podmínek VMC. Časové zpoždění se nejeví jako benefit k pacientovi, jelikož obvyklá doba přiletu k místa zásahu je pro lety VFR do 20 min (operační radius 70 km) na 95,9 % územní ČR (obrázek v Příloze 10) během dne. [13, 19, 48, 52] Vrtulníky HEMS běžně zasahují do 30-40 km od základny (přibližně do 10 min). Delší doba letu IFR se nejeví jako příliš efektivní také díky malé rozloze ČR, která je velmi dobře pokryta pozemními záchrannými složkami. Dle Martina Škvrně z DSA a.s. by se našly pro HEMS lety IFR jednotlivé případy, kdy by se IFR let vyplatil, ale tyto lety by představovaly velmi malé procento. Těchto pár letů však může znamenat záchranu lidského života, jelikož vrtulníky HEMS jsou posílány k těžkým zraněním.

6.3 Analýza heliportů traumacenter a základen HEMS

Nejprve je zapotřebí analyzovat všechny zainteresované heliporty do návrhu, jejich umístění a vzdušný prostor, v jakém se nacházejí. Součástí analýzy je i návrh vytvoření RMZ viz Tabulka 10 na další straně.

R-AFIS IFR není třeba implementovat na osmi heliportech, které se nacházejí v řízeném vzdušném prostoru CTR (jsou zde povoleny lety VFR i IFR), jelikož na těchto heliportech je poskytována služba ATC v režimu 24/7. Zde by postačovalo publikování postupů PinS.

Pro heliporty, které se nachází přímo v ATZ letišť, se jako jediné řešení jeví vytvoření RMZ a implementace r-AFIS IFR na těchto letištích. Odtud by potom byla poskytována služba AFIS IFR i pro tyto heliporty. RMZ na letišti v Hradci Králové by musela být zvětšena tak, aby zahrnovala oba heliporty, které jsou vzdálené od ATZ letiště Hradec Králové přibližně do 1,5 km. Implementace r-AFIS IFR by byla výhodou i pro tato letiště, která by také mohla fungovat v podmínkách IMC.

Ve třech případech (heliport traumacentra FN Ostrava, FN Plzeň a Krajské nemocnice T. Bati ve Zlíně) by bylo zapotřebí implementace r-AFIS IFR a vytvoření samostatných zón RMZ tak, aby nezasahovaly do CTR (MOSNOV a KUNOVICE) a ATZ letiště Plzeň/Letkov.

Pro tento návrh bude r-AFIS IFR implementován na sedmi letištích a třech heliportech.

Tabulka 10 Analýza heliportů traumacenter a základen HEMS. Zdroj: vlastní; data [39, 40]

Heliport	Označení	Provoz VFR	Vzdušný prostor	Poznámky	Návrh vytvoření RMZ
Základna HEMS Praha	neuveдено	den/noc	CTR RUZYNE	řízený vzdušný prostor	není třeba
FN Motol v Praze	LKPH	den/noc + PinS	CTR RUZYNE	řízený vzdušný prostor	není třeba
FN Královské Vinohrady v Praze	LK0866	den/noc	CTR RUZYNE	řízený vzdušný prostor	není třeba
Ústřední vojenská nemocnice v Praze	LKPT	den/noc	CTR RUZYNE	řízený vzdušný prostor	není třeba
Thomayerova nemocnice Praha	LKPK	den	CTR RUZYNE	řízený vzdušný prostor	není třeba
Základna HEMS Brno	LKBG	den/noc	CTR TURANY	řízený vzdušný prostor	není třeba
FN Brno	LKBG, LKBN	den/noc	CTR TURANY	řízený vzdušný prostor	není třeba
Základna HEMS Ostrava	LKOZ	den/noc	CTR MOSNOV	řízený vzdušný prostor	není třeba
FN Ostrava	LKOP	den	G	nedaleko CTR MOSNOV	samostatná RMZ pro heliport
Základna HEMS Olomouc	LKOT	den	G / ATZ LKOL	v ATZ letiště Olomouc	RMZ Olomouc
FN Olomouc	LKOC	den	G / ATZ LKOL	v ATZ letiště Olomouc	RMZ Olomouc
Základna HEMS České Budějovice	LKCA	den	G / ATZ LKCS	v ATZ letiště České Budějovice	RMZ České Budějovice
Nemocnice České Budějovice	LKCC	den	G / ATZ LKCS	v ATZ letiště České Budějovice	RMZ České Budějovice
Základna HEMS Hradec Králové	LKHH	den/noc	G	velmi blízko ATZ letiště Hradec Králové	RMZ Hradec Králové
FN Hradec Králové	LKHR	den	G	velmi blízko ATZ letiště Hradec Králové	RMZ Hradec Králové
Základna HEMS Ústí n. Labem	LKUB	den/noc	G / ATZ LKUL	v ATZ letiště Ústí nad Labem	RMZ Ústí nad Labem
Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem	LKUS	den	G / ATZ LKUL	v ATZ letiště Ústí nad Labem	RMZ Ústí nad Labem
Základna HEMS Liberec	LKLH	den	G / ATZ LKLB	v ATZ letiště Liberec	RMZ Liberec
Krajská nemocnice Liberec	LKLC	den/noc	G / ATZ LKLB	v ATZ letiště Liberec	RMZ Liberec
Základna HEMS Plzeň/Líně	neuveдено	den/noc	G / ATZ LKLN	na letišti Plzeň/Líně	RMZ Plzeň/Líně
FN Plzeň	LKPZ, LKPV	den/noc	G	nedaleko ATZ letiště Letkov	samostatná RMZ pro heliport
Základna HEMS Jihlava	LKJL	den	G / ATZ LKLI	v ATZ letiště Jihlava	RMZ Jihlava
Krajská nemocnice T. Bati ve Zlíně	LKZI	den	G	nedaleko CTR Kunovice	samostatná RMZ pro heliport

6.4 Poskytování r-AFIS IFR pro vrtulníky HEMS

Služba r-AFIS IFR by byla poskytována v provozních dobách letišť a heliportů HEMS. Ve čtyřech případech by provozní doba heliportů HEMS přesahovala provozní dobu na letištích Hradec Králové, Ústí na Labem, Plzeň/Líně a Liberec. Tato letiště by mimo svojí provozní dobu byla zavřená, ale služba r-AFIS IFR by byla nadále poskytována v aktivní RMZ těchto letišť. Vrtulníky HEMS by tak mohly fungovat i v podmínkách IMC. Otevření výše zmíněných letišť na vyžádání předem by na základě tohoto postupu bylo velmi flexibilní.

6.4.1 Návrh RTC HEMS

Ideálním řešením by bylo nalézt vhodné existující prostory v budově některého z Krajských zdravotnických operačních středisek nebo dotčených letišť, aby se ušetřily finanční prostředky na stavbu nové budovy pro RTC HEMS. Prostor potřebný pro RTC by při třech RTM zaujímal přibližně 75 m² a dalších přibližně 200 m² by činilo zázemí, monitorovací středisko a kanceláře. Pro návrh počtu RTM je třeba analyzovat provozní doby letišť a heliportů viz Tabulka 11.

Tabulka 11 Analýza letišť a heliportů. Zdroj: vlastní; data [40]

Letiště	Provozní doba (místní letní čas)
České Budějovice	PO-NE 8:00-20:00
Hradec Králové	PO-NE 8:00-20:00
Olomouc	PO-NE 7:00-20:00
Plzeň-Líně	PO-NE 9:00-17:00
Ústí nad Labem	SO-NE a svátky
Liberec	při provozu aeroklubu nebo na vyžádání 24 hod předem
Jihlava	při provozu aeroklubu nebo na vyžádání 24 hod předem
Heliport	Provozní doba
FN Plzeň	24/7
FN Ostrava	den
Krajská nemocnice T. Bati ve Zlíně	den

Letiště a heliporty by byly rozděleny na základě očekávaného provozu, aby se provoz rovnoměrně rozdělil do tří RTM.

Ze dvou RTM by přes den od pondělí do pátku byla poskytována služba r-AFIS IFR pro letiště České Budějovice, Hradec Králové, Olomouc, Plzeň/Líně simultánně a pro tři heliporty HEMS na vyžádání. O víkendech (a státních svátcích) bývá provoz vyšší, proto by v tyto dny byly využívány tři RTM. Příklad rozdělení letišť a heliportů HEMS do RTM viz Tabulka 12.

Tabulka 12 Návrh využití RTM. Zdroj: vlastní

Návrh využití RTM – pondělí až pátek				
RTM 1	letiště České Budějovice	letiště Hradec Králové	heliport Krajské nemocnice T. Bati ve Zlíně (na vyžádání)	
RTM 2	letiště Olomouc	letiště Plzeň/Líně	heliport FN Plzeň (na vyžádání)	heliport FN Ostrava (na vyžádání)
RTM 3	v případě zvýšení provozu	na vyžádání (Liberec, Jihlava)		
Návrh využití RTM – víkendy a svátky				
RTM 1	letiště České Budějovice	letiště Hradec Králové	heliport Krajské nemocnice T. Bati ve Zlíně (na vyžádání)	
RTM 2	letiště Olomouc	letiště Plzeň/Líně	heliport FN Plzeň (na vyžádání)	heliport FN Ostrava (na vyžádání)
RTM 3	letiště Ústí nad Labem	letiště Liberec (na vyžádání)	letiště Jihlava (na vyžádání)	

6.5 Finanční analýza navrhovaného konceptu

Pro všechna letiště je uvažováno s implementací konfigurace r-AFIS Varianta 1 s nástavbovými funkcemi, jelikož služby AFIS mohou být poskytovány i za IMC. Pro heliporty je uvažováno s umístěním kamer do všech směrů přistávací a odletové plochy (postupy PinS jsou uvažovány, že budou publikovány v těchto směrech) viz Tabulka 13, využitím prostoru nemocnic pro umístění servisní místnosti a instalace kamerového krytu na budovu nemocnice.

Tabulka 13 Analýza směrů přibližovacích a vzletových ploch heliportů. Zdroj: vlastní; data [39]

Heliport	Směry přibližovacích a vzletových ploch heliportů	Počet kamer (jedna pokrývá přibližně 25°)
FN Plzeň	075°, 118°, 255°, 298°	4
FN Ostrava	neuvedeno	uvažováno 4
Krajská nemocnice T. Bati ve Zlíně	014°, 093° až 135°, 194°, 273° až 315°	6

Celková pořizovací cena návrhu při využití již stávající budovy pro RTC by činila:

$(7\,545\,000 \times 7 \text{ r-AFIS}) + (3\,200\,000 \times 2 \text{ r-AFIS heliport se čtyřmi kamerami}) + 3\,270\,000 \text{ (r-AFIS heliport s šesti kamerami)} + (5\,020\,000 \times 3 \text{ RTM}) + 7\,500\,000 \text{ (1 RTC)}$
 = 85 045 000 Kč.

Při rovnoměrném dělení nákladů na pořízení RTC a tří RTM investice na jedno letiště vychází přibližně 9 800 000 Kč a na jeden heliport přibližně 5 480 000 Kč.

S dodatečnými náklady na vyškolení dispečerů r-AFIS IFR a servisních techniků není uvažováno.

Pořízení systému r-AFIS na letištích Ústí nad Labem, Liberec a Jihlava se nejeví jako reálné, protože tyto letiště mají krátkou provozní dobu (pouze na vyžádání). Je tedy pravděpodobné, že nemají volné finance na investici v takovém rozsahu.

Jelikož je provoz HEMS financován Ministerstvem zdravotnictví, zřejmě by ministerstvo muselo zabezpečit převážnou část pořizovacích nákladů pro tato tři letiště.

Je uvažováno, že by Ministerstvo zdravotnictví financovalo 90 % celkové pořizovací ceny pro tři letiště s krátkou provozní dobou a 20 % pro ostatní letiště (nebo by poskytlo jednorázovou finanční úlevu). V tomto případě by investice ze strany Ministerstva zdravotnictví byla celkem 42 169 000 Kč.

Pro letiště Ústí nad Labem, Liberec a Jihlava by to znamenalo investovat 980 000 Kč.

Pro ostatní letiště, tj. Hradec Králové, České Budějovice, Plzeň/Líně a Olomouc by se investice do r-AFIS IFR vyplatila i bez finanční pomoci Ministerstva zdravotnictví (viz kapitola 5.3). S finanční úsporou 20 % by bylo nutné investovat částku 7 840 000 Kč.

6.6 Zhodnocení možnosti využití r-AFIS IFR pro HEMS

Ministerstvo zdravotnictví ročně zaplatí kolem 500 mil. Kč na provoz HEMS. Tyto náklady jsou v porovnání s jednorázovou investicí 42 mil. Kč do implementace systému r-AFIS IFR pouze 8,5 % celkových ročních nákladů. Realizace navrhovaného konceptu r-AFIS IFR přinese možnost využívání letů IFR na heliportech traumacenter a základen HEMS, které jsou kritickým bodem této služby. HEMS je převážně o poskytování pomoci lidem. Pokud i malé procento letů IFR má potenciál zachraňovat lidské životy, pak investice do implementace r-AFIS IFR má jednoznačně smysl.

7 DISKUSE

Na základě konzultací s letišti bylo zjištěno, že zavedení služby AFIS bez certifikace IFR nemá žádný přínos, a také že poskytování této služby může být i několikanásobně dražší než poskytování služby RADIO. Pro další výzkum by proto bylo vhodné vyhodnotit možnosti využití systému r-TWR za účelem poskytování služby RADIO pro letiště, která nechtějí provozovat lety IFR. Systém r-RADIO by tak mohl být levnější a dostupnější, než r-AFIS.

Do navrhovaného konceptu byla vybrána letiště na základě jednoho kritéria. Výběr letišť do konceptu by mohl být také rozšířen, např. o letiště která mají provozní dobu minimálně pět dní v týdnu, např. letiště Benešov (LKBE) a Přerov (LKPO). Nebo o letiště, která jsou otevřená dva dny v týdnu, ale uvažují o prodloužení provozní doby. Pro zjištění takových informací by musela být provedena analýza všech neřízených letišť v ČR. Dále by do konceptu mohly být zapojeny i neveřejné heliporty. Výhodou více zapojených letišť a heliportů při společném financování by potom bylo snížení pořizovací ceny pro jednotlivé provozovatele. Na druhou stranu, při vyšším počtu zainteresovaných subjektů s různými požadavky bude složitější stanovit pravidla na sdílení provozních nákladů.

Pro poskytování r-AFIS IFR třem letišťům simultánně bude nezbytné efektivně plánovat, jak spojit letiště do příslušných RTM na základě očekávaného provozu na letištích. Bude muset být vytvořena podrobná analýza využití těchto letišť a jejich časů největšího vytížení. Nejlepším řešením bude do jednoho RTM spojit letiště na základě odlišné denní doby nejvyššího kapacitního vytížení.

ZÁVĚR

Na základě dosažených výsledků lze konstatovat, že r-TWR je možné modifikovat pro poskytování služby r-AFIS. Za účelem snížení pořizovací ceny je také možné ze systému r-TWR odebrat některé nepotřebné prvky a funkce. Ceny systému r-TWR byly určeny na základě průzkumu trhu v porovnání s diplomovou prací Zdeňka Pidrmana, jelikož se nepodařilo získat ceny jednotlivých položek od společnosti Saab. Pro přesnější výpočet pořizovací ceny by bylo zapotřebí získat neveřejné ceny od některého výrobce zabývajícím se r-TWR.

Implementace r-AFIS v konfiguraci tří letišť spojených do jednoho RTM pomůže provozovatelům letišť snížit finanční náklady na dispečery v průměru o 60 %. Služba AFIS také přináší možnost certifikace letiště k poskytování služby AFIS IFR. Letiště tak nemusí být mimo provoz za nepříznivých meteorologických podmínek horších než minima VMC. I za těchto podmínek mohou přistávat a odlétat letadla, ze kterých má letiště příjmy z přistávacích poplatků a dalších služeb, např. tankování, handling apod. Návrh investice do r-AFIS IFR je v závislosti na pořizovací ceně, předpokládaném snížení počtu dispečerů a očekávaném nárůstu příjmu z přistávacích poplatků za lety IFR. Dle analýz a výpočtů bylo zjištěno, že návratnost investice pro konkrétní návrh šesti letišť je v průměru 6,5 roku, což je z dlouhodobého hlediska akceptovatelná investice.

Pro návrh možnosti využití r-AFIS byly vybrány také heliporty HEMS. Nejprve proběhla analýza heliportů traumacenter a základen HEMS. Na základě těchto dat byl navržen koncept poskytování r-AFIS IFR a podroben finanční analýze. Hlavním cílem implementace r-AFIS IFR na heliportech HEMS není finanční zisk jako u letišť, ale provádění letů podle IFR a rozšíření možností vzletů vrtulníků HEMS k zásahům v době, kdy na heliportu traumacentra nebo základny HEMS panují podmínky IMC. Přesto, že ne vždy se let IFR vyplatí z časových důvodů, je opodstatněné mít možnost vrtulníky HEMS využít, jelikož každý vzlet má potenciál zachránit lidský život. Většina provozovatelů HEMS však není zatím schopná létat podle IFR. Ministerstvo zdravotnictví by proto mohlo vznést požadavky na provoz IFR (výcvik posádek a také např. na vybavení vrtulníku odmrazovacími systémy) v rámci dalšího výběrového řízení na provozovatele HEMS od roku 2029.

Jako ideální se jeví propojení obou návrhů, jelikož většina heliportů HEMS se nachází v ATZ vybraných letišť. Implementace r-AFIS IFR na vybraných letištích a heliportech traumacenter a základen HEMS je jednak výhodnou investicí pro tato letiště a zároveň přinese možnosti využití letů IFR pro vrtulníky HEMS a pravděpodobně i více zachráněných lidských životů.

Cílem práce bylo zhodnotit možnosti využití r-TWR pro neřízená letiště a pro heliporty v neřízeném vzdušném prostoru. Na základě výše uvedených informací lze říct, že cíl práce byl splněn. Táto práce může sloužit jako průvodní studie pro projekty realizace navržených konceptů nebo pro účely dalších studií na téma zavedení r-AFIS na letištích a heliportech v neřízeném vzdušném prostoru v ČR.

POUŽITÉ ZDROJE

[1] ALL WEATHER INC. Allweatherinc.com. *Automated Weather Observing System (AWOS)* [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: <http://www.allweatherinc.com/international-automated-weather-observation-system/>

[2] CZECH AIR FORCE. Czechairforce.cz. *Letecká pátrací a záchranná služba aneb SAR po česku* [online]. [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <http://czechairforce.com/history/letecka-patraci-a-zachranna-sluzba-aneb-sar-po-cesku/>

[3] ČESKÉ SPOLEČNOSTI PRO ÚRAZOVOU CHIRURGII. Csuch.cz. *Seznam traumacenter* [online]. [cit. 2021-04-24]. Dostupné z: <https://www.csuch.cz/seznam-traumacenter/>

[4] DELIČOVÁ, Kateřina. Aero – taxi OKR, a.s. *Poskytování služby RADIO na letišti v Mnichově Hradišti* [elektronická pošta]. 16.4.2021 [cit. 2021-04-30]. Osobní komunikace.

[5] EUROPEAN COCKPIT ASSOCIATION. Eurocockpit.be. *Remote tower: ECA Position* [online]. Brusel, 2020 [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: https://www.eurocockpit.be/sites/default/files/2020-10/ECA_Position_Remote_Tower_ECA_2020_F3.pdf

[6] EUROPEAN UNION AVIATION SAFETY AGENCY. Easa.europa.eu. *Guidance material on remote aerodrome air traffic services Tower* [online]. [cit. 2021-03-17]. Dostupné z: <https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/Annex%20I%20E2%80%94%20GM%20on%20remote%20aerodrome%20air%20traffic%20services%20E2%80%94%20Issue%202.pdf>

[7] EVROPSKÁ KOMISE, CORDIS. Cordis.europa.eu. *PJ05-W2 Digital Technologies for Tower* [online]. 17.1.2021 [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://cordis.europa.eu/project/id/874470>

[8] FÄLT, Kari. *Remote towers* [online]. 5.8.2012 [cit. 2021-03-26]. Dostupné z: <https://www.entrypointnorth.com/wp-content/uploads/sites/3/SAAB-Remote-Towers.pdf>

[9] FRANĚK, Ondřej. Zachrannasluzba.cz. *Letecká záchranná služba v ČR* [online]. [cit. 2021-04-24]. Dostupné z: <https://zachrannasluzba.cz/letecka-zachranna-sluzba/>

[10] FRANĚK, Ondřej. Zachrannasluzba.cz. *Mapa základen LZS od příštího roku nejspíš zežlutne* [online]. 9.1.2020 [cit. 2021-04-24]. Dostupné z: <https://zachrannasluzba.cz/mapa-zakladen-lzs-od-pristiho-roku-nejspis-zezloutne/>

[11] FREQUENTIS. Frequentis.com. *Germany adopts advanced remote tower technology* [online]. [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: https://www.frequentis.com/sites/default/files/support/2021-03/FREQUENTIS_DFS_AEROSENSE_case_study_Germany.pdf

[12] FREQUENTIS. Frequentis.com. *Whitepaper: Introduction to remote virtual tower* [online]. 2019 [cit. 2021-04-22]. Dostupné z: https://www.frequentis.com/sites/default/files/support/2019-06/RVTO_whitepaper_aerosense.pdf

- [13] GŘEGOR, Roman, aj. Urgmed.cz. *Letecká záchranná služba v ČR: Současný stav a odborné medicínské, provozní a technické požadavky na poskytování LZS v ČR v budoucnu* [online]. 30.5.2018 [cit 2021-05-07]. Dostupné z: https://urgmed.cz/wp-content/uploads/2019/03/2018_LZSVCR-1.pdf
- [14] INDRA. *Indracompany.com. Indra revolutionizes air traffic control with an artificial intelligence remote tower* [online]. 17.2.2020 [cit 2021-05-07]. Dostupné z: https://www.indracompany.com/sites/default/files/20200217_pr_indra_ia_cognitive_remote_tower_1.pdf
- [15] INTERNATIONAL FEDERATION OF AIR TRAFFIC CONTROLLERS' ASSOCIATIONS. *Ifatca.org. Remote towers* [online]. 2019 [cit 2021-03-31]. Dostupné z: <https://www.ifatca.org/remote-towers-guidance/>
- [16] KONGSBERG. *Kongsberg.com. 360° Camera System* [online]. 09/2019 [cit 2021-05-07]. Dostupné z: <https://www.kongsberg.com/globalassets/kda/products/defence-and-security/aviation-and-security/remote-and-digital-towers/kongsberg-360-camera.pdf>
- [17] KONGSBERG. *Kongsberg.com. Remote towers* [online]. [cit 2021-03-26]. Dostupné z: <https://www.kongsberg.com/globalassets/kda/products/defence-and-security/aviation-and-security/remote-and-digital-towers/kongsberg-remote-towers.pdf>
- [18] KONGSBERG. *Kongsberg.com. Spain's menorca airport to operate with kongsberg's remote tower system* [online]. 16.10.2020 [cit 2021-05-07]. Dostupné z: <https://www.kongsberg.com/newsandmedia/news-archive/20202/spains-menorca-airport-to-operate-with-kongsbergs-remote-tower-system/>
- [19] KOVÁČ, Tibor. *Lzsline.cz. Letecká záchranná služba Líně* [online]. [cit 2021-05-06]. Dostupné z: <http://www.lzsline.cz/lzs.html>
- [20] LANDIN, Johan. Saab AB. *Remote tower system* [elektronická pošta]. 13.4.2021 [cit. 2021-04-22]. Osobní komunikace.
- [21] LETECKÉ SLUŽBY HRADEC KRÁLOVÉ A.S.. *Lshk.cz. Výroční zpráva 2019* [online]. [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://lshk.cz/wp-content/uploads/2020/06/V%C3%BDro%C4%8Dn%C3%AD-zpr%C3%A1va-LSHK-a.s.-2019.pdf>
- [22] LUFTFARTSVERKET. *Lfv.se. Remote tower services* [online]. [cit 2021-03-23]. Dostupné z: <https://www.lfv.se/en/services/airport-services/remote-tower-services/remote-tower-services>
- [23] MINISTERSTVO DOPRAVY ČR. *Aim.rlp.cz. Letecký předpis L 11* [online]. [cit. 2021-03-04]. Dostupné z: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-11/index.htm>
- [24] MINISTERSTVO DOPRAVY ČR. *Aim.rlp.cz Letecký předpis L 15: Dodatek O* [online]. [cit. 2021-02-18]. Dostupné z: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-15/data/effective/DodO.pdf>
- [25] MINISTERSTVO DOPRAVY ČR. *Aim.rlp.cz. Letecký předpis L 2: Hlava 4* [online]. [cit. 2021-05-11]. Dostupné z: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-2/data/effective/hl4.pdf>
- [26] MINISTERSTVO DOPRAVY ČR. *Mdcr.cz. Letecký předpis L 14H* [online]. [cit. 2021-03-29]. Dostupné z: <https://www.mdcr.cz/getattachment/Dokumenty/Letecka-doprava/Pravni-predpisy/Letiste/Letecky-predpis-L-14H-Heliporty.pdf.aspx>

- [27] NYSTRÖM, Sofia, KASTBERG NIELSEN, Claus a NORDSTRÖM, David. Copenhagen Economics.com. *Reducing costs of air traffic control* [online]. Stockholm, 26.3.2019 [cit 2021-04-15]. Dostupné z: <https://www.copenhageneconomics.com/dyn/resources/Publication/publicationPDF/6/486/1553615733/reducing-costs-of-air-traffic-control.pdf>
- [28] PAŠEK, Zdeněk. Odbor letecké záchranné služby a urgentní medicíny. *Koordinace vrtulníků Letecké záchranné služby* [elektronická pošta]. 15.4.2021 [cit. 2021-04-16]. Osobní komunikace.
- [29] PIDRMAN, Zdeněk, 2019. *Využití letiště Pardubice pro potřeby letectva Armády České republiky*. Pardubice. Diplomová práce. Univerzita Pardubice. Vedoucí práce Martin Novák.
- [30] RAYTHEON. Raytheon.com. *In plane sight* [online]. 20.3.2020 [cit 2021-04-15]. Dostupné z: <https://www.raytheonintelligenceandspace.com/news/feature/plane-sight>
- [31] ŘÍZENÍ LETOVÉHO PROVOZU ČR, s. p. Aim.rlp.cz. *Letecká informační příručka: AIP AD 1.1-1* [online]. [cit. 2021-03-29]. Dostupné z: https://aim.rlp.cz/ais_data/aip/data/valid/a1-1.pdf
- [32] ŘÍZENÍ LETOVÉHO PROVOZU ČR, s. p. Aim.rlp.cz. *Letecká informační příručka: AIP ENR 2.2-1* [online]. [cit. 2021-02-22]. Dostupné z: https://aim.rlp.cz/ais_data/aip/data/valid/e2-2.pdf
- [33] ŘÍZENÍ LETOVÉHO PROVOZU ČR, s. p. Aim.rlp.cz. *Letecká informační příručka: AIP ENR 5.1-1* [online]. [cit. 2021-02-23]. Dostupné z: https://aim.rlp.cz/ais_data/aip/data/valid/e5-1.pdf
- [34] ŘÍZENÍ LETOVÉHO PROVOZU ČR, s. p. Aim.rlp.cz. *Letecká informační služba: FIC Praha* [online]. [cit. 2021-02-19]. Dostupné z: <https://aim.rlp.cz/?lang=cz&p=fic-praha>
- [35] ŘÍZENÍ LETOVÉHO PROVOZU ČR, s. p. Aim.rlp.cz. *Letecká informační služba: O nás* [online]. [cit. 2021-02-19]. Dostupné z: <https://aim.rlp.cz/?lang=cz&p=o-nas>
- [36] ŘÍZENÍ LETOVÉHO PROVOZU ČR, s. p. Aim.rlp.cz. *Letecká informační příručka: VFR-GEN-6-1* [online]. [cit. 2021-02-19]. Dostupné z: https://aim.rlp.cz/vfrmanual/actual/pdf/gen_6_cz.pdf
- [37] ŘÍZENÍ LETOVÉHO PROVOZU ČR, s. p. Aim.rlp.cz. *Letecká informační příručka: VFR-ENR-1-1* [online]. [cit. 2021-03-04]. Dostupné z: https://aim.rlp.cz/vfrmanual/actual/pdf/enr_1_cz.pdf
- [38] ŘÍZENÍ LETOVÉHO PROVOZU ČR, s. p. Aim.rlp.cz. *Letecká informační příručka: VFR-ENR-2-1* [online]. [cit. 2021-02-23]. Dostupné z: https://aim.rlp.cz/vfrmanual/actual/pdf/enr_2_cz.pdf
- [39] ŘÍZENÍ LETOVÉHO PROVOZU ČR, s. p. Aim.rlp.cz. *Letecká informační příručka: VFR-HEL-1-1* [online]. [cit. 2021-04-14]. Dostupné z: https://aim.rlp.cz/vfrmanual/actual/pdf/hel_1_cz.pdf
- [40] ŘÍZENÍ LETOVÉHO PROVOZU ČR, s. p. AisView.cz [online]. [cit. 2021-05-09]. Dostupné z: <https://aisview.rlp.cz/>
- [41] SAAB AB. Saab.com. *Remote tower* [online]. [cit 2021-03-28]. Dostupné z: <https://www.slideshare.net/SaabGroup/saab-remote-tower-dubai-airshow-2015>

- [42] SAAB AB. Saab.com. *Saab Digital Air Traffic Solutions* [online]. [cit 2021-04-16]. Dostupné z: <https://www.saab.com/sites/saab-digital-air-traffic-solutions>
- [43] SAAB AB. Saab.com. *Saab remote tower solution: R-TWR system description*. 26.10.2020 [cit 2021-04-16].
- [44] SINGLE EUROPEAN SKY ATM RESEARCH JOINT UNDERTAKING. Sesarju.eu. *Remote towers: Keeping Europe connected* [online]. 3.3.2019 [cit 2021-04-19]. Dostupné z: <https://www.sesarju.eu/remotetowers>
- [45] SINGLE EUROPEAN SKY ATM RESEARCH JOINT UNDERTAKING. Sesarju.eu. *Final project report: PJ05 Remote tower* [online]. 27.11.2019 [cit 2021-04-19]. Dostupné z: https://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/projects/FPR/PJ05_D2.1_Final%20Project%20Report.pdf
- [46] STRIBUCKIJ, Robert. *Flying-revue.cz. Myšlenky z druhé strany rádia* [online]. 23.5.2020 [cit 2021-04-27]. Dostupné z: <https://www.flying-revue.cz/myslenky-z-druhe-strany-radia>
- [47] STUDENÝ, Josef. Aircraft Industries, a.s. *Provoz TWR a AFIS na letišti v Kunovicích* [elektronická pošta]. 26.4.2021 [cit. 2021-04-30]. Osobní komunikace.
- [48] ŠKVRNĚ, Martin. DSA a.s.. *Poskytování ATS na heliportech HEMS*. [elektronická pošta]. 13.4.2021 [cit. 2021-05-06]. Osobní komunikace.
- [49] TRAUTVETTER, Chad. Ainonline.com. *Study: Remote ATC Towers Reduce Costs, Expand Service* [online]. 11.7.2017 [cit 2021-04-15]. Dostupné z: <https://www.ainonline.com/aviation-news/business-aviation/2017-07-11/study-remote-atc-towers-reduce-costs-expand-service>
- [50] ÚŘAD PRO CIVILNÍ LETECTVÍ. *Směrnice ÚCL-211: Pravidla k udělování průkazů způsobilosti a některých osvědčení řídicích letového provozu a dispečerů AFIS* [online]. 15.5.2019 [cit 2021-03-03]. Dostupné z: <https://www.caa.cz/wp-content/uploads/2019/06/Sm.-%C3%9ACL-211-zm%C4%9Bna-%C4%8D.-11-final.pdf>
- [51] VODIČKOVÁ, Martina. Jihočeské letiště České Budějovice a.s.. *Poskytování služby RADIO na letišti v Českých Budějovicích* [elektronická pošta]. 13.4.2021 [cit. 2021-04-29]. Osobní komunikace.
- [52] ZDRAVOTNICKÁ ZÁCHRANNÁ SLUŽBA HL. M. PRAHY. Zzshmp.cz. *Letecká záchranná služba* [online]. [cit 2021-04-20]. Dostupné z: <https://www.zzshmp.cz/prednemocnicni-pecce/letecka-zachranna-sluzba/>
- [53] ZDRAVOTNICKÁ ZÁCHRANNÁ SLUŽBA PLZEŇSKÉHO KRAJE. Zzspk.cz. *Rozdělení činnosti letecké záchranné služby* [online]. [cit 2021-05-06]. Dostupné z: <http://www.zzspk.cz/rozdeleni-cinnosti-letecke-zachranne-sluzby.html>
- [54] ZUSKA, Adam. Aeroweb.cz. *Quo vadis, AFIS?* [online]. 25.4.2013 [cit 2021-03-30]. Dostupné z: <https://www.aeroweb.cz/clanky/3754-quo-vadis-afis>

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Cena systému r-TWR.....	40
Tabulka 2 Cena systému r-AFIS s nastavbovými funkcemi.	46
Tabulka 3 Cena systému r-AFIS bez nastavbových funkcí.	48
Tabulka 4 Počty dispečerů RADIO.	51
Tabulka 5 Přehled nákladů na dispečery.	52
Tabulka 6 Výpočty příjmů z přistávacích poplatků.	53
Tabulka 7 Návrh návratnosti výše investic do r-AFIS.	53
Tabulka 8 Heliporty v rámci traumacenter.....	55
Tabulka 9 Přehled základen HEMS.	56
Tabulka 10 Analýza heliportů traumacenter a základen HEMS.....	59
Tabulka 11 Analýza letišť a heliportů.	60
Tabulka 12 Návrh využití RTM.....	61
Tabulka 13 Analýza směrů přibližovacích a vzletových ploch heliportů.....	62

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Rozdělení FIR Praha.....	14
Obrázek 2 Delegování ATS na Německé řízení letového provozu.....	16
Obrázek 3 Prostředí aplikace GINA HEMS.....	22
Obrázek 4 Rotující kamera společnosti Kongsberg umístěná na vyvýšené platformě.....	31
Obrázek 5 Kamerový kryt Saab.....	32
Obrázek 6 Porovnání prvotního obrazu a finálního obrazu po úpravách.....	33
Obrázek 7 Konfigurace PTZ kamery bez IR (vlevo), s IR kamerou (vpravo).....	34
Obrázek 8 Věž r-TWR (vlevo). Servisní balkón (vpravo).....	36
Obrázek 9 Konfigurace RTM ve švédském RTC Sundsvall.....	37

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Vertikální rozdělení vzdušného prostoru a pravidla létání v ČR

Příloha 2 – Prostředí aplikace ASZZ ČR

Příloha 3 – Zobrazení přiblížení PTZ kamery

Příloha 4 – Zobrazení výstupu infračervené kamery

Příloha 5 – Návěstní světlometka

Příloha 6 – Zobrazení údajů AWOS na displeji

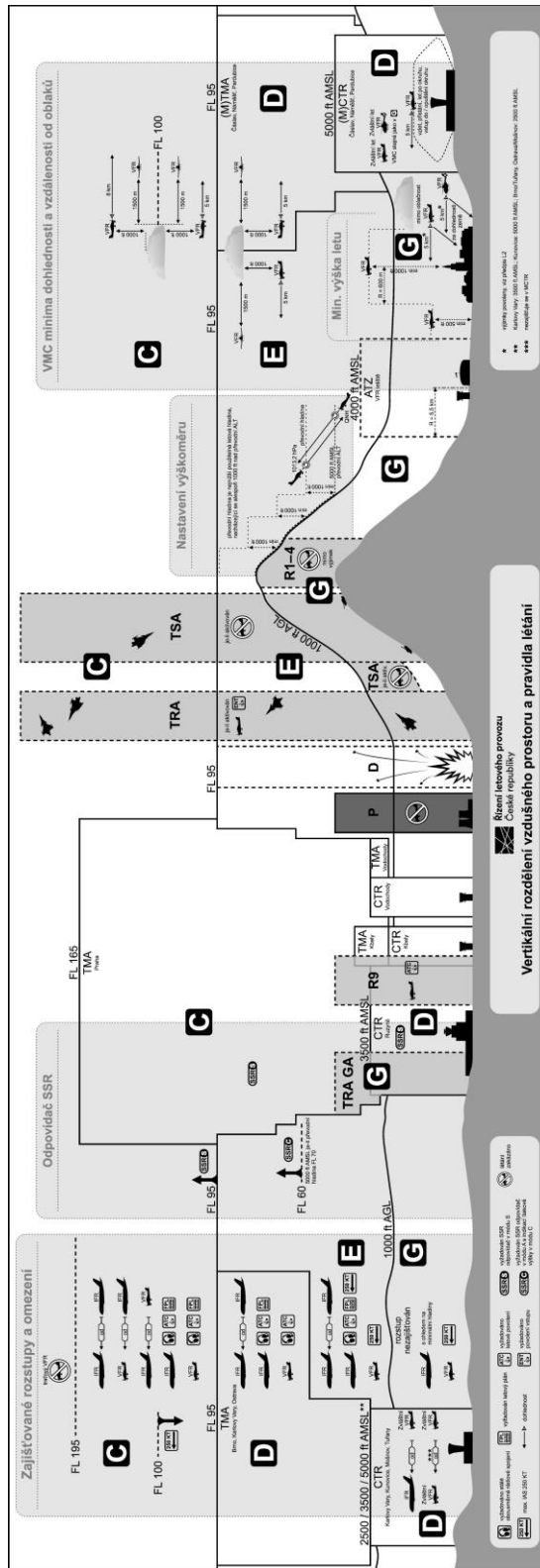
Příloha 7 – Servisní místnost

Příloha 8 – Přepínání mezi letišti a rozdělení displejů

Příloha 9 – Finální výstup obrazu na displejích

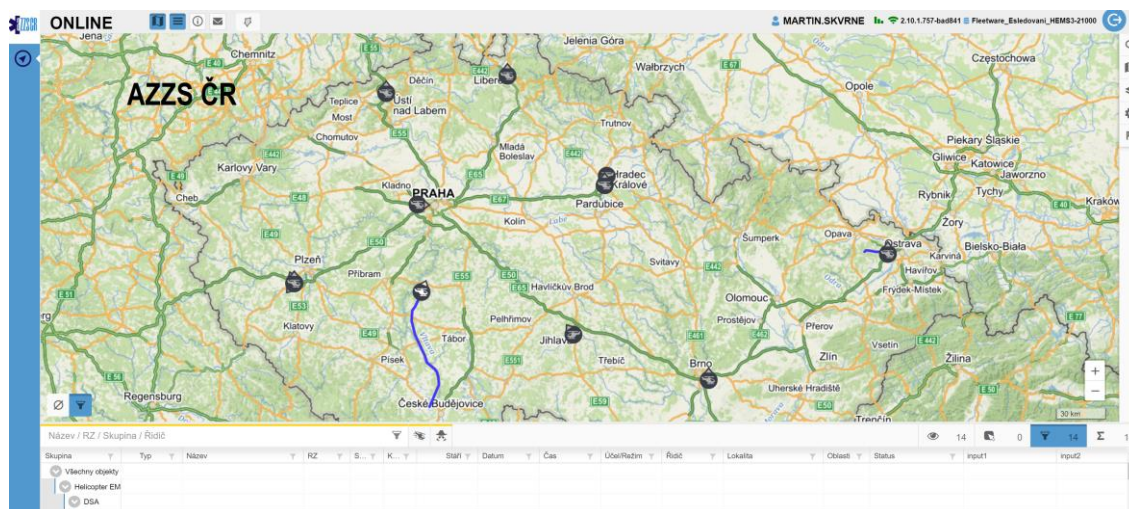
Příloha 10 – Pokrytí území ČR vrtulníky HEMS

PŘÍLOHA 1 - Vertikální rozdělení vzdušného prostoru a pravidla létání v ČR



Vertikální rozdělení vzdušného prostoru a pravidla létání v ČR. Zdroj: [37]

PŘÍLOHA 2 – Prostředí aplikace ASZZ ČR



Prostředí aplikace AZZS ČR. Zdroj: [48]

PŘÍLOHA 3 – Zobrazení přiblížení PTZ kamery



Desetinásobné přiblížení PTZ kamery zobrazené jako PiP. Zdroj: [43]

PŘÍLOHA 4 – Zobrazení výstupu infračervené kamery



Zaměření letadla infračervenou kamerou a zobrazení jako PiP. Zdroj: [8]

PŘÍLOHA 5 – Návěsní světlometka



Návěsní světlometka Saab. Zdroj: [43]

PŘÍLOHA 6 – Zobrazení údajů AWOS na displeji

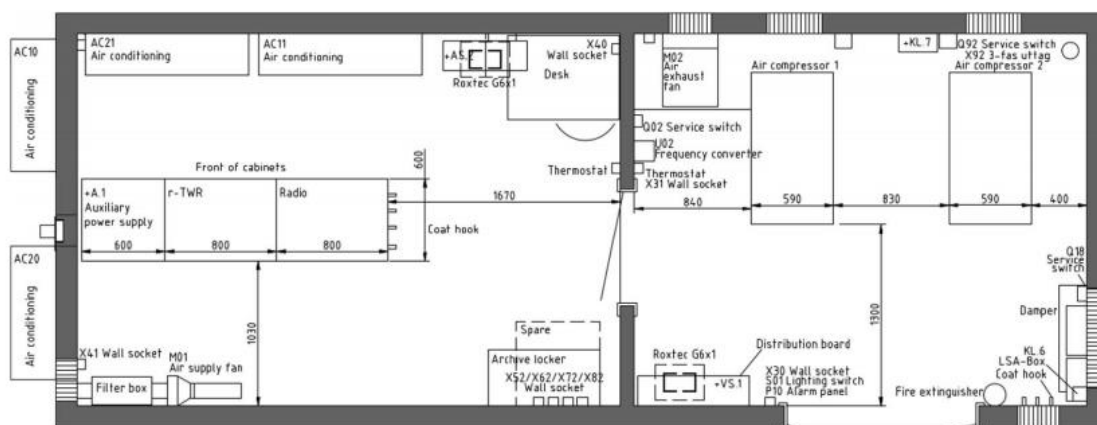


Zobrazení údajů AWOS na displeji v RTM. Zdroj: [41]

PŘÍLOHA 7 – Servisní místnost



Servisní místnost u věže r-TWR. Zdroj: [43]



Výkres servisní místnosti. Zdroj: [43]

PŘÍLOHA 8 – Přepínání mezi letišti a rozdělení displejů



Přepínání letišť se zobrazením jednoho letiště v daný moment. Zdroj: [8]



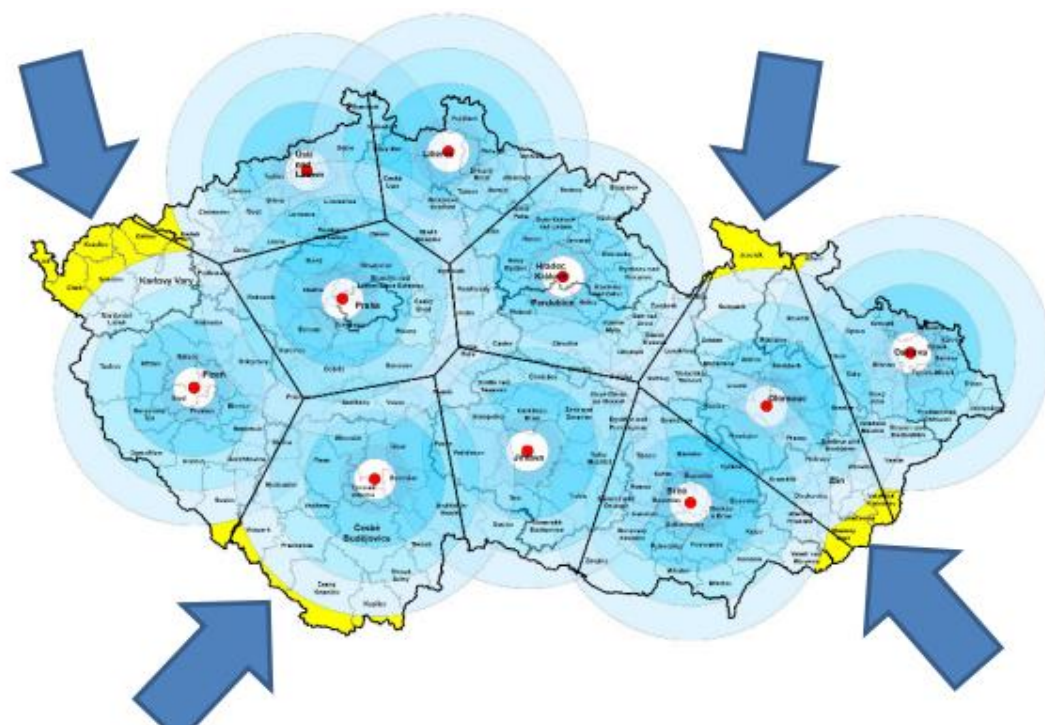
Zobrazení tří letišť na displejích najednou. Zdroj: [43]

PŘÍLOHA 9 – Finální výstup obrazu na displejích



Finální vizuální výstup z kamerového systému. Zdroj: [41]

PŘÍLOHA 10 – Pokrytí území ČR vrtulníky HEMS



Pokrytí území ČR vrtulníky HEMS pro lety VFR. Zdroj: [13]