



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**  
**FAKULTA DOPRAVNÍ**

Dávid Gál

**Technické, provozní a ekonomické posouzení  
systému vzdálené řídicí věže**

**Bakalářská práce**

**2015**



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**Fakulta dopravní**

**d ě k a n**

Konviktská 20, 110 00 Praha 1

**K621..... Ústav letecké dopravy**

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Dávid Gál**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**B 3710 – PIL – Profesionální pilot**

Název tématu (česky): **Technické, provozní a ekonomické posouzení systému vzdálené řídicí věže**

Název tématu (anglicky): **Technical, Operational and Economic Assessment of Remote Control Tower System**

### **Zásady pro vypracování**

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

- Úvod
- Současný stav systému řízení pomocí remote TWR ve světě
- Technické a organizační požadavky na systém remote TWR, základní požadavky pro certifikaci remote TWR v České republice
- Technické a organizační požadavky na systém remote TWR na vybraném regionálním letišti v České republice, možnost, podmínky a účelnost realizace
- Provozní a ekonomické posouzení služby systému remote TWR na vybraném regionálním letišti
- Závěr

- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího bakalářské práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Letecký předpis L10 - I/II a L4444  
RELEASING REMOTE TOWERS, SESAR, 2014  
First remote air traffic control tower to open in Sweden, Heidy Hoopes, 2014

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Jiří Frynta**

**Ing. Bc. Jakub Hospodka Ph.D.**

Datum zadání bakalářské práce:


**24. října 2014**

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

Datum odevzdání bakalářské práce:

**24. srpna 2015**

- a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
- b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia



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



prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek  
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.



Dávid Gal  
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 24. října 2014

## Podakovanie

Na tomto mieste by som rád poďakoval všetkým, ktorí mi poskytli podklady a dôležité materiály pre vypracovanie tejto práce, najmä pánovi Ing. Milanovi Kropáčovi, riaditeľovi sekcie predajov v spoločnosti Saab AB, a pánovi Mgr. Janovi Bartošovi, vedúcemu pracovníkovi v spoločnosti ČD- Telematika, a.s. Zvlášť ďakujem Ing. Jiřímu Fryntovi a Ing. Bc. Jakubovi Hospodkovi Ph.D. za odborné vedenie a konzultovanie bakalárskej práce a za rady, ktoré mi poskytli za celú dobu môjho štúdia. V neposlednej rade by som rád poďakoval mojej rodine, priateľke a blízkym za morálnu a materiálnu podporu, ktorú mi dávajú počas celej doby môjho štúdia.

## Prehlásenie

Predkladám týmto k posúdeniu a obhajobe bakalársku prácu, spracovanú na záver môjho bakalárskeho štúdia na ČVUT v Prahe Fakulte dopravní.

Prehlasujem, že som predloženú prácu vypracoval samostatne a že som uviedol všetky použité informačné zdroje v súlade s Metodickým pokynom o etickej príprave vysokoškolských záverečných prác.

Nemám závažný dôvod proti užitiu tohto školského diela v zmysle § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorskom, o právach souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Prahe 24.8.2015

  
podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

TECHNICKÉ, PROVOZNÍ A EKONOMICKÉ POSOUZENÍ SYSTÉMU  
VZDÁLENÉ ŘÍDÍCÍ VĚŽE

bakalářská práce

august 2015

Dávid Gál

**ABSTRAKT**

Predmetom bakalárskej práce „Technické, provozní a ekonomické posouzení vzdálené řídicí věže“ je definovanie systému vzdialenej veže, jeho technická špecifikácia, možnosti a účelnosť použitia a možnosti dizajnu systému. Práca sa tiež venuje možnosti konkrétneho aplikovania systému vzdialenej veže v Českej republike na vybraných regionálnych letiskách a posudzuje prípadnú inštaláciu systému v prevádzkovej a ekonomickej rovine.

Klíčové slová: vzdialená veža, riadenie letovej prevádzky, centrum vzdialeného riadenia, modul r-TWR

**ABSTRACT**

The subject of the bachelor thesis „Technical, Operational and Economic Assessment of Remote Control Tower System“ is a definition of the remote tower system, its technical specification, the scope of its application and the alternatives of its design. This bachelor thesis also refers to concrete possibilities of implementation of the remote tower system in selected regional airports in Czech Republic. The work assesses the potential installation of the system in economical and operational sphere.

Keywords: remote air control tower, air control, remote tower center, r-TWR module

## Obsah

1	Zoznam použitých skratiek .....	6
2	Úvod .....	10
3	Účel a dôvody vzniku r-TWR.....	11
3.1	Finančný aspekt .....	11
3.2	Sociálny aspekt a personálny aspekt.....	12
3.3	Bezpečnostný aspekt.....	12
4	História a vývoj systému .....	12
5	Súčasný stav vo svete .....	14
5.1	Letisko Örnköldsvik, Švédsko (ICAO: ESNO) .....	15
5.2	Letisko Alice Springs, Severné teritórium, Austrália (ICAO:YBAS).....	16
5.3	Letisko Røst a Heliport Værøy, Nórsko (ICAO:ENRS, ENVR) .....	16
5.4	Letisko Leesburg Executive, Virginia, USA (ICAO:KJYO).....	17
5.5	Letisko Saarbrücken, Erfurt a Drážďany, Nemecko (ICAO:EDDR, EDDE, EDDC) .....	18
5.6	Letisko Cork a Shannon, Írsko (ICAO:EICK,EINN) .....	18
6	Systém vzdialenej veže r-TWR .....	18
6.1	Definícia .....	18
6.2	Technické požiadavky na systém r-TWR .....	19
6.2.1	Vzdialene kontrolované letisko s r-TWR .....	19
6.2.1.1	Kamerový kryt.....	20
6.2.1.2	Automatická meteorologická stanica (AWOS).....	21
6.2.1.3	Servisná miestnosť .....	22
6.2.1.3.1	Lokálny dátový uzol .....	22
6.2.1.3.2	Servery.....	23
6.2.2	Centrum riadenia vzdialených letísk RTC- Remote Tower Centre .....	24
6.2.2.1	Modul r-TWR .....	24
6.2.2.1.1	OTW.....	26
6.2.2.1.2	RDP a FDP .....	28
6.2.2.1.3	Elektronický panel na stripy .....	28
6.2.2.1.4	IDP .....	29
6.2.2.2	Monitorovanie funkčnosti systémov a pracovisko supervízora .....	29
6.2.2.3	Lokálny dátový uzol a servery.....	30
6.2.2.4	Externé služby .....	30
6.2.3	Dátové spojenie r-TWR a RTC .....	30
6.3	Možnosti dizajnu r-TWR.....	31

6.3.1	Jedno obsluhované letisko.....	31
6.3.1.1	Miestna r-TWR .....	31
6.3.1.2	Contingency TWR .....	31
6.3.1.3	1:1 jeden modul v stredisku RTC a jedna r-TWRs .....	32
6.3.2	Viacero obsluhovaných letísk .....	32
6.3.2.1	1:2, jeden modul v stredisku RTC a dve r-TWRs .....	32
6.3.2.2	1:n, jeden modul v stredisku RTC a viacero r-TWRs.....	34
6.3.2.3	n:n, viacero modulov v stredisku RTC a viacero r-TWRs .....	34
7	Systém r-TWR v Českej republike .....	35
7.1	Možnosti a účelnosť vybudovania systému r-TWR .....	35
7.1.1	Letisko České Budějovice (LKCS) .....	36
7.1.2	Letisko Vodochody (LKVO).....	36
7.1.3	Letisko Příbram (LKPM) .....	38
7.1.4	Letisko Hradec Králové (LKHK) .....	39
7.2	Základné požiadavky na certifikáciu .....	40
7.3	Prevádzkové posúdenie systému .....	41
7.3.1	Organizačné a personálne posúdenie .....	41
7.3.2	Ekonomické posúdenie systému.....	42
8	Záver .....	47
9	Použité zdroje .....	49
10	Zoznam obrázkov.....	54
11	Zoznam tabuliek.....	54
12	Zoznam príloh .....	54
Príloha 1	Obrázky vybraných súčastí systému r-TWR .....	55

## 1 Zoznam použitých skratiek

A320	Airbus A320
ACC	Oblasťné stredisko riadenia
AFIS	Letecká informačná služba
AFTN	Letecká pevná telekomunikačná sieť
AIS	Letecká informačná služba
APP	Približovacie stanovisko riadenia
ART	Výskumný projekt „Advanced remote tower“
ATC	Riadenie leteckej prevádzky
ATCC	Centrum poskytovania leteckých navigačných služieb
ATCO	Riadiaci letovej prevádzky
ATIS	Automatická informačná služba v koncovej riadenej oblasti
AWOS	Automatická meteorologická stanica
B737	Boeing B737
CAA	Úrad civilného letectva
CTR	Letisková kontrolná zóna
CWP	Controller working position (Pracovisko riadiaceho letovej prevádzky)
DFS	Deutsche Flugsicherung – nemecký národný poskytovateľ leteckých navigačných služieb
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V.- Nemecké národné výskumné centrum pre letectvo a vesmír, energetiku a transport
EASA	Európska agentúra pre bezpečnosť letectva
ECA	European Cockpit Association (Európska asociácia združujúca pilotov)
EIA	Posudzovanie vplyvov na životné prostredie



EÚ	Európska únia
FAA	Federálny letecký úrad (USA)
FDP	Flight Data Processing (Spracovanie letových dát)
FOD	Foreign Object Detector (Detektor úlomkov a nečistôt)
GA	Všeobecné letectvo
GND	Stanovisko riadenia pozemnej prevádzky
GP	Glidepath (zostupová rovina)
HD	Vysoké rozlíšenie
IAA	Irish Aviation Authority (Írsky letecký úrad)
ICAO	Medzinárodná organizácia pre civilné letectvo
IDP	Information Data Processing (Spracovanie informačných dát)
IFATCA	International Federation of Air Traffic Controllers' Associations (Medzinárodná federácia asociácií riadiacich letovej prevádzky)
IFR	Pravidlá letu podľa prístrojov
ILS	Instrument landing system (Prístrojový pristávací systém)
IR	Infračervený
IT	Informačné technológie
i-TWR	Integrované pracovisko stanoviska veže
LAN	Local Area Network (Lokálna sieť)
LFV	Luffatsverket- švédsky národný poskytovateľ leteckých navigačných služieb
LPS	Letecké prevádzkové služby
METAR	Pravidelná letecká správa o počasi
MŽP ČR	Ministerstvo životního prostředí ČR

NLR	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium- holandské Národné letecké laboratórium
NTP	Sieťový časový protokol
OTW	Out of window (Pohľad z okna)
PTZ	Pan-tilt-zoom (Kamerový systém umožňujúci ovládanie a približovanie obrazu vo všetkých smeroch)
QNH	Skratka na označenie hodnoty atmosférického tlaku vzťahnutého k strednej hladine mora
RDP	Radar Data Processing (Spracovanie radarových dát)
ŘLP ČR, s.p.	Řízení letového provozu České republiky, státní podnik
RNAV (GNSS)	Priestorová navigácia pomocou globálneho družicového navigačného systému
ROT	Prevádzka vzdialenej veže
RTC	Remote tower center (Centrum vzdialeného riadenia)
r-TWR	Vzdialená veža
SESAR	Single European Sky ATM Research (Spoločnosť pre technologický výskum programu Jednotné európske nebo)
SLG	Signálne letiskové svetelné delo
SMR	Surface movement radar (Radar pozemnej prevádzky)
TDZ	Touch down zone (Ideálny bod dotyku pri pristáťí)
TWP	Technical working position (Pracovisko technika)
TWR	Stanovisko veže
TWY	Pojazdová dráha
USA	Spojené štáty americké
UTC	Koordinovaný svetový čas
VFR	Pravidlá letu podľa viditeľnosti

VOR	Vysokofrekvenčný všesmerový rádiomaják
VPD/RWY	Vzletová- pristávacia dráha/Runway
WAN	Wide Area Network (Rozsiahla sieť)
WSP/SWP	Supervisor working position (Pracovisko supervízora)

## 2 Úvod

Cestovanie lietadlom je v dnešnom rozvinutom svete považované za bežnú súčasť života obyvateľov, podobne ako cestovanie vlakom alebo autobusom. Veľa ľudí často cestuje z menej zaľudnených oblastí do veľkých miest za prácou, či rodinou. V odľahlejších oblastiach sa malé regionálne letiská stávajú čoraz frekventovanejšie a navyše sa budujú stále nové. Stávajú sa súčasťou svetovej leteckej siete a zvyšujú tak komfort cestovania pre milióny ľudí. Najčastejšou prekážkou, ktorá bráni ich rýchlemu a flexibilnému rastu, je nedostatok financií. Aj napriek ustálenej pravidelnej doprave a dostatku cestujúcich sa tieto letiská ťažko vyrovnávajú s nákladmi spojenými s ich prevádzkou.

Dnes je každé riadené letisko vybavené štandardnou konvenčnou riadiacou vežou, poskytujúcou minimálne stanovisko TWR. Je to esenciálna súčasť riadených letísk súčasnosti a prostredníctvom riadiacich zabezpečuje bezpečný a usporiadaný tok leteckej dopravy a pozemnej prevádzky v blízkosti daného letiska.

Na týchto letiskách tvoria náklady na LPS signifikantnú časť výdavkov, ktoré sú premietané do poplatkov pre samotné aerolínie. Cena týchto nákladov sa pochopiteľne premieta do koncových cien leteniek a je tým citeľne spomalený rast využívania leteckej dopravy v týchto lokalitách. Regionálne aerolínie, zabezpečujúce tzv. short-haul lety, často vyjadrujú znepokojenie nad výškou nákladov spojených s riadením ich letov a tvrdia, že sú týmito nákladmi vytláčané z trhu. Zo strany aerolínií a letísk tak vzniká tlak na zníženie prevádzkových nákladov LPS.

Tento aspekt spolu s neustále zvyšujúcim sa všeobecným úsilím zefektívňovať všetky procesy v letectve, nevynímajúc riadenie letovej prevádzky, prispieva k tomu aby sa hľadali spôsoby lepšej organizácie a rozdelenia pracovného zaťaženia medzi riadiacimi letovej prevádzky.

Vzhľadom na tieto skutočnosti sa poskytovatelia letových prevádzkových služieb v Európe, ale aj v ostatnom svete, pokúšajú znižovať prevádzkové náklady. Jednoduché zredukovanie prevádzkových hodín LPS na regionálnych letiskách sa ukazuje ako nesprávna cesta, ktorá by viedla k negatívnym ekonomickým výsledkom regiónu a zníženiu dostupnosti leteckej dopravy pre miestne obyvateľstvo. V niektorých krajinách sa, vzhľadom na vysoké náklady, vybrali cestou nezriaďovania nových stanovnísk LPS na vybraných letiskách, napriek neustále sa zvyšujúcemu počtu pohybov.

V niektorých oblastiach sveta, aktuálne najmä v Austrálii, sa lety „Fly In Fly Out“ stali bežnou súčasťou prepravy cestujúcich medzi relatívne malými ale vzdialenými mestami. Hustota

tejto prepravy prekonal predpovede rastu leteckej dopravy v týchto oblastiach a tiež sa blíži k prekročeniu miestnej normy v prípade letov bez riadenej leteckej prevádzky. Služba AFIS už nie je dostatočná a jej nerozšírenie na nejakú formu riadenej prevádzky so sebou prináša stále väčšie riziko leteckých incidentov a nehôd.

Navrhované riešenia spomínaných problémov sa ukazujú ako nevhodné a hľadajú sa tak možnosti ako znižovať prevádzkové náklady a zvyšovať flexibilitu prevádzky bez ovplyvnenia prevádzkovej dostupnosti a bezpečnosti.

Jednou z možností ako zachovať relatívne nižšie náklady oproti plnej prevádzke klasickej veže, môže byť zriadenie vzdialeného riadenia leteckej prevádzky- tzv. vzdialenej veže, ang. Remote Air Control Tower (r-TWR). Tento systém vyvíjaný najmä v severských krajinách Európy nahrádza doterajší, zdanlivo neohrozený, koncept riadenia letiskovej dopravy pomocou pohľadu z okna. Skúmajú sa možnosti riadenia viacerých letísk jedným riadiacim z jedného miesta. Vzniká tak určitá forma centralizácie poskytovania služieb riadenia a s tým spojená možnosť významne ušetriť na personálnych a ďalších prevádzkových nákladoch, a v konečnom dôsledku, znížiť cenu leteckej dopravy pre konečného spotrebiteľa.

### **3 Účel a dôvody vzniku r-TWR**

#### **3.1 Finančný aspekt**

Vzdialene riadená veža poskytuje možnosť významného ušetrenia nákladov na letecké prevádzkové služby. Tento potenciál je ešte väčší v prípade malých, menej frekventovaných, letísk, kde hustota leteckej prevádzky neposkytuje dostatok finančných zdrojov na pokrytie týchto nákladov. Z dôvodu nedostatku finančných zdrojov je potrebné tieto malé regionálne letiská dotovať zo štátnych a iných externých zdrojov. Možným prínosom systému je aj možnosť zvýšiť prevádzkovú dobu letiska a tým prilákať nových zákazníkov, resp. cestujúcich, a s tým spojené finančné zdroje.

Lepším rozdelením pracovnej záťaže sa znížia personálne náklady a naskytne sa možnosť investovania voľných zdrojov do skvalitňovania poskytovania služieb riadenia. [14,18,27,29,30,31,39]

### **3.2 Sociálny aspekt a personálny aspekt**

Ďalším dôvodom na vybudovanie r-TWR je veľakrát sociálny aspekt pracovného prostredia riadiacich letovej prevádzky. Veľa regionálnych letísk, ktoré sa zaujímajú o systém r-TWR, je situovaných pri malých mestách v riedko osídlených oblastiach s málo rozvinutým spojením s väčšími mestami. Životný komfort, ktorý súvisí aj so sociálnym začlenením a možnosťami, ktoré ponúka daná oblasť, je vo väčšine prípadov natoľko nízky, že je stále ťažšie motivovať riadiacich letovej prevádzky k práci v týchto oblastiach. V týchto lokalitách je evidovaná vysoká fluktuácia zamestnancov a je potrebné vynakladať vysoké náklady na ich finančnú motiváciu.

Z dôvodu neustáleho udržiavania zručností a know-how riadiacich je potrebná ich pravidelná pracovná záťaž, ktorá je často pri práci na malých nefrekventovaných letiskách výrazne eliminovaná. Finančne náročné je aj udržiavanie kvalifikácie a odborného rastu veľkého počtu riadiacich pracujúcich na týchto letiskách. [14,29,39]

### **3.3 Bezpečnostný aspekt**

Neočakávaný rast hustoty leteckej dopravy spôsobuje v mnohých oblastiach problémy s nedostatočnou kapacitou neriadených letísk. S týmto rastom sa úmerne zvyšuje bezpečnostné riziko. V snahe o zvýšenie kapacít týchto letísk a zvýšenie úrovne riadenia na plnohodnotné riadené letisko sa prevádzkovatelia stretávajú s nedostatkom financií a v niektorých lokalitách (najmä v Indii [27]) s nedostatkom personálu.

Systém r-TWR tak môže predstavovať finančne znesiteľný medzistupeň medzi neriadeným letiskom a letiskom s plnohodnotnou riadiacou vežou a zvýšiť tak kapacitu a bezpečnosť na týchto letiskách. [14,29,39]

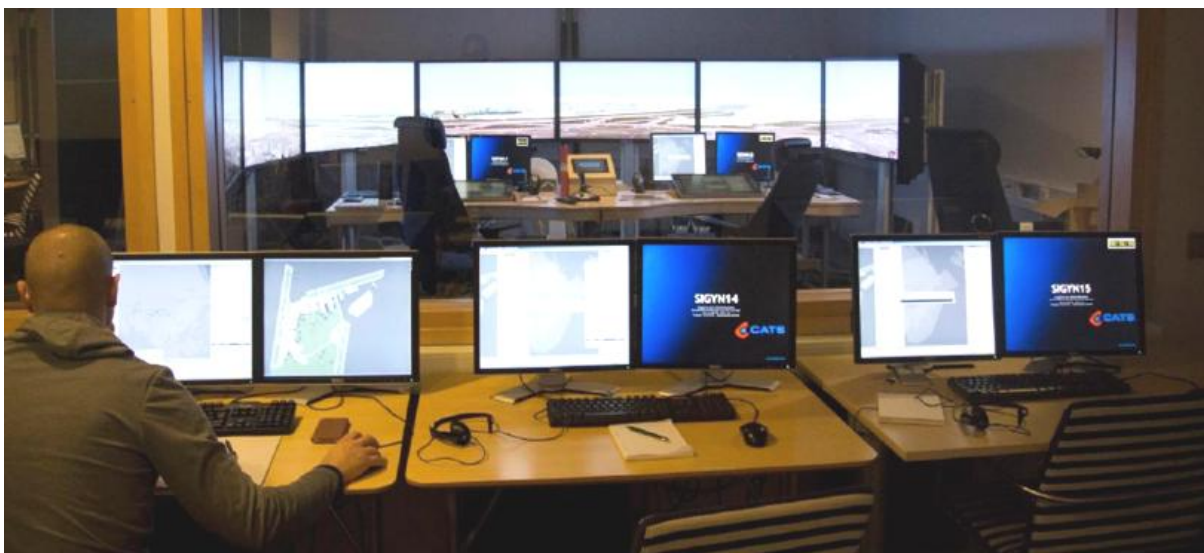
## **4 História a vývoj systému**

Na začiatku myšlienky stálo švédske LfV, ktoré v roku 2005 zahájilo štúdiu uskutočniteľnosti a posúdenie ekonomického prínosu. Na jej základe sa v roku 2006 rozhodlo o prizvaní technologického partnera, nadnárodnej spoločnosti SAAB Group a vytvorení spoločného projektu „Remotely Operated TWR“ (ROT). Ešte v tom istom roku sa zahájila stavba experimentálneho RTC v ATCC Malmö (Obrázok 1).

V roku 2007 sa projekt zameriaval na právne a predpisové riešenie systému ako aj IT ochranu systémov a bezpečnosť v spolupráci so švédskym Úradom pre leteckú bezpečnosť (dnes Švédsko dopravná agentúra Transportstyrelsen). Tiež sa vytvárali technologické štúdie týkajúce sa hardwaru ako napríklad štúdie na stanovenie potrebného rozlíšenia obrazu, návrh rozloženia kamerového systému, redizajn štandardných ovládacích prvkov na veži a pridružených systémov a ich ovládanie z RTC.

Stavba samotnej infraštruktúry, zahrňujúcej aj spojenie r-TWR a RTC vysokokapacitným dátovým spojením prebiehala v roku 2008. V tomto roku sa tiež spustil v spolupráci s holandským Národným leteckým laboratóriom (NLR) sekundárny projekt „Advanced Remote TWR project“ (ART), spolufinancovaný EÚ, ktorého účelom bolo vylepšiť funkcionality všetkých stávajúcich systémov ako automatické sledovanie objektov, digitálne filtre obrazu, kamerový zoom atp. [45]

Prelomovým bol rok 2009, v tomto roku získal projekt potrebné povolenia na testovanie systému v prevádzke. Projekt ART bol úspešne dokončený a projekt ROT bol predstavený čelným predstaviteľom z 15 európskych národných poskytovateľov navigačných služieb. Toto prvé predstavenie prebehlo v dočasnom centre vzdialenej veže (RTC) umiestnenom v ATCC v švédskom Malmö. Počas neho sa odkomunikoval a odriadil let do a z letiska v Ängelholme (ICAO:ESTA), vzdialenom vyše 100 km. V tom čase bola na letisku v Ängelholme z dôvodu bezpečnosti prevádzka s plným personálnym obsadením miestnej riadiacej veže. [45]



Obrázok 1 Testovacia miestnosť prvého prototypu RTC v Malmö. Zdroj: [8]

Na základe prihlášky bol v roku 2010 projekt oficiálne zaradený do výskumného programu SESAR, spolufinancovaného EÚ a Eurocontrolom. Spoločne s nemeckým Národným centrom pre výskum letectva, energie a dopravy (DLR) v rámci výskumu simulovali podmienky RTC, kde vzdialený riadiaci letovej prevádzky obsluhoval prevádzku na dvoch rozličných letiskách zároveň. Vo výsledku simulácie sa ukázalo, že napriek na prvý pohľad sťaženým podmienkam, schopnosť priestorovej pozornosti riadiacich bola nadpriemerná a ich pracovné zaťaženie zostalo na priemerných úrovniach. V tom istom roku si švédske LFV záväzne objednalo dodanie systému r-TWR na letisko v Örnköldsviku s centrom riadenia RTC v Sundsvalle. [14,15]

V roku 2011 vydal SESAR prevádzkové postupy, pravidlá a definície pre zjednotenie zavádzania systému v Európe. [51] ICAO zaradilo koncept r-TWR do najbližšieho ICAO implementačného balíčka pre členské krajiny. [34] Na letisku v Örnköldsviku a v RTC v Sundsvalle sa dokončovala výstavba a implementovanie technológií. [14]

Počas roku 2012 prebiehalo niekoľko ďalších testovaní pod hlavičkou SESARu a v máji sa zahájila prevádzková validácia systému švédskou Národnou dopravnou agentúrou (CAA).

V roku 2013 sa zahájil intenzívny výcvik personálu (ATCO) a určil sa dátum spustenia systému do plnej prevádzky. V júni 2014 sa dosiahlo prevádzkového schválenia švédskou CAA a 31. októbra sa zahájila plná prevádzka systému na letisku v Örnköldsviku. V priebehu roku 2015 prebieha schvaľovací proces obsluhy viacerých letísk z jedného RTC. [14,21,38]

## **5 Súčasný stav vo svete**

V súčasnosti je na viacerých svetových letiskách zriadená istá obdoba r-TWR. Jedná sa o riešenie pre letiská, ktoré nemajú zo stanovišťa veže jednu, alebo viacero, VPD v dohľade. Či už je to pre veľkú vzdialenosť VPD od veže alebo kvôli prekážke vo výhľade, prípadne veľkému náklonu dráhy. [14]

Takáto variácia spočíva v zriadení menších vzdialených veží, vybavených kamerovým systémom, v rizikových miestach letiska. Jedná sa hlavne o miesta s výhľadom na prah a TDZ dotknutej dráhy. Riadiaci na stanovišti TWR tak má prehľad o dianí v miestach, ktoré nemá možnosť vidieť. Tento systém je zriadený napríklad na letisku Amsterdam Schiphol a tiež na letisku Ferenc Liszt v Budapešti. [28,32]



Štandardný systém vzdialenej veže, tak ako ho opisujem v ďalších kapitolách, je v súčasnosti schválený a v plnej prevádzke len na švédskom letisku Örnköldsvik s riadiacim centrom RTC v 150 km vzdialenom Sundsvalle. [14]

Výber letísk vo svete, kde je štandardný systém r-TWR v prevádzke alebo sa systém buduje, prípadne pripravuje a certifikuje, a účel r-TWR v týchto lokalitách:

### 5.1 Letisko Örnköldsvik, Švédsko (ICAO: ESNO)

Jediná plne funkčná a certifikovaná prevádzka systému vzdialenej riadiacej veže je v súčasnosti len na letisku Örnköldsvik. Letisko je vzdialené 15 km severne od mesta Örnköldsvik a leží v slabo osídlenej oblasti Norrland na severe Švédska. Centrum riadenia RTC sa nachádza 150 km južne, na letisku Sundsvall (ESNN) (Obrázok 2). Systém bol spustený 31. októbra 2014 a od apríla 2015 je na letisku zahájená 24-hodinová prevádzka.[14]

Hlavným účelom zriadenia systému v Örnköldsviku bolo otestovanie systému a získanie prvej skúsenosti. Sekundárnym dôvodom je zníženie nákladov na prácu riadiacich letovej prevádzky, to však bude možné zaistiť až vybudovaním ďalších r-TWR napojených na RTC v Sundsvalle. V rámci rozšírenia systému vzdialeného riadenia bol v roku 2014 dohodnutý kontrakt na vybudovanie systému na letisku Linköping v južnom Švédsku. [6,14,52] Avšak pri súčasnej konfigurácii, kde je jedna r-TWR a jedno stredisko RTC, je systém nerentabilný. [30]



Obrázok 2 Stredisko RTC v Sundsvalle. Zdroj:

[http://lfv.se/PageFiles/8664/IMG\\_4481\\_lfv\\_sundsvall1%20%5b1%5d.jpg](http://lfv.se/PageFiles/8664/IMG_4481_lfv_sundsvall1%20%5b1%5d.jpg)

## **5.2 Letisko Alice Springs, Severné teritórium, Austrália (ICAO:YBAS)**

Letisko Alice Springs sa nachádza 10 km južne od rovnomenného mesta v Severnom teritóriu Austrálie. Letisko bolo vybudované pre obsluhu miestneho obyvateľstva, dopravu zamestnancov do miestnych baní a slúži tiež ako stanovisko vrtuľníkovej a lietadlovej zdravotnej služby. V priemere obslúži 65 pohybov denne. Systém r-TWR je v súčasnosti vo fáze testovania a RTC sa nachádza v 1500 km vzdialenom meste Adelaide, Južná Austrália.

Hlavným účelom budovania systému sú vysoké náklady poskytovania ATC v tejto veľmi odľahlej lokalite spojené s finančnou motiváciou riadiacich. [11,22]

## **5.3 Letisko Røst a Heliport Værøy, Nórsko (ICAO:ENRS, ENVR)**

Letisko Røst sa nachádza na severonórskom ostrove Røstlandet, vzdialenom 117 km od pevniny. Obslúži v priemere menej ako 4 pohyby denne. Bolo vybudované za účelom rýchlejšej dopravnej obsluhy pre obyvateľov ostrova a zamestnancov vzdialených ropných plošín. Letisko využíva len jedna pravidelná linka do pevninského mesta Bodø dotovaná nórske Ministerstvom dopravy.

Heliport Værøy (Obrázok 4), s priemerne 3 pohybmi denne, sa nachádza na rovnomennom ostrove vzdialenom 40 km severne od letiska Røst. Slúži ako stanovisko vrtuľníkovej dopravy a spolu s letiskom Røst obsluhuje cestujúcich smerujúcich na ropné plošiny.

Obidve lokality sú súčasťou minimálne 10, výhľadovo 15, letísk, resp. heliportov, ktoré budú obsluhované na diaľku z RTC Bodø (Obrázok 3). V prípade týchto prvých dvoch stanovnísk sa bude jednať o službu AFIS na diaľku. Aktuálne sa systém testuje v prevádzke a prebieha schvaľovací proces nórskeho CAA. [2,10]



Obrázok 3 Stredisko RTC (AFIS) v Bodø. Zdroj: [2]



Obrázok 4 Fotografia Heliportu Værøy. Zdroj: [8]

#### 5.4 Letisko Leesburg Executive, Virginia, USA (ICAO:KJYO)

Letisko sa nachádza len 8 km severozápadne od letiska Dulles International obsluhujúceho Washington, D.C. Toto druhé najfrekventovanejšie GA letisko vo Virginii je neriadené a bez vybudovanej TWR. Obsluhuje denne v priemere 260 pohybov. V lete 2015 sa na letisku začala testovacia 90 dňová fáza za účasti komisárov americkej FAA.

Stanovisko RTC sa nachádza v tesnej blízkosti letiska a v testovacej fáze plní úlohu tieňového stanoviska pre dočasnú TWR.

Účelom vybudovania veže je zvýšiť mieru bezpečnosti na tomto frekventovanom letisku zriadením riadeného priestoru s 24 hodinovou službou. Ďalším dôvodom je snaha získať

prvotné prevádzkové povolenie od FAA a následné budovanie systému r-TWR v ďalších lokalitách v USA. [5,26]

## **5.5 Letisko Saarbrücken, Erfurt a Drážďany, Nemecko (ICAO:EDDR, EDDE, EDDC)**

Letisko Saarbrücken sa nachádza v západnom Nemecku len 5 km od hraníc s Francúzskom. Na vybudovaní systému r-TWR sa dohodlo nemecké DFS s rakúskou firmou Frequentis. Od roku 2017 bude toto letisko prvé letisko v Nemecku, ktoré bude riadené na diaľku. RTC sa bude nachádzať v 560 km vzdialenom letisku Lipsko-Halle (EDDP). Okrem letiska Saarbrücken budú následne z Lipska riadené aj letiská Erfurt (150 km) a Drážďany (110 km).

Medzi dôvody patrí okrem dlhodobých personálnych, resp. finančných úspor, aj sústredenie pracovníkov na jednom mieste, ich väčšie pracovné zaťaženie a s tým spojené jednoduchšie udržiavanie ich zručností. [24,39]

## **5.6 Letisko Cork a Shannon, Írsko (ICAO:EICK,EINN)**

V júni 2015 podpísali predstavitelia írskoho IAA (CAA) objednávku na dodanie systému r-TWR od spoločnosti SAAB na letiská Cork a Shannon s centrom riadenia RTC Dublin International (EIDW). Celý proces je zatiaľ v počiatkoch a plná prevádzka sa predpokladá najskôr v roku 2017. [20,31,37]

# **6 Systém vzdialenej veže r-TWR**

## **6.1 Definícia**

Koncept r-TWR zabezpečuje plnohodnotné riadenie letovej prevádzky v rámci stanovišťa TWR na veľké vzdialenosti. Systém tvoria dve hlavné súčasti: vzdialená veža (r-TWR) a centrum vzdialeného riadenia (RTC). Súčasti sú spojené zdvojeným dátovým optickým káblom s minimálnou kapacitou 100 Mb/s.

Touto dátovou cestou je, zo vzdialeného letiska do centra riadenia, prenášaný video prenos vo vysokom rozlíšení spolu s ďalšími dátami a ovládaním všetkých relevantných

subsystémov. Každá súčasť systému (hardware i software), vrátane dátovej prenosovej cesty z r-TWR do RTC, je minimálne raz redundantne zálohovaná. [10,12]

## 6.2 Technické požiadavky na systém r-TWR

### 6.2.1 Vzdialene kontrolované letisko s r-TWR

Stavba r-TWR (Obrázok 5) pozostáva zo základnej stavebnej konštrukcie, vrchnej časti nazývanej kamerový kryt, automatickej meteorologickej stanice a servisnej miestnosti, umiestnenej v blízkosti veže. Prehľad súčastí veže nájdete v Tabuľke 1. Pozn. každá stavba vzdialenej veže pozostáva so súčastí, ktoré sú pre danú lokalitu a dané letisko požadované a môže sa od štandardnej výbavy líšiť.



Obrázok 5 Stavba r-TWR v Orsvindiku, pod vežou je umiestnená servisná miestnosť. Zdroj: [53]



### 6.2.1.1 Kamerový kryt

Hlavnou súčasťou samotnej stavby vzdialenej veže je jej vrchná časť- kamerový kryt, ang. camera housing, s dátovým prepojením k serverom a následne do pridruženého lokálneho dátového uzlu. V tejto časti sa nachádzajú všetky kamerové systémy, mikrofóny a svetelné delo. Fotografie vybraných súčastí (kamerový kryt, mikrofóny a PTZ/SLG) môžete vidieť v Prílohe 1.

V rámci ochrany (výhľadu) kamier pred vodou a nečistotami je celý kamerový kryt neustále zvnútra prefukovaný filtrovaným vzduchom smerujúcim od kompresoru umiestnenom v servisnej miestnosti hneď vedľa veže. V systéme sa tak tvorí „pretlak“ a účinne tak zabraňuje vstupu hmyzu, nečistôt a vody do krytu.

Samotný nosný kamerový systém pozostáva zo 7 až 14 kamier (podľa miestneho riešenia). Kamery sú vybavené automatickým digitálnym filtrom umožňujúcim redukciu, prípadne zvýšenie, jasů (Obrázok 6). [8,12]



S aplikovanou redukciou

Bez redukcie

Obrázok 6 Príklad aktívnej redukcie jasů. Zdroj: [8]

Súčasťou kamerového systému sú tiež 2 špeciálne HD kamery (PTZ- pan-tilt-zoom) s možnosťou 30-násobného optického zoomu a pohyblivosťou vo všetkých smeroch s 360°záberom. Jedna z týchto kamier je, v prípade výpadku kamery z nosného systému, pripravená ju nahradiť.

Svetelné delo (SLG- signal light gun) je štandardne vybavené zeleným, červeným a bielym svetlom s možnosťou prerušovaného svietenia. Delo je pripojené na PTZ kameru a svieti vždy v smere zamierenia tejto kamery. [10,12]

Doplnkom k tomuto kamerovému systému môžu byť prídavné alternatívne kamery, nachádzajúce sa v blízkosti prahov VPD, infračervená kamera, prípadne termokamera. [8]

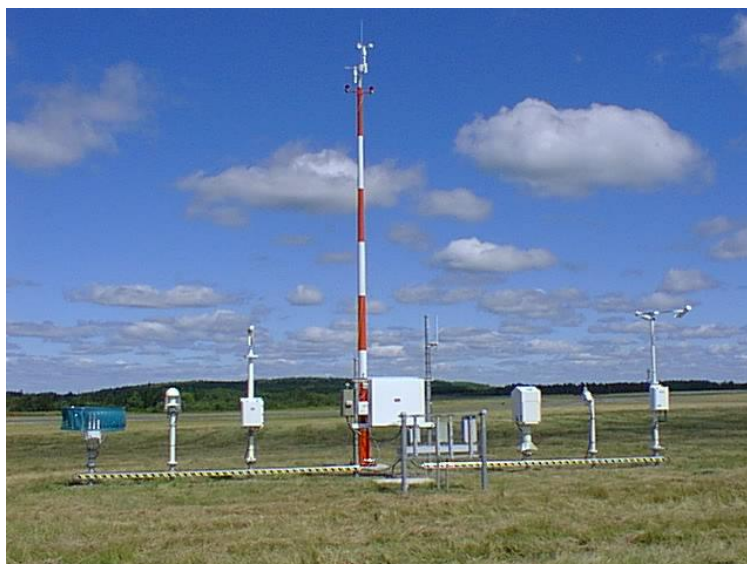
### **6.2.1.2 Automatická meteorologická stanica (AWOS)**

AWOS (Automated Weather Observation System) je plnohodnotná letecká meteorologická stanica (Obrázok 7). V plnej výbave (AWOS IV) dokáže detekovať a odmerať:

- smer a rýchlosť vetru a nárazov, rozsah smeru vetru v kompasových stupňoch
- atmosférický tlak QNH a jeho tendenciu, hustotnú výšku
- teplotu, vlhkosť a rosný bod
- dohľadnosť, dráhovú dohľadnosť
- pokrytie oblačnosťou v osminách, výšku základne oblačnosti, množstvo zrážok
- typ zrážok, blesky
- mrznúci dážď
- povrchové podmienky VPD

AWOS má tiež zabudovaný automatický systém generovania dátovej a hlasovej správy METAR, ktorú systém posiela do centrály riadenia letovej prevádzky, resp. pridáva do správy ATIS. [23,33]

Je dôležité podotknúť, že bez automatického pozorovania a zhodnocovania počasia by bol systém r-TWR prakticky nepoužiteľný. Jednou z možností ako ešte viac zvýšiť prehľad radiaceho nad aktuálnym počasím, je použitie čo najväčšieho počtu kamier a zabezpečení 360° OTW výhľadu z modulu. Riadiaci tak má okrem neustáleho vizuálneho kontaktu s prevádzkou „za chrbtom“ veže, možnosť spozorovať rizikové počasie smerujúce z tohto smeru.



Obrázok 7 Automatická meteorologická stanica AWOS. Zdroj:  
[http://www.meteo.psu.edu/~j2n/1\\_21\\_asos2.jpg](http://www.meteo.psu.edu/~j2n/1_21_asos2.jpg)

### 6.2.1.3 Servisná miestnosť

Servisná miestnosť pozostáva zo serverov, lokálneho dátového uzlu a vzduchového kompresoru, ktorý zásobuje kryt kamier prefiltrovaným vzduchom. [12]

#### 6.2.1.3.1 Lokálny dátový uzol

Centrálny uzol je v spojení s ďalšími externými systémami zakomponovanými do daného miestneho riešenia (Obrázok 8). Medzi tieto systémy patrí [12]:

- letiskový primárny a sekundárny radar, radar pozemnej prevádzky (SMR-Surface Movement Radar) (výstup z radaru na OTW na Obrázku 9) a meteo radar
- detektor cudzích úlomkov a nečistôt na dráhach a pojazdrových dráhach (FOD- Foreign Object Debris detector)
- ovládanie letiskových svetiel
- ovládanie navigačných systémov (ILS, VOR, atď.)
- senzory narušenia ochranného priestoru dráhy
- AWOS
- systém rýchlej reakcie záchranných zložiek v prípade vyhlásenia pohotovosti
- a ďalšie podľa výbavy daného letiska.





Obrázok 8 Schéma systémov napojených do lokálneho dátového uzlu. Vlastná tvorba.



Obrázok 9 Výstup z SMR vložený do výhľadu (OTW). Zdroj: [43]

### 6.2.1.3.2 Servery

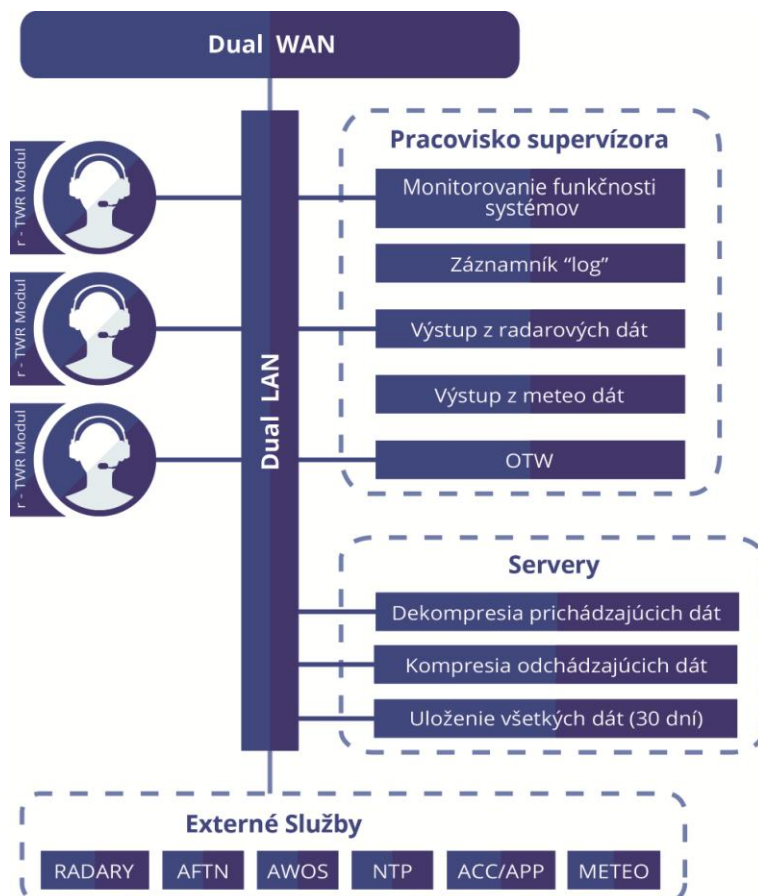
Servery slúžia na kompresiu videa (zo 400 Mb/s na 2-4 Mb/s) zo všetkých kamier inštalovaných na veži. Každéj kamere je priradený jeden server. V systéme je vždy inštalovaný jeden náhradný „warm-stand-by“ server pre prípad výpadku jedného z hlavných serverov. Komprimované dáta putujú do lokálneho dátového uzlu. [8,10,12]

Tabuľka 1 Prehľad štandardnej výbavy r-TWR. Zdroj dát: [12]

Hardware	Počet jednotiek	Poznámka
Video kamery	7 až 14	podľa rozľahu 180° až 360°
Video servery	8 až 15	na každú kameru, plus jeden záložný
PTZ/SLG	2	
Mikrofóny	2	
Servisná miestnosť	1 až 2	miestne dátové uzly, servery, vzduchový kompresor

## 6.2.2 Centrum riadenia vzdialených letísk RTC- Remote Tower Centre

RTC je centrum kumulovania všetkých dát zo vzdialených letísk a tiež pracovisko riadiaceho. Pre každé zapojené vzdialené letisko je v centre vybudované zvlášť dátové centrum, kde sa zhromažďujú všetky prichádzajúce dáta. Hlavnou časťou RTC je r-TWR modul. Modul je pracovisko riadiaceho s prístupom ku všetkým potrebným informáciám. Ďalšie prvky sú centrum pre monitorovanie funkcií spolu s pracoviskom supervízora, servery a vstup pre externé dáta. Schému RTC nájdete na Obrázku 10.



Obrázok 10 Schéma RTC. Vlastná tvorba, zdroj dát: [12]

### 6.2.2.1 Modul r-TWR

Modul r-TWR je pracovisko riadiaceho letovej prevádzky. Môže byť konfigurovaný pre jedno (TWR) alebo dve (TWR+GND) pracoviská (CWP- Controller Working Position). Prahľad výbavy nájdete v Tabuľke 2, súčasti modulu r-TWR sú:

- panoramatické displeje (OTW- Out of Window)
- integrované pracovisko riadiaceho (i-TWR) (Obrázok 11)

- panel pre hlasovú komunikáciu
- displej s radarovými (RDP- Radar Data Processing) a letovými dátami (FDP- Flight Data Processing)
- elektronický panel na stripy
- panel na ovládanie PTZ/SLG a letiskových systémov (IDP- Information Data Processing).

Pozn. všetky displeje sú dotykovo ovládané špeciálnym perom (stylusom). [8,10,12,49]

Tabuľka 2 Prehľad štandardnej výbavy modulu r-TWR v centre vzdialeného riadenia RTC. Zdroj dát: [8,12,48,49]

Hardware	Počet jednotiek	Poznámka
OTW displeje	8 až 15	jeden záložný
RDP, FDP	1	Radarové dáta, stav počasia, ukazovateľ letových dát
Elektronický panel na stripy	1	
IDP	1	Letiskové systémy a ovládanie PTZ a SLG



Obrázok 11 Pohľad na i-TWR, v pozadí OTW. Zdroj:[18]

### 6.2.2.1.1 OTW

Modul je vybavený 8 až 15 displejmi (podľa počtu kamier na r-TWR), pričom vždy je jeden z nich záložný „warm-stand-by“, ktorý by nahradil hlavný displej v prípade jeho výpadku alebo zamrznutia obrazu. [12]

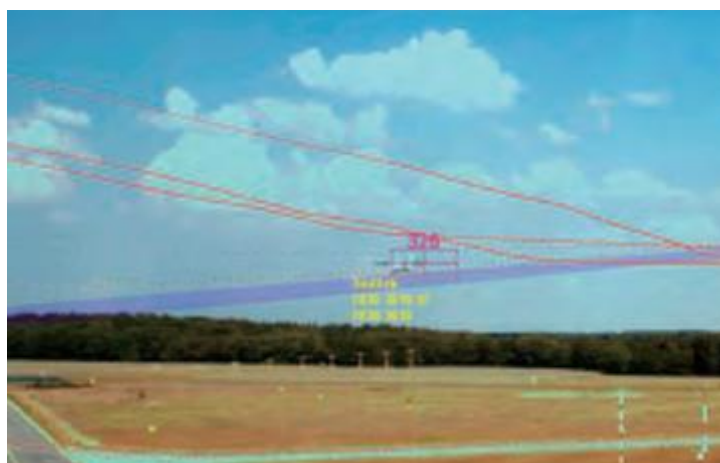
OTW displeje môžu byť integrované s radarovými (Výstup z SSR na Obrázku 12 a výstup z SMR na Obrázku 9) a meteo dátami a pomocou digitálnej informačnej vrstvy poskytovať riadiacemu väčší prehľad o aktuálnej situácii. Tiež môže byť aplikovaná dodatočná vrstva s grafickým implementovaním letiskovej mapy (Obrázok 15), prípadne zostupovej roviny (Obrázok 14) do výhľadu. Systém podporuje funkciu „obraz v obraze“ touto funkciou môže byť vyobrazený výstup z PTZ (Obrázok 12) alebo IR kamery (Obrázok 13). Tieto doplnkové systémy tak ešte viac zvyšujú situačný prehľad riadiaceho, najmä v podmienkach zníženej viditeľnosti. [8,9,10,12,29]



Obrázok 12 Výstup zo sekundárneho radaru na obrazovkách OTW, v dolnej časti výstup z PTZ kamery. Zdroj: [8]



Obrázok 13 Zameranie lietadla na vozovkej dráhe pomocou IR kamery. Zdroj: [8]



Obrázok 14 Vykreslenie GP (fialová), trajektórie letu (červená) a výstupu zo sekundárneho radaru (žltá) na monitoroch OTW. Zdroj: [9]



Obrázok 15 Vykreslenie letiskovej mapy do výhľadu. RWY (žltá) a TWY (modrá). Zdroj: [8]

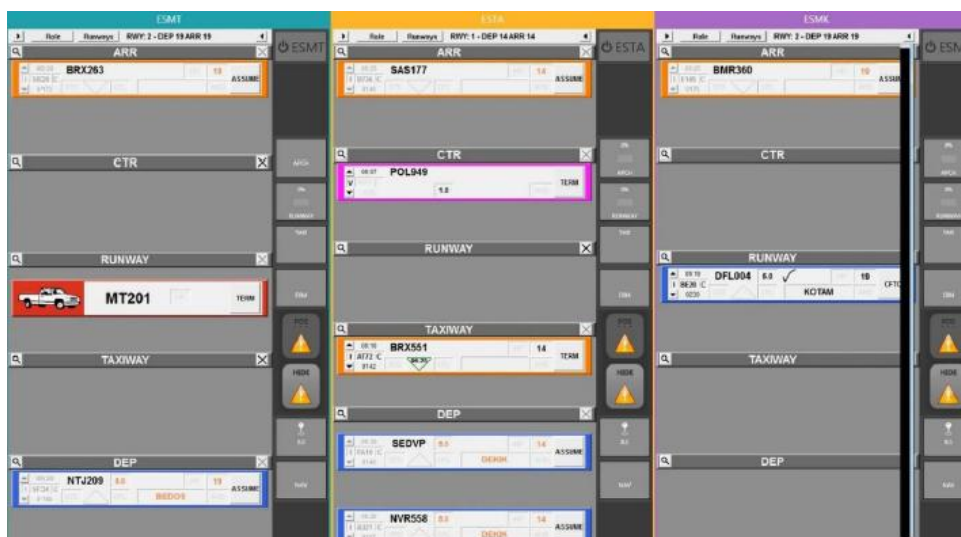
System OTW je vybavený auto-diagnostikou porúch, výpadku alebo zamrznutia obrazu. Ako sekundárny spôsob diagnostiky podobných porúch slúži viditeľný pohyblivý pixel, ktorý pravidelne prebieha po obraze všetkých displejov. [12]

### 6.2.2.1.2 RDP a FDP

RDP panel obsahuje všetky dostupné a relevantné radarové dáta spolu s dátami z meteo radaru. Podobne ako iné moderné radarové systémy upozorní riadiaceho v prípade hrozacej konfliktnej situácie. FDP panel poskytuje riadiacemu prehľad podaných letových plánov a pozemnej prevádzky. [12]

### 6.2.2.1.3 Elektronický panel na stripy

Pracuje na rovnakom princípe a obsahuje rovnaké informácie ako fyzické stripy na klasických vežiach. Príklad systému, pri riadení viacerých letísk, môžete vidieť na Obrázku 16. Predávanie stripu medzi jednotlivými stanoviskami riadenia prebieha dátovou cestou. V rámci kooperácie musí tento systém podporovať aj stanovisko APP a ACC. [12,48]



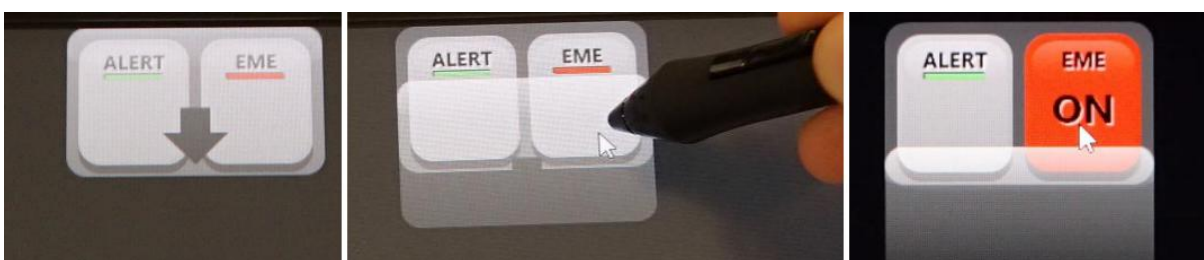
Obrázok 16 Príklad elektronického panelu na stripy pri riadení viacerých letísk. Zdroj: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:821649/FULLTEXT01.pdf>



#### 6.2.2.1.4 IDP

Panel IDP slúži na vyobrazenie informácií a správ z externých služieb (napr. AFTN), zaistenie ovládania všetkých relevantných letiskových systémov (viď 5.2.1.3.1 Lokálny dátový uzol), ovládanie PTZ a SLG, vkladanie digitálnych informačných vrstiev na displeje OTW a vyhlásenie pohotovosti záchranným zložkám na letisku (Obrázok 17).

Pri riešení, kde jeden riadiaci riadi viacero letísk (dizajn 1:n), slúži tento panel tiež pre prepínanie medzi jednotlivými letiskami. V rámci minimalizácie pravdepodobnosti ľudskej chyby, systém pri prepínaní letísk vyžaduje dvojité potvrdenie a vizuálne aj akusticky upozorní riadiaceho na zmenu. [8,12]



Obrázok 17 Elektronické zabezpečenie tlačidla na vyhlásenie pohotovosti. Zdroj: [8]

#### 6.2.2.2 Monitorovanie funkčnosti systémov a pracovisko supervízora

Súčasťou RTC je tiež pracovisko supervízora. Supervízor má k dispozícii prehľad všetkých aktuálnych dát zo všetkých letísk, ktoré sú riadené z daného RTC. Vykonáva kontrolnú činnosť a sleduje pracovné zaťaženie jednotlivých riadiacich. V prípade veľkej záťaže jedného riadiaceho, prerozdeľuje zodpovednosť medzi ďalších riadiacich.

Supervízor funguje tiež ako záložný riadiaci v prípade náhlej nedostupnosti iného riadiaceho alebo v prípade obdobia zvýšeného dopytu po službách riadenia. V rámci tohto pracoviska je tiež k dispozícii prehľad funkčnosti (log) všetkých systémov na všetkých dotknutých letiskách. [12] Výpis technického zázemia je v Tabuľke 3.

Tabuľka 3 Technické zázemie RTC. Zdroj dát: [12]

Hardware	Počet jednotiek	Poznámka
Nahravací server	2	
WSP	2	
TWP	2	môže byť súčasťou pracoviska supervízora

### **6.2.2.3 Lokálny dátový uzol a servery**

Lokálny dátový uzol kumuluje všetky dáta z RTC a roztrieďuje informácie jednotlivým letiskám. Servery slúžia na prvotnú dekompresiu prichádzajúcich dát a na nahrávanie všetkých dát zo vzdialených letísk, ako aj z RTC, a ich uloženie po dobu minimálne 30 dní. [8,12]

### **6.2.2.4 Externé služby**

Medzi externé služby, ktoré komunikujú so sieťou RTC, patria najmä:

- radarové letecké a meteo dáta
- dátová komunikácia s APP a ACC
- predpoveď počasia pre dotknuté oblasti a meteo výstrahy
- NTP (Network Time Protocol), ktorý slúži na synchronizáciu času (UTC) všetkých systémov
- Letecká pevná telekomunikačná sieť (AFTN- Aeronautical Fixed Telecommunication Network)- celosvetová heterogénna telekomunikačná sieť, ktorá slúži na zdieľanie a výmenu dátových správ týkajúcich sa leteckej prevádzky (tiesňové, pohotovostné správy, správy AIS, meteo správy, atď.) medzi stanoviskami letových služieb a všetkými zainteresovanými inštitúciami. [7,12]

### **6.2.3 Dátové spojenie r-TWR a RTC**

Dátové spojenie r-TWR- RTC je tvorené zdvojeným optickým dátovým káblom. Vzhľadom na dostupnosť služby by mala byť trasa každého z nich viesť rozličnou fyzickou trasou.

Kontinuálnosť a bezchybnosť dátového toku pri pripojení s jedným káblom je garantovaná 99,7 % času. Pri dvojnásobnom redundantnom spojení, s maximálne rozličnou fyzickou trasou, dosahuje kontinuálnosť a bezchybnosť dátového toku 99,999991 % času. Ročne sa jedná o približne 284 sekúnd nedokonalého spojenia. Pri zapojení, v návrhu nepožadovanej, tretej dátovej cesty sa zníži maximálny ročný výpadok na 0,85 sekundy. Riziko poruchy vedenia sa nepredvídateľne zvyšuje vplyvom vyššej moci (npr. prírodné katastrofy) na trase vedenia. [3,12]



## 6.3 Možnosti dizajnu r-TWR

### 6.3.1 Jedno obsluhované letisko

#### 6.3.1.1 Miestna r-TWR

Pod pojmom miestna r-TWR sa myslí letiskový kamerový systém, ktorý zabezpečuje vizuálny kontakt riadiaceho na veži s letiskovými lokalitami, ktoré sú z rôznych dôvodov mimo výhľad veže.

Toto riešenie je vhodné pre veľké a frekventované letiská, ktoré majú vzdialené VPD. Systém sa dá využiť aj v prípade, ak je výhľad na VPD, pojazdovú dráhu alebo apron (Obrázok 18) rušený prekážkami. Tento systém funguje napr. na letisku Schiphol v Amsterdame a Ferenc Liszt v Budapešti. [28,32]



Obrázok 18 Miestny kamerový systém poskytujúci výhľad na apron. Zdroj: [43]

#### 6.3.1.2 Contingency TWR

Je plnohodnotná prenosná r-TWR, ktorá slúži ako záloha v prípade nemožnosti použitia štandardnej veže v určitom období (rekonštrukčné práce, havárie, atď.). Modul r-TWR sa v takom prípade nachádza buď v najbližšom stredisku RTC alebo v tesnej blízkosti letiska. Tento systém je v prevádzke na letisku Heathrow v Londýne. [12,29,54]

### 6.3.1.3 1:1 jeden modul v stredisku RTC a jedna r-TWRs

Jedná sa len o presunutie pracoviska riadiaceho TWR. Dizajn 1:1 (Obrázok 19) sa z finančného hľadiska opláti najmenej, môže však čiastočne vyriešiť problémy s motiváciou riadiacich, keďže vzdialené letiská sa často nachádzajú vo veľmi odľahlých lokalitách. Aktuálne je táto varianta využívaná pri obsluhu letiska vo švédskom Örnköldsviku z mesta Sundsvall. [12,30]



Obrázok 19 Schéma dizajnu 1:1. Vlastná tvorba.

### 6.3.2 Viacero obsluhovaných letísk

Koncept obsluhy viacerých letísk naraz jedným riadiacim letovej prevádzky je v testovacej fáze a jeho schválenie sa očakáva najskôr v roku 2016. Testovanie prebieha v RTC v švédskom Sundsvalle a tieňovo sa riadi prevádzka na letisku v Sundsvalle a Örnköldsviku.

Pri viacerých letiskách s jedným riadiacim letovej prevádzky zabezpečuje manažment letového toku, v koordinácii s ACC a APP, priradovanie slotov plánovaným IFR priletom na riadené letiská a neustále aktualizuje doporučený čas priletu aby bol zabezpečený rýchly a usporiadaný tok letov s dôrazom na minimalizáciu zdržania. V tejto konfigurácii je pri efektívnom priradovaní slotov možné jedným riadiacim dohromady obslúžiť až 20 pohybov za hodinu. [12]

#### 6.3.2.1 1:2, jeden modul v stredisku RTC a dve r-TWRs

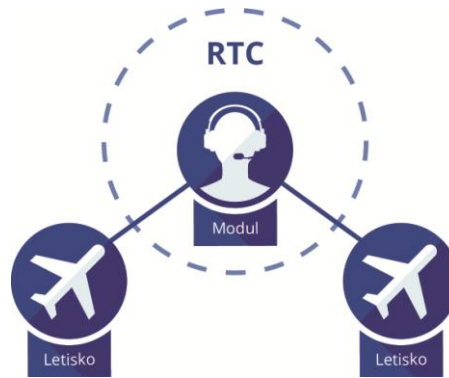
Riadiaci, ako je znázornené na Obrázku 20, obsluhuje zo svojho stanoviska dve menej frekventované letiská v jednom čase. Tento dizajn systému, podobne ako dizajn n:n, nie je zatiaľ v prevádzke nikde na svete.

Keďže sa jedná o prvý koncept podobného typu, je pochopiteľné, že so sebou prináša radu nezodpovedaných otázok a nejasností. Jednou z nich je aj schopnosť riadiaceho obsluhovať dve letiská simultánne ak sa na oboch letiskách uskutočňuje pohyb v jednom čase. Systém je v rámci validačného procesu neustále testovaný na vzorkách riadiacich letovej prevádzky z celej Európy. Riadiaci sú podrobovaní praktickým testom, pri ktorých sa skúma miera ich situačného prehľadu a možnosť ľudskej chyby pri práci s týmto systémom. V rámci týchto validačných testov sa skúšajú rôzne možnosti riešenia tohto problému.

Z priebežných výsledkov vychádza ako najpravdepodobnejší nasledujúci scenár. V čase obsluhy letiska „A“ je CTR letiska „B“ dočasne uzatvorené pre IFR prevádzku a prípadný IFR prílet na letisko „B“ zaháji na pokyn APP vyčkávanie až do doby obnovenia CTR na letisku „B“. V prípade, že je riadiaci nútený (vzhľadom na hustotu prevádzky) prepnúť riadenie medzi letiskami aj v prípade nedokončenia celého postupu príletu (spolu so samotným pristátím) na letisku „A“, budú všetky lietadlá v CTR letiska „A“ povolené pokračovať do medze povolenia. Vzhľadom na tento fakt bude potrebné publikovať na týchto letiskách nové postupy priblíženia s väčším počtom vyčkávacích bodov, resp. vyčkávacích obrazcov. V prípade lietadla, ktoré sa v čase „uzatvorenia“ pohybuje po zemi, mu je dovolené, tak ako pri bežnej riadenej prevádzke, pokračovať až do medze povolenia. VFR prevádzka sa v čase dočasného uzatvorenia CTR riadi pravidlami príletu na neriadené letisko a zabezpečuje si vlastné rozostupy. Vzhľadom na možný výskyt IFR letov na približovacej trati a vo vyčkávacích obrazcoch v CTR, budú musieť byť publikované nové postupy VFR priblíženia, ktoré zabezpečia dostatočný rozstup medzi VFR a IFR prevádzkou. Pri následnom obnovení riadenia na letisku „B“ sa toto oznámi všetkým staniciam v okrsku po rádiu.

Keďže by mali byť všetky časy príletov a odletov vopred koordinované, a v prípade konfliktu upravené, spomínaný postup (prepnutie riadenia na letisko „B“ bez ukončenia aktuálneho pohybu na letisku „A“) by mal byť na týchto letiskách veľmi ojedinelým javom. Jedným z riešení podobných „rušných“ období (obdobia zvýšeného dopytu po službách riadenia) je zapojenie supervízora RTC do samotného riadenia, tak ako to spomínam v kapitole 6.3.2.3.

[12]



Obrázok 20 Schéma dizajnu 1:2. Vlastná tvorba.

### 6.3.2.2 1:n, jeden modul v stredisku RTC a viacero r-TWRs

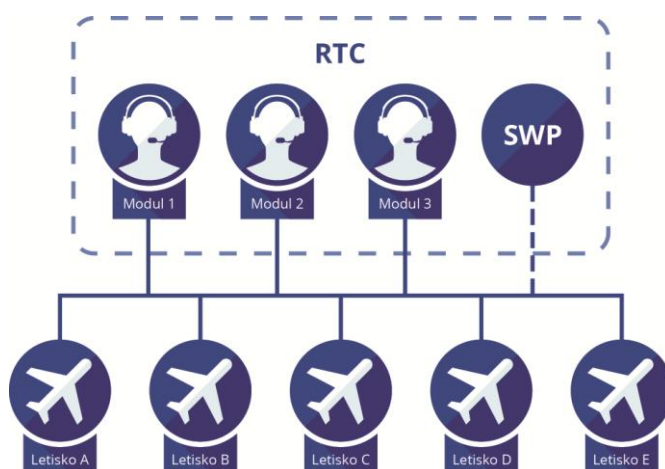
Konfigurácia 1:n umožňuje jednému riadiacemu obsluhovať viacerých vzdialených letísk súčasne, podobne ako tomu je v konfigurácii 1:2. Ak sa jedná o viac frekventované letiská tento riadiaci obsluhuje len stanovišková TWR a na dotknutých letiskách je vytvorené stanoviško GND, ktoré obsluhuje ďalší riadiaci súčasne na všetkých letiskách. Stanoviško GND nie je v štandardnej výbave vybavené OTW displejmi a pracuje s dátami z SMR, prípadne len na základe rádiovkej komunikácie s pozemnou prevádzkou. [12]

### 6.3.2.3 n:n, viacero modulov v stredisku RTC a viacero r-TWRs

Konečným cieľom výskumníkov pracujúcich na prebiehajúcej validácii systému je možnosť zriadenia veľkých vysoko centralizovaných stredísk vzdialeného riadenia s množstvom pripojených vzdialených letísk. V budúcnosti by sa s pokrokom technológií malo dať zabezpečiť úplne centralizované riadenie na úrovni všetkých stanovísk a všetkých letísk v danej krajine. Tento scenár by zabezpečoval maximálnu flexibilitu a efektívnosť vynaložených prostriedkov na riadenie leteckej prevádzky.

Varianta n:n (Obrázok 21) umožňuje vysokú efektívnosť, flexibilitu a rozumnejšie rozloženie pracovnej záťaže medzi jednotlivých riadiacich. Poskytuje možnosť rozloženia záťaže medzi skúsenejších a menej skúsených riadiacich a zabezpečiť tak plynulý vzostup náročnosti povýcvikovej praxe nováčikov. Súčasťou dizajnu je aj pracovisko supervízora. Toto pracovisko je z hľadiska technického vybavenia totožné s modulom, má však k dispozícii niekoľko ďalších funkcií. Supervízor dokáže zo svojho pracoviska aktívne prerozdeľovať prácu, dohliada na mieru pracovného zaťaženia jednotlivých riadiacich. V prípade veľkého dopytu po službách riadenia dokáže sám prevziať riadenie jedného alebo viacerých letísk

a odbremenit' ostatných riadiacich. Okrem toho dohliada na všetky monitorings funkčnosti systémov a rieši prípadne núdzové situácie, má možnosť prehrať si záznam (30 dní záznamu) z ktoréhokoľvek modulu a kontrolovať tak kvalitu poskytovaných služieb. [12]



Obrázok 21 Schéma dizajnu n:n. Vlastná tvorba.

## 7 Systém r-TWR v Českej republike

### 7.1 Možnosti a účelnosť vybudovania systému r-TWR

Jedným z cieľov mojej bakalárskej práce je posúdiť možnosti, podmienky a účelnosť vybudovania systému r-TWR na regionálnom letisku, resp. letiskách, v Českej republike.

V rámci mojej bakalárskej práce som preskúmal možnosti uplatnenia systému r-TWR v českých podmienkach na týchto letiskách:

- Jihočeské letisko České Budějovice (ICAO:LKCS)
- Letisko Vodochody (LKVO)
- Letisko Příbram (LKPM)
- Letisko Hradec Králové (LKHK)

Na základe dostupných informácií som zohľadňoval:

- aktuálnu pripravenosť budúcej modernizácie
- plánovaný a aktuálny priemerný počet pohybov za deň
- IFR prevádzku, prípadne predpoklad budúcej IFR prevádzky
- frekvenciu tréningových letov VFR

### **7.1.1 Letisko České Budějovice (LKCS)**

Mesto České Budějovice je prirodzeným centrom južných Čiech. Prevádzkovateľom neďalekého letiska je Juhočeský kraj, ktorý má ambície zmodernizovať ho tak aby bolo schopné prijímať charterové, prípadne pravidelné lety. Modernizáciu financuje Jihočeský kraj spolu s mestom České Budějovice. [55]

Jej prvá etapa bola zahájená v roku 2009. V rámci nej bola v roku 2010 do prevádzky odovzdaná zrekonštruovaná veža a príslušné priestory. V ďalších etapách sa plánuje s opravením VPD, vybudovaním terminálu, zväčšením apronu, vybudovaním osvetlenia a inštaláciou navigačných zariadení. Po dokončení modernizácie by malo byť letisko schopné prijímať pravidelnú IFR prevádzku s kapacitami na obsluhu lietadiel strednej kategórie (B737, A320 atp.) s perspektívou stať sa významným dopravným uzlom v tomto regióne.

Letisko je v súčasnosti neriadené a poskytuje len službu AFIS. Letisko využíva stále viac lietadiel prichádzajúcich zo zahraničia. Od roku 2007 je priemerný medziročný nárast zahraničných príletov 27 %. V roku 2014 dosiahol počet všetkých pohybov hodnotu 7318, čo predstavuje približne 20 pohybov denne.

Podľa plánu rozvoja letiska bude v budúcnosti nutné rozšíriť služby riadenia a zriadiť na miestnej veži stanovisko TWR a APP. Nízka frekvencia tréningových a výsadkových letov a plánovaná nízkonákladová IFR prevádzka predurčujú toto letisko na využitie systému r-TWR. Napriek faktu, že na letisku je novozrekonštruovaná riadiaca veža a z finančného hľadiska nevznieva systém r-TWR ako výhodnejšia možnosť, som na základe ostatných argumentov zaradil toto letisko do ďalšieho posudku. V posudku predpokladám s napojením systému na teoretické RTC v ŘLP v Jenči.

V mojom posudku predpokladám budúcu prevádzku letiska v rozsahu:

- do 20 IFR pohybov denne v letnom období (začiatok marca- koniec októbra)
- do 10 IFR pohybov denne v zimnom období (koniec októbra- začiatok marca)
- prevádzka od 08:00 do 18:00
- 100 tisíc odbavených cestujúcich ročne

### **7.1.2 Letisko Vodochody (LKVO)**

Letisko Vodochody sa nachádza severne od Prahy. Má status riadeného medzinárodného letiska a je certifikované na nepravidelnú IFR a VFR prevádzku. Vlastník a prevádzkovateľ

letiska, spoločnosť Letiště Vodochody, a.s. dlhodobo deklaruje úmysel zmodernizovať ho a vytvoriť na letisku podmienky pre pravidelnú leteckú dopravu. V budúcnosti by malo letisko zastávať pozíciu sekundárneho letiska pre oblasť HI. mesta Prahy a Stredočeského kraja. Plánuje sa oprava VPD, rozšírenie pojazdových dráh, modernizácia navigačných systémov a vybudovanie medzinárodného terminálu. Plánovanými hlavnými odberateľmi služieb sú európske a neeurópske nízkonákladové letecké spoločnosti. [56]

22. októbra 2014 bolo MŽP ČR zrušený kladný posudok EIA modernizácie letiska, realizácia je pozastavená a v súčasnosti je v príprave nový upravený dokument na opätovné posúdenie MŽP ČR. [36]

V súčasnosti je na letisku zriadená provizórna riadiaca veža poskytujúca službu TWR. Letisková kontrolná zóna CTR je aktívna len v prípade oznámenia o prilete vopred telefonicky alebo emailom. Piloti, lietajúci v oblasti ohraničenej hranicou CTR, by mali pravidelne (každých 15 minút) odpočúvať frekvenciu ATIS, kde je vždy aktuálna správa o aktivite CTR Vodochody.

V rámci modernizácie sa plánuje so stavbou klasickej riadiacej veže. V prípade využitia systému r-TWR, by bolo možné ušetriť finančné prostriedky určené na stavbu štandardnej riadiacej veže. Systém by po prípadnej certifikácii poskytoval plnohodnotné možnosti riadenia rovnako ako klasická TWR. Bol by obsluhovaný z RTC v ŘLP v Jenči. Stanovisko APP by sa obsluhovalo prostredníctvom stanoviska APP Praha taktiež z ŘLP v Jenči.

Systém r-TWR by oproti klasickej veži poskytoval riadiacemu viac informácii (upozornenie na neidentifikovanú prevádzku vo výhľade atď.) a umožňoval mu tak mať väčší prehľad o situácii, najmä v podmienkach zníženej viditeľnosti. Vzhľadom na to by systém zvýšil mieru bezpečnosti letov v letiskovom priestore.

Štatistiky letiska vykazujú každoročný násobný nárast počtu pohybov. Je tu plánovaná rozsiahla modernizácia, po ktorej sa predpokladá až 70 IFR pohybov denne plus pohyby VFR. Plánuje sa nákladná výstavba konvenčnej veže. CTR letiska je z veľkej časti obklopené riadeným priestorom.

Na základe týchto argumentov som vyhodnotil letisko Vodochody ako vhodné pre implementáciu vzdialenej veže a zahŕňam ho do ďalšieho posudku.

V mojom posudku predpokladám budúcu prevádzku letiska v aktuálne plánovanom rozsahu:

- 70 IFR pohybov denne v letnom období (začiatok marca- koniec októbra) +VFR
- 30 IFR pohybov denne v zimnom období (koniec októbra- začiatok marca) + VFR

- prevádzka od 06:00 do 22:00
- 3,5 milióna odbavených cestujúcich ročne

### 7.1.3 Letisko Příbram (LKPM)

Letisko Příbram sa nachádza približne 10 km severne od rovnomenného mesta a asi 50 km od centra Prahy. Avšak vzhľadom na plánovanú modernizáciu letiska Vodochody nemá prevádzkovateľ letiska, spoločnosť Air Station s.r.o., ambície zmodernizovať ho na úroveň medzinárodného letiska s pravidelnými letmi a vytvoriť tak z letiska sekundárny letecký uzol pre Prahu. Medzi hlavné ciele prevádzkovateľa letiska patrí zachovanie prevádzky, vytvorenie prostredia pre organizáciu väčších leteckých akcií a postupné vybudovanie podmienok pre IFR nepravidelnú prevádzku. [57]

Letisko je v súčasnosti neriadené a miestne stanovisko poskytuje len informácie v obmedzenom rozsahu, letisko tak neposkytuje službu AFIS. V prípade vybudovania systému r-TWR s riadenou prevádzkou a publikovania približovacích postupov by na letisko mohli prilietavať IFR lety (v obmedzenej miere je v súčasnosti možné publikovať približovacie postupy pre nepresné prístrojové priblíženie aj na neriadenom letisku poskytujúcom aspoň službu AFIS). Letisko by sa tak mohlo následne teoreticky stať jedným z ďalších plnohodnotných letísk obsluhujúcich Prahu a Stredočeský kraj. V neposlednom rade by sa na letisku zvýšila miera bezpečnosti a zvýšila by sa tiež kapacita letiska. Po rozšírení a predĺžení RWY (na štandardných 2500m) by letisko mohlo prijímať aj lietadla strednej kategórie.

Keďže na letisku pôsobí viacero leteckých škôl, väčšinu pohybov na letisku uskutočňujú piloti-žiaci. Ďalšie pohyby pripadajú na vyhlídkové a výsadkové lety, ktoré sú na tomto letisku pomerne časté. Zvyšok letov pripadá na VFR GA. V prípade letísk s vysokým podielom tréningových letov, kde je určitá vyššia pravdepodobnosť neobvyklých situácií, je vhodné aby bol poskytovateľ služby AFIS, resp. služby riadenia, prítomný na letisku a aby bol znalý miestnej problematiky a tak nie je vzdialené riadenie vhodnou voľbou pre tento typ letiska.

Vzhľadom na aktuálny nízky počet pohybov (v priemere 20 denne), vysoký podiel tréningových letov a výsadok, a vzhľadom na výhľad do budúcnosti by bola investícia do vzdialenej veže na tomto letisku nerentabilná. Jednou z možností ako využiť tento systém by bolo zriadenie vzdialeného stanoviska AFIS. Tým by okrem iného mohol vzniknúť legislatívny priestor na publikovanie nepresných prístrojových približovacích postupov. Vzdialená služba



AFIS však má opodstatnenie a ekonomický prínos len v prípade nedostupných letísk situovaných mimo obývané územia, letisko Příbram takýmto nie je.

Na základe vyhodnotených informácií som letisko Příbram vylúčil z ďalšieho posudku.

#### **7.1.4 Letisko Hradec Králové (LKHK)**

Verejné vnútroštátne a neverejné medzinárodné letisko Hradec Králové je centrom leteckej dopravy v Královohradeckom kraji. Aktuálnym cieľom prevádzkovateľa letiska, spoločnosti Letecké služby Hradec Králové a.s., je modernizovať letisko, zriadiť na letisku približovaciú a letiskovú službu riadenia. V rámci tohto cieľa sa aktuálne pracuje, v spolupráci s ŘLP ČR, s.p., na projekte „IFR letiště Hradec Králové s nepřesným přístrojovým přiblížením RNAV (GNSS)“. Doterajším výsledkom tohto projektu je prvý návrh nepresného priblíženia RNAV (GNSS) na dráhu 33. V druhej polovici roku 2015 je plánovaná jeho finálny zálet a skúšobná prevádzka. [50]

Prevádzkovateľ letiska sa do budúcnosti zameriava na rozvoj nepravidelnej IFR prevádzky. Vzhľadom na charakter regiónu, dobrú pozemnú infraštruktúru a blízkosť k veľkým medzinárodným letiskám nemá ambície prilákať na letisko pravidelné linky.

V súčasnosti je letisko neriadené a poskytuje služby AFIS. Na základe plánov sa v budúcnosti na letisku zriadi stanovisko TWR a stanovisko APP. S tým sú spojené veľké investície v podobe modernizácie riadiacej veže. Implementáciou systému r-TWR by sa toto letisko mohlo stať plnohodnotným riadeným letiskom bez nutnosti budovania riadiacej veže. Pracovisko by bolo vysunuté a okrsok by bol riadený z RTC v ŘLP Jeneč. Systém by okrem iného, pomocou doplnkových systémov, zvýšil situačný prehľad riadiaceho a zvýšil tak úroveň bezpečnosti.

V posledných rokoch letisko zaznamenáva mierne zvyšujúcu sa frekvenciu leteckej prevádzky. V roku 2014 sa na letisku zaznamenalo 30 013 pohybov, čo predstavuje v priemere 82 pohybov denne. Podobne ako na letisku v Příbrame, významnú časť prevádzky (92 %) predstavujú pohyby spoločnosti dislokovaných na letisku. Jedná sa o letecké školy (78 %) a firmy poskytujúce výsadkové lety a aerotaxi. Na letisku je teda zvýšená frekvencia tréningových letov. Vysoký počet tréningových letov podľa môjho názoru zvyšuje pravdepodobnosť rizikových situácií v letiskovej prevádzke a je vhodnejšie aby na takom letisku bolo stanovisko poskytovateľa služby AFIS, prípadne riadiaceho letovej prevádzky, situované priamo na letisku.

Z týchto dôvodov som napriek spomenutým možným pozitívam vyhodnotil letisko Hradec Králové ako nevhodné pre aktuálnu implementáciu systému r-TWR a vylúčil ho z ďalšieho posudku.

V ďalšom posudku počítam s vybudovaním systému r-TWR na letiskách v Českých Bedějoviciach a Vodochodoch. Centrum riadenia sa teoreticky nachádza v sídle ŘLP ČR neďaleko obce Jeneč. Letiská Hradec Králové a Příbram z posudku na základe spomínaných skutočností vylučujem.

## **7.2 Základné požiadavky na certifikáciu**

V Českej republike by bola potenciálna certifikácia celého systému r-TWR (v dizajne 1:1), tak ako ho opisujem v predošlých kapitolách, vďaka už prebiehajúcim prevádzkam, testovacím prevádzkam a výskumom pod záštitou programu SESAR-Joint Undertaking [42], jednoduchšia ako v prípade prvotnej certifikácie na území Európskej Únie. Organizácia ICAO (Module N° B1-81) a v roku 2015 aj európska EASA (RMT.0624 — 23.3.2015) vydali zjednotené technické a organizačné požiadavky na systém pre členské štáty ICAO, resp. EASA. [34,47] Všetky tieto požiadavky boli skúšané a stanovené pre prevádzku systému r-TWR v dizajne 1:1. Na validáciu dizajnu 1:2, prípadne 1:n sa stále čaká a ukončenie validačného procesu sa predpokladá najskôr v roku 2016.

V Českej republike je tak možné vybudovať tento systém (vzdialené riadenie viacerých letísk súčasne, ang. Multi r-TWR system) ihneď po vydaní konečnej validácie systému švédskym CAA a následných požiadaviek na systém zo strany ICAO, resp. EASA, ktoré je potrebné, ešte pred ich uplatňovaním na českom území, aplikovať do českých predpisov a noriem.

Medzi predpokladané základné požiadavky následnej validácie v ČR patrí [12,13]:

- Štúdia uskutočniteľnosti
- Validácia systému (Multi airport remote control tower) švédskym LFV a Švédskou národnou dopravnou agentúrou (CAA of Sweden)
- Inštalácia technického zázemia a dobudovanie dátovej infraštruktúry
- Test funkčnosti systémov a záloh
- Školenie riadiacich na viacero stanovísk
- Školenie riadiacich pre prácu v module RTC
- Pasívne tieňové testovanie
- Aktívne tieňové testovanie

- Validácia systému Úradom civilného letectva ČR (CAA CR)
- Získanie prevádzkového certifikátu ŘLP ČR, s.p.
- Posledný 90 dňový ostrý test v prevádzke

Predpokladané budúce základné požiadavky na validáciu systému v ČR sa môžu od spomínaného zoznamu líšiť. Zoznam je inšpirovaný validačným procesom systému vo Švédsku a Nórsku. Konečný a záväzný postup a podmienky zriadenia tohto systému stanoví ÚCL ČR.

### **7.3 Prevádzkové posúdenie systému**

#### **7.3.1 Organizačné a personálne posúdenie**

Podľa aktuálneho návrhu by mal prevádzkový limit jedného riadiaceho pri konfigurácii 1:2 činiť 20 pohybov za hodinu a pri konfigurácii 1:n 15 pohybov za hodinu. Konkrétny prevádzkový limit sa stanoví na základe výsledkov prebiehajúceho testovania a výskumu, švédskeho LFV a nemeckého DFS, pod záštitou SESARu. [13] Tiež sa určí maximálny počet letísk obsluhovaných jedným riadiacim a súčasne aj limity pohybov v prípade vzdialeného stanoviska AFIS, prípadne kombinácia stanovísk AFIS/ATC obsluhovaných jedným riadiacim. [12]

Pri predpokladanej frekvencii pohybov dvoch posudzovaných letísk (spolu v priemere 90 IFR pohybov denne v lete a 40 IFR pohybov denne v zime) volím do môjho predpokladu na stanovišti r-TWR v RTC dvojmennú prevádzku 16 hodín/denne 7 dní v týždni. Každý všedný deň by riadiaci 10 hodín (08-18) obsluhoval dve letiská súčasne a 6 hodín (06-08;18-22) len letisko Vodochody. Celková potrebná zamestnanosť stanoviska by predstavovala 7 riadiacich, z ktorých sú minimálne 2 certifikovaný ako supervízori. Tí by sa venovali len kontrolnej činnosti a manažovaniu pracoviska, služby riadenia by poskytovali len v nevyhnutne krátkej dobe počas najvyšších prevádzkových špičiek. Supervízori by boli prítomní na pracovisku najmä v období zvýšeného dopytu po službách riadenia. Tento čas by sa stanovil na základe prevádzkovej skúsenosti a mimo toho času by kontrolné funkcie vykonával poverený riadiaci. Taktiež by boli prítomní v obdobiach nedostatku riadiacich (vplyvom dovolení, práceneschopnosti). Celková doba prevádzky RTC by bola 112 hodín týždenne. Pri tejto konfigurácii by sa priemerná maximálna aktívna pracovná doba jedného riadiaceho pohybovala na úrovni 22,4 hodín/týždenne. Aktívnou pracovnou dobou mám

namysli aktívne riadenie letovej prevádzky z modulu RTC. Neaktívna pracovná doba (odpočinok po 2 aktívnych hodinách) by predstavovala 13,6 hodín/týždenne.

Týmto rozložením pracovnej doby bude pracovisko spĺňať aktuálne platné normy pracovného zaťaženia ŘLP ČR, s.p., ktoré predstavujú pri dvojzmennej prevádzke 36 hodín týždenne. [40]

V prípade nevyužitia systému r-TWR a vybudovania štandardných stanovísk TWR by pri štandardnom personálnom obsadení, v prípade stanovísk TWR na oboch letiskách, bolo potrebné dohromady obsadiť minimálne 8 (5 Vodochody + 3 České Budějovice) pozícií riadiacich a 4 (2+2) pozície supervízorov. Z vyššie prezentovaného prevádzkového modelu vyplýva, že systém r-TWR pri konkrétnej konfigurácii potrebuje na svoju prevádzku 5 riadiacich a 2 supervízorov. Systém tak predstavuje možnosť 37,5 % zníženia počtu riadiacich a 50 % možnosť zníženia počtu supervízorov. [12,40]

V posúdení nepracujem s možnosťou, že v rámci schvaľovania systému v Českej republike by bola zo strany ÚCL, resp. ŘLP ČR vznesená požiadavka na vyššie personálne obsadenie oproti klasickým stanoviskám TWR. Jedným z argumentov pri pridávaní tejto požiadavky by mohol byť fakt, že vzdialené poskytovanie služieb riadenia je v tuzemsku úplne nový pojem. A tiež fakt, že doposiaľ bol riadiaci letovej prevádzky v ČR certifikovaný vždy na jedno stanovisko riadenia a v prípade letiskovej služby riadenia sa vždy jednalo o certifikáciu pre jedno konkrétne letisko.

### **7.3.2 Ekonomické posúdenie systému**

Jedným z najskloňovanejších pozitív systému r-TWR je možnosť ušetrenia finančných nákladov. Systém sa toho snaží dosiahnuť najmä možnosťou zníženia personálnych požiadaviek.

#### **Náklady**

Náklady spojené s vybudovaním systému závisia najmä od technickej pripravenosti daného letiska. Systém je, častokrát na rozdiel od klasickej veže, prakticky nepoužiteľný bez esenciálnych externých technológií ako napríklad navigačné zariadenia (ILS, VOR atď.), primárny a sekundárny radar, radar pozemnej prevádzky, detektor úlomkov a nečistôt (kontrola čistoty dráhy) alebo automatickej meteorologickej stanice.

Okrem pokročilosti technologického zázemia závisia náklady aj na úrovni vybudovanej infraštruktúry. Či je letisko napojené na modernú dátovú sieť, prípadne koľko km fyzického spojenia je potrebné dobudovať.

Náklady na vybudovanie a prevádzku systému::

- Dobudovanie dátovej infraštruktúry a prenájom dátovej cesty u dátového poskytovateľa
  - Nákup a inštalácia technického vybavenia a servisnej miestnosti na letiskách (Tabuľka 4)
  - Vybudovanie strediska RTC (Tabuľka 4)
  - Školenia personálu
  - Personálne náklady
- 
- Dátová infraštruktúra

Pilierom celého systému a zároveň jedným z najzraniteľnejších súčastí je fyzické dátové spojenie. Systém r-TWR dislokovaný na konkrétnom letisku je potrebné spojiť redundantným optickým spojením. V ideálnom prípade je trasa týchto dvoch spojení čo možno najviac rozličná. Pre správnu funkčnosť systémov je potrebné aby malo toto spojenie kapacitu najmenej 100 Mb/s. Toto kritérium spĺňa väčšina súčasných optických sietí.

Letisko České Budějovice nemá v súčasnosti dostatočne kvalitné pripojenie a je potrebné dobudovať približne 5,5 km dlhý úsek medzi letiskom a vlakovou stanicou v centre mesta, pri ktorej sa nachádza vstupný bod do českej celoštátnej optickej dátovej siete. Výkop bude potrebný len na 2 km dlhom úseku, zbytok úseku by bol vedený už vybudovanou infraštruktúrou. Na základe konzultácii s firmou ČD- Telematika a.s., odhadujem cenu vybudovania úseku a pokladania kabeláže na 127 000 Kč.

Letisko Vodochody je v súčasnej dobe napojené na celoštátnu dátovú sieť viacerých poskytovateľov. Podobne je tomu aj v prípade prípadného RTC vybudovaného v sídle ŘLP v Jenči. Náklady na rozšírenie týchto pripojení sú zanedbateľné. [4]

Mesačný prenájom dátovej cesty s kapacitou 100 Mb/s by stál v prípade spojenia r-TWR Vodochody- RTC Jeneč spolu so spojením r-TWR České Budějovice- RTC Jeneč 9200 Kč/mesačne. Ročne by sa jednalo o čiastku 110 400 Kč. [4]

- Technologické vybavenie

Systém r-TWR je z technického hľadiska vysoko sofistikovaný. Každý zásadný prvok systému je, z dôvodu bezpečnosti, zdvojený. Na celý exteriérový systém sú kladené vysoké požiadavky na odolnosť voči poveternostným podmienkam, najmä veľkej vlhkosti a extrémnym teplotám. Elektrické súčasti preto musia byť starostlivo a odolne uzatvorené. Všetky tieto požiadavky zvyšujú náročnosť výskumu a výroby a úmerne s nimi sa zvyšuje aj obstarávacia cena týchto zariadení.

Vnútorne inštalácie v servisnej miestnosti alebo v RTC nemajú síce vysoké nároky na odolnosť voči vonkajším vplyvom, ale sú na nich kladené rovnako prísne požiadavky na bezporuchovosť a schopnosť neustálej prevádzky. Prehľad výdajov na nákup a inštaláciu jednotlivých komponentov nájdete v Tabuľke 4.

Tabuľka 4 Prehľad výdajov na zaobstaranie jednotlivých komponentov. Zdroj dát: [13] a prieskum trhu

Produkt	Množstvo	Cena
HD kamery	7 (ČB)+ 14 (Vodochody)	384 500 Kč
Servery (r-TWRs+RTC)	46	13 866 000 Kč
Mikrofóny	4	32 260 Kč
PTZ+SLG	8	73200+21 600= 94 800 Kč
IR HD kamera	1 (Vodochody)	140 000 Kč
Vzduchové kompresory	2	163 700 Kč
Displeje OTW a displeje na pracovisku	24	864 000 Kč
<b>SPOLU</b>	<b>102</b>	<b>15 545 260 Kč</b>

- Školenie personálu

Pri implementácii veľkých a novátorských projektov, ako je r-TWR, je potrebné vyškoliť potrebný personál. Či už ide o riadiacich letovej prevádzky, technikov údržby alebo pohotovostné zložky, jedná sa o nezanedbateľnú finančnú čiastku.

ŘLP ČR má v súčasnosti pre riadiacich vybudované školiace a tréningové priestory, vrátane simulátorov. Školenie odborného personálu by tak pravdepodobne prebiehalo vo vlastnej réžii ŘLP a nevyžiadalo by si príliš veľké investície.

Technici, pohotovostné zložky a ďalšie profesie je potrebné vyškoliť aj v prípade budovania klasickej veže. Tieto náklady tak nie sú priamymi nákladmi

- Personálne náklady

Náklady na ohodnotenie zamestnancov tvoria v segmente riadenia letovej prevádzky všeobecne veľmi vysoké čiastky (priemerný zárobok riadiaceho letovej prevádzky sa v ČR pohybuje nad sumou 100 000 Kč).

Na vyčíslenie konkrétnych nákladov sú potrebné podrobnejšie údaje o mzdovom ohodnotení zamestnancov ĽLP. Vzhľadom na to nebudem personálne náklady vo svojej práci bližšie špecifikovať, percento možného zníženia personálneho obsadenia som uviedol v kapitole 7.3.1 Organizačné a personálne posúdenie.

Celkové náklady spojené s vybudovaním a prevádzkou systému r-TWR na vybraných letiskách sú vyobrazené v Tabuľke 5.

Tabuľka 5 Súhrn vybraných nákladov na zriadenie r-TWR na letisku Vodochody a letisku České Budějovice. Zdroj dát: [4,13]

Náklad	Cena
<b>Dobudovanie dátovej infraštruktúry</b>	127 000 Kč
<b>Technické vybavenie</b>	15 545 260 Kč
<b>Školenie personálu</b>	Neuvažujem
<b>Prenájom dátovej cesty (prvý rok)</b>	110 400 Kč
<b>Personálne náklady</b>	Neuvažujem
<b>SPOLU</b>	<b>15 782 660 Kč</b>

pozn. ceny sú stanovené s nepresnou mierou marže dodávateľov, výsledná suma sa tak môže od skutočnej líšiť.

V ekonomickom posudku som nespomínal a nezahŕňal náklady, ktoré by bolo potrebné vynaložiť aj v prípade neimplementovania systému r-TWR a vybudovania klasickej veže (energie, servis, aktualizácie a licencie softwarov, atp.).

## **Ekonomické prínosy**

Hlavným ekonomickým prínosom z dlhodobého hľadiska je výrazná, viac ako tretinová, možnosť zníženia plánovaných stavov riadiacich, ktorí by museli byť zamestnaní v prípade zriadenia samostatných stanovísk TWR na oboch letiskách. Z posudku vyplynulo, že zriadenie r-TWR je síce veľmi nákladné ale s pribúdajúcimi letiskami zapojenými do jedného RTC sa znižujú náklady na personál. Systém je tak rentabilný už pri napojení aspoň dvoch letísk s prevádzkou podobnou posudzovaným letiskám.

Ďalším ekonomickým prínosom systému r-TWR je možnosť použiť tento systém ako plnohodnotnú náhradu klasickej „murovanej“ riadiacej veže. Náklady na rekonštrukciu alebo výstavbu tohto typu budov a ich technické vybavenie veľakrát predstavujú sumy v desiatkach miliónov korún. Táto možnosť vymeniť v stavebnom návrhu klasickú vežu za vzdialenú sa naskytne pri modernizácii letiska Vodochody. Letisko České Budějovice už svoju riadiacu vežu zrekonštruovalo, stále však nie je dostatočne vybavená a tu je možné implementovať r-TWR do už postavené veže. V budúcnosti predpokladám, vzhľadom na plánovaný vysoký počet aplikácií a rastúcu konkurenciu na svetovom trhu, klesajúcu tendenciu obstarávacej ceny.



## 8 Záver

System vzdialenej veže môže v budúcnosti zásadne ovplyvňovať množstvo finančných prostriedkov vynaložených na služby riadenia letovej prevádzky. Je to jeden z mála vyvíjaných systémov, ktoré majú za cieľ zvýšiť flexibilitu riadiacich letovej prevádzky a podstatne tým znížiť personálne náklady pri zachovaní rovnakých alebo vyšších bezpečnostných štandardov. A zároveň jediný vyvíjaný systém, ktorý mení tradičné „in situ“ riadenie letiskovej prevádzky.

Najväčšie výhody vidia v systéme zástupcovia leteckých spoločností a najmä zástupcovia regionálnych letísk. Z ich pohľadu systém efektívne prerozdeľuje prácu a rieši aj problém s nedostatkom riadiacich.

Nie všetci odborníci zo svetových asociácií riadiacich letovej prevádzky (IFATCA) a pilotov (ECA), sú v názore na smer, ktorým sa riadenie letovej prevádzky na základe tohto systému bude uberať, za jedno. Tak ako takmer každá nová technológia, aj systém r-TWR, má svoje slabé stránky a nevýhody. Ako jedno z najviac skloňovaných rizík pri budúcej širokej implementácii systému vidia odborníci kybernetickú bezpečnosť systému. Z toho dôvodu je jednou z najväčších priorít pri pokračujúcom výskume práve IT bezpečnosť systému a zdokonaľovanie celkovej IT ochrany na všetkých úrovniach.

Ďalším možným rizikom je strata pocitu „skutočnosti“ pri práci riadiaceho letovej prevádzky a postupné nevedomovanie si veľkej zodpovednosti a tiež fakt, že doteraz boli riadiaci certifikovaní len na jedno letisko v jednom čase. V blízkej budúcnosti sa však s mohutnou a rýchlou implementáciou nepočíta, a je tak čas na vyskúšanie technológií v dlhodobej praxi a vychytenie nedostatkov.

Cieľom tejto bakalárskej práce bolo objasniť čitateľovi dôvody a skutočnosti, ktoré viedli k myšlienke konceptu vzdialeného riadenia. V práci som sa venoval zdokumentovaniu súčasnej situácie vo svete a ozrejmil čo vedie poskytovateľov LPS k tejto novej technológii. V rámci technického posúdenia systému som špecifikoval a kvantifikoval potrebné technické vybavenie, na ktorom je systém závislý, a vysvetlil čím prispieva systém k vyššiemu situačnému prehľadu riadiaceho a následne vyššej miere bezpečnosti takto riadenej letiskovej prevádzky.

Vzhľadom na skutočnosť, že systém je od počiatku vyvíjaný v spolupráci s orgánmi EÚ a Česká republika je súčasťou európskych štruktúr a stotožňuje sa s európskymi normami je prípadná budúca certifikácia systému v tuzemsku jednoduchšia. K hladšiemu priebehu tuzemského schvaľovania prispieva aj fakt, že pod hlavičkou ICAO a EASA boli (v prípade

riadenia viacerých letísk súčasne, ešte len budú) vydané štandardizované požiadavky na vybudovanie a inštaláciu systému.

V ďalšej časti práce som sa zaujímal o konkrétne možnosti vybudovania systému v Českej republike a na základe stanovených ukazovateľov som určil letisko Vodochody a letisko České Budějovice ako najvhodnejšie tuzemské letiská na implementáciu systému r-TWR. Stanovil som mieru pripravenosti a určil čo je potrebné dobudovať pre prípadnú inštaláciu. Taktiež som vypočítal počet riadiacich, resp. mieru nákladov na personál (37,5 %), ktoré je teoreticky možné ušetriť v prípade zapojenia oboch spomínaných letísk. Na konci práce sa venujem ekonomickému posúdeniu implementácie systému a, na základe konzultácii s odborníkmi v tomto segmente, som stanovil cenu potrebnú vynaložiť na vybudovanie infraštruktúry, kúpu a inštaláciu technológií a prenájom dátových ciest.

Dúfam, že moja práca poskytne čitateľovi konkrétne informácie o systéme a pomôže mu vytvoriť si vlastný názor na danú problematiku. Verím, že poznatky, ktoré som nadobudol pri tvorbe tejto bakalárskej práce využijem pri mojej budúcej akademickej činnosti.

## 9 Použité zdroje

- [1] AXELSSON, Peter a Jonas PETERSSON. *Remote Tower Centre - Configuration and Planning of the Remote Tower Modules*. Linköping University, The Institute of Technology, 2013, 59 s. Dostupné také z: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn%3Anbn%3Ase%3Aliu%3Adiva-104024>. Bakalářská práce. Linköping University. Vedoucí práce Valentin Polishchuk.
- [2] BALL, Sarah. HELIOS. *Bringing remote towers closer* [online]. 2015 [2015-07-16]. Dostupné z: <http://www.askhelios.com/bringing-remote-towers-closer/>
- [3] BARTOŠ, Jan. ČD - TELEMATIKA A.S. *Emailová konzultácia: Garancia dostupnosti a bezchybnosti dátového spojenia* [e-mail]. 2015, 5.8.2015.
- [4] BARTOŠ, Ján. ČD - TELEMATIKA A.S. *Emailová konzultácia: Mapa fyzickej dátovej siete v ČR, lokalizácia vstupných bodov do siete, odhad nákladov na dobudovanie potrebnej dátovej siete, odhad nákladov na prenájom dátovej cesty* [e-mail]. 2015, 4.8.2015.
- [5] Leesburg Airport To Test Remote Control Tower. BERGQVIST, Pia. *Flyingmag* [online]. 2015 [cit. 2015-07-16]. Dostupné z: <http://www.flyingmag.com/news/leesburg-airport-test-remote-control-tower>
- [6] CAREY, Bill. Sweden's LfV Inaugurates First 'Remote Tower' Operations. *AINonline.com* [online]. 2015 [2015-08-01]. Dostupné z: <http://www.ainonline.com/aviation-news/air-transport/2015-04-21/swedens-lfv-inaugurates-first-remote-tower-operations>
- [7] FÁBRY, Ľubomír. KATEDRA LETOVEJ PRÍPRAVY, LETECKÁ FAKULTA, TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH. *Systémy zabezpečenia a riadenia letovej prevádzky: AFTN* [online]. 2011 [2015-08-05]. Dostupné z: [http://web.tuke.sk/lf-klp/Fabry%20Lubomir/SLP1/SLP1%20\(blok2\)%20AFTN%20.pps](http://web.tuke.sk/lf-klp/Fabry%20Lubomir/SLP1/SLP1%20(blok2)%20AFTN%20.pps)
- [8] FÄLT, Kari. Remote Towers. In: SAAB. *Entry Point North* [online]. 2012, 70 s. [2015-06-05]. Dostupné z: <http://www.entrypointnorth.com/wp-content/uploads/sites/3/SAAB-Remote-Towers.pdf>
- [9] FÜRSTENAU, N., M. SCHMIDT, M. RUDOLPH, C. MÖHLENBRINK, A. PAPENFUß a S. KALTENHÄUSER. DLR. *Steps Towards the Virtual Tower: Remote Airport Traffic Control Center (RAiCe)* [online]. 2009, 10 s. [2015-07-25]. Dostupné z: <http://www.enri.go.jp/eiwac/2009/pdf/StepsTowardstheVirtualTowerRemoteAirportTrafficControlCenterRAiCe.pdf>
- [10] HILSTAD, Ann Mari. AVINOR, ENTRY POINT NORTH. *Experience from Værøy (& Røst): EPN AFIS-seminar SESAR WP 6 9 3 RVT* [online]. 2013, 22 s. [2015-06-23]. Dostupné z: <http://www.entrypointnorth.com/wp-content/uploads/sites/3/Remote-tower-in-Norway1.pdf>
- [11] CHLANDA, ERWIN. Remote air traffic control: another loss of skilled workers in Alice Springs? ALICE SPRING. *Alice Spring News Online* [online]. 2011 [2015-06-19]. Dostupné z: <http://www.alicespringsnews.com.au/2011/07/23/remote-air-traffic-control-another-loss-of-skilled-workers-in-alice/>

- [12] KROPÁČ, Milan. SAAB AB. *Osobná konzultácia: Technická špecifikácia systému r-TWR od spoločnosti SAAB, aktuálne využitie systému vo Švédsku, plánované ušetrenie prevádzkových nákladov, množstvo potrebného personálu* [rozhovor]. 2015, 24.2.2015.
- [13] KROPÁČ, Milan. SAAB AB. *Emailová konzultácia: Finančné požiadavky na systém r-TWR, odhady cien jednotlivých komponentov, možnosti uplatnenia v ČR* [e-mail]. 2015, 3.8.2015.
- [14] KROPÁČ, Milan. SAAB AB. *Osobná konzultácia: História a súčasnosť systému r-TWR, prebiehajúce výskumy a prípadové štúdie, dôvody vzniku systému, možnosti využitia v súčasnosti a v budúcnosti* [rozhovor]. 2014, 10.11.2015.
- [15] MOEHLENBRINK, Christoph, Maik FRIEDRICH a Anne PAPENFUSS. High-fidelity human-in-the-loop simulations as one step towards remote control of regional airports: A preliminary study. In: *ICRAT 2010: International Conference* [online]. Budapest, Hungary, 2010 [2015-07-18]. Dostupné z: <http://elib.dlr.de/63050/>
- [16] SCHAIK, F.J. van, J.J.M. ROESSINGH, G LINDQVIST a K. FALT. Assessment of visual cues by tower controllers, with implications for a Remote Tower Control Centre: Executive summary. In: NATIONAL AEROSPACE LABORATORY NLR. *NLR.nl* [online]. 2010, s. 17, 17 s. [2015-07-18]. Dostupné z: <http://reports.nlr.nl:8080/xmlui/bitstream/handle/10921/195/TP-2010-592.pdf?sequence=1>
- [17] SJÖLIN, Victor. *The effect of target fascination on control and situation awareness in a multiple remote tower center: A human factors study*. Linköping, 2015, 82 s. Dostupné také z: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn%3Anbn%3Ase%3Aliu%3Adiva-119414>. Diplomová práca. Linköping University, Faculty of Arts and Sciences. Vedoucí práce Jonas Lundberg.
- [18] WILSON, Anna. SWEDISH AIR TRANSPORT SOCIETY. *Remote Tower Concept* [online]. 2011 [2015-07-08]. Dostupné z: [http://www.eesc.europa.eu/resources/docs/anna-wilson2\\_general-secretary\\_-swedish-air-transport-society.pdf](http://www.eesc.europa.eu/resources/docs/anna-wilson2_general-secretary_-swedish-air-transport-society.pdf)
- [19] ZIMMERMAN, John. Remote ATC towers: coming to an airport near you? AIR FACTS. *Airfactsjournal.com: The journal for personal air travel* [online]. 2014 [2015-07-20]. Dostupné z: <http://airfactsjournal.com/2014/08/remote-atc-towers-coming-to-an-airport-near-you/>
- [20] IAA Signs Contract to Test Remote Tower System. IAA (IRELAND AVIATION AUTHORITY). *IAA.ie* [online]. 2015 [2015-07-20]. Dostupné z: <https://www.iaa.ie/news.jsp?i=531&gc=99&p=106&n=124>
- [21] Remote Tower Services: History and future. LfV SWEDEN. *LFV.se* [online]. 2015 [2015-06-18]. Dostupné z: <http://lfv.se/Global/tjanster/RTS%20kampanj/History%20and%20future.pdf>
- [22] Airservices to begin remote tower trial at Alice Springs. AUSTRALIA AVIATION. *Australianaviation.com.au* [online]. 2011 [2015-06-18]. Dostupné z: <http://australianaviation.com.au/2011/06/airservices-to-begin-remote-tower-trial-at-alice-springs/>

- [23] Model 8365 Series Dual-Technology Visibility Sensor. ALL WEATHER, INC. *Allweatherinc.com* [online]. 2013 [2015-07-20]. Dostupné z: <http://www.allweatherinc.com/wp-content/uploads/8365-0011.pdf>
- [24] DFS Selects FREQUENTIS smartVISION Solution to Implement an Revolutionary Remote Tower System at Three Airports across Germany. FREQUENTIS. *Frequentis.com* [online]. Vienna, 2015, 01.06.2015 [2015-07-20]. Dostupné z: [http://www.frequentis.com/fileadmin/content/PressReleases/ATM/2015/PR\\_Frequentis\\_DFS\\_RTC\\_201506.pdf](http://www.frequentis.com/fileadmin/content/PressReleases/ATM/2015/PR_Frequentis_DFS_RTC_201506.pdf)
- [25] ICAO. *Anex 11: Air Traffic Services* [online]. 2001 [2015-05-11]. Dostupné z: [http://mid.gov.kz/images/stories/contents/an11\\_en.pdf](http://mid.gov.kz/images/stories/contents/an11_en.pdf)
- [26] Remote Air Traffic Control Tower. LEESBURG, VA, USA. *Leesburg.gov* [online]. 2015 [2015-06-22]. Dostupné z: <http://www.leesburgva.gov/government/departments/airport/remote-air-traffic-control-tower>
- [27] Remote control: the remote tower concept. PROGRESSIVE MEDIA GROUP LIMITED. *Futureairport.com* [online]. 2013 [2015-07-18]. Dostupné z: <http://www.futureairport.com/features/featureremote-control-the-remote-tower-concept-4157951/>
- [28] Searidge Selected for Remote Runway Surveillance System Trial at Amsterdam Airport Schiphol. SEARIDGE TECHNOLOGIES. *Searidgetech.com: Leader in collaborative airport surface management solutions* [online]. 2012 [2015-07-19]. Dostupné z: <http://www.searidgetech.com/Searidge-Selected-for-Remote-Runway-Surveillance-System-Trial-at-Amsterdam-Airport-Schiphol>
- [29] ECA Position Paper: Remote Tower Services. In: EUROPEAN COCKPIT ASSOCIATION AISBL. *ECA* [online]. 2014, 16 s. [2015-08-01]. Dostupné z: [https://www.eurocockpit.be/sites/default/files/eca\\_position\\_paper\\_rts\\_14\\_1107\\_f.pdf](https://www.eurocockpit.be/sites/default/files/eca_position_paper_rts_14_1107_f.pdf)
- [30] AIR TRAFFIC MANAGEMENT MAGAZINE. REMOTE TOWER: Asset Value. *Air Traffic Management Magazine* [online]. 2015, (2): 2 [2015-07-17]. Dostupné z: [http://www.think.aero/wp-content/uploads/2015/06/12-13\\_Remote-Towers.at\\_.pdf](http://www.think.aero/wp-content/uploads/2015/06/12-13_Remote-Towers.at_.pdf)
- [31] THE POTENTIAL OF REMOTE TOWERS FOR IRISH ATM SERVICES. SESAR. *SESAR Joint Undertaking* [online]. 2015 [2015-06-16]. Dostupné z: <http://www.sesarju.eu/newsroom/sesar-spotlight/potential-remote-towers-irish-atm-services>
- [32] Searidge Awarded Remote Tower Project for Budapest Airport. SEARIDGE TECHNOLOGIES. *Searidgetech.com: Leader in collaborative airport surface management solutions* [online]. 2015 [2015-07-19]. Dostupné z: <http://searidgetech.com/Searidge-Awarded-Remote-Tower-Project-for-Budapest-Airport>
- [33] ALL WEATHER INC. *Allweatherinc.com* [online]. 2014 [2015-07-20]. Dostupné z: <http://www.allweatherinc.com/>
- [34] ICAO. *Aviation System Block Upgrades: THE FRAMEWORK FOR GLOBAL HARMONIZATION (Working Document)* [online]. 2011, 16.11.2011, 273 s. [2015-02-20].

Dostupné z: [http://www.ibac.org/wp-content/uploads/2010/08/ASBU-Working-Doc-full-version\\_Edition2\\_V3.pdf](http://www.ibac.org/wp-content/uploads/2010/08/ASBU-Working-Doc-full-version_Edition2_V3.pdf). S. 119.

[35] FUTURE AERODROME CONCEPT. In: ICAO. *TWELFTH AIR NAVIGATION CONFERENCE: WORKING PAPER* [online]. 2012, 3 s. [2015-07-13]. Dostupné z: <http://www.icao.int/Meetings/anconf12/WorkingPapers/ANConfWP150.2.1.ENonly.pdf>

[36] Ministerstvo životního prostředí zrušilo souhlasné stanovisko EIA pro Letiště Vodochody. MŽP ČR. *MZP.cz* [online]. 2014 [2015-08-05]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/cz/news\\_140613\\_EIAVodochody](http://www.mzp.cz/cz/news_140613_EIAVodochody)

[37] SAAB SIGNS REMOTE TOWER CONTRACT WITH THE IRISH AVIATION AUTHORITY. SAAB. *SAAB Corporate* [online]. 2015, 2.6. [2015-06-16]. Dostupné z: <http://saabgroup.com/Media/news-press/news/2015-06/saab-signs-remote-tower-contract-with-the-irish-aviation-authority/>

[38] The start of Remote Tower Services. LfV SWEDEN. *LfV.se* [online]. 2015 [2015-06-18]. Dostupné z: <http://www.lfv.se/en/News/News-2015/The-start-of-Remote-Tower-Services/>

[39] DFS selects remote tower technology from Frequentis: Saarbrücken will be the first German airport under remote control. DFS DEUTSCHE FLUGSICHERUNG GMBH. *DFS.de* [online]. 2015 [2015-06-19]. Dostupné z: [http://www.dfs.de/dfs\\_homepage/en/Press/Press%20releases/2015/03.06.2015.-%20DFS%20selects%20remote%20tower%20technology%20from%20Frequentis/](http://www.dfs.de/dfs_homepage/en/Press/Press%20releases/2015/03.06.2015.-%20DFS%20selects%20remote%20tower%20technology%20from%20Frequentis/)

[40] Otázky a odpovědi: Pracovní doba pro řídicí letového provozu. ŘLP ČR, S.P. *Řízení letového provozu ČR, s.p.* [online]. 2015 [2015-08-09]. Dostupné z: <http://www.rlp.cz/kariera/rlp/Stranky/faq.aspx>

[41] PROCEDURES OF REMOTE TOWERS. In: ICAO. *TWELFTH AIR NAVIGATION CONFERENCE: WORKING PAPER* [online]. 2012, 5 s. [2015-05-24]. Dostupné z: <http://www.icao.int/Meetings/anconf12/WorkingPapers/ANConfWP42.2.1.EN.pdf>

[42] NORACON (LFV, AVINOR, FINAVIA, EANS), NATMIG (SAAB), EUROCONTROL, ETF, ATCEUC, IFATCA. *Validation Plan (VALP) for Single Remote Tower* [online]. 2003, 94 s. [2015-06-08]. 00.03.01. Dostupné z: [http://www.sesarju.eu/sites/default/files/solutions/7\\_Single\\_Remote\\_Tower\\_VALP.pdf?issues=ignore](http://www.sesarju.eu/sites/default/files/solutions/7_Single_Remote_Tower_VALP.pdf?issues=ignore)

[43] Collaborative Surface Management. In: SEARIDGE TECHNOLOGIES. *Searidgetech.com* [online]. 2011 [2015-07-20]. Dostupné z: <http://www.searidgetech.com/Docs/Searidge%20Solution%20Brochure.pdf>

[44] ICAO. *Doc. 4444: AIR TRAFFIC MANAGEMENT* [online]. 2007 [2015-02-25]. 15. Dostupné z: <http://www.icao.int/EURNAT/Other%20Meetings%20Seminars%20and%20Workshops/FPL%202012%20ICAO%20EUR%20Region%20Plan/Documentation%20related%20to%20FPL%202012%20Amendment/Amendment%201%20Doc4444.EN.pdf>

[45] Advanced Remote Tower (ART). SAAB CORORATE, EÚ. *Cordis.europa.eu* [online]. 2009 [2015-07-22]. Dostupné z: [cordis.europa.eu/project/rcn/85664\\_en.pdf](http://cordis.europa.eu/project/rcn/85664_en.pdf)

- [46] Issue 11. SESAR JOINT UNDERTAKING. *SESAR Magazine* [online]. 2014 [2015-07-22]. Dostupné z: <http://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/reports/sesar-magazine-issue11.pdf>
- [47] Technical and operational requirements for remote tower operations. EASA. *EASA.europa.eu* [online]. 2015 [2015-06-28]. Dostupné z: <http://easa.europa.eu/system/files/dfu/NPA%202015-04.pdf>
- [48] ELECTRONIC FLIGHT PROGRESS STRIP E-STRIP. SAAB CORPORATE. *Saab.com* [online]. 2011 [2015-07-12]. Dostupné z: <http://saab.com/globalassets/commercial/security/air-traffic-management-and-airport-security/air-traffic-management-solutions/e-strip/e-strip-web.pdf>
- [49] INTEGRATED ATC WORKING POSITION I-TWR. SAAB CORPORATE. *Saab.com* [online]. 2009 [2015-07-12]. Dostupné z: [http://saab.com/globalassets/commercial/security/air-traffic-management-and-airport-security/air-traffic-management-solutions/i-twr/i-twr05\\_proof-red.pdf](http://saab.com/globalassets/commercial/security/air-traffic-management-and-airport-security/air-traffic-management-solutions/i-twr/i-twr05_proof-red.pdf)
- [50] Výroční zpráva 2014. LETECKÉ SLUŽBY HRADEC KRÁLOVÉ, A.S. *LKHK.cz* [online]. 2015 [2015-08-05]. Dostupné z: [http://www.lshk.cz/public/Image/sekce-typ-240/vz2014\\_web.pdf](http://www.lshk.cz/public/Image/sekce-typ-240/vz2014_web.pdf)
- [51] SESAR Solution Regulatory Overview: Single Airport Remote Tower. SESAR JOINT UNDERTAKING. *SESAR.eu* [online]. 2011 [2015-07-22]. Dostupné z: [http://www.sesarju.eu/sites/default/files/solutions/2\\_Single\\_Airport\\_Remote\\_Tower\\_Regulatory\\_Overview.pdf](http://www.sesarju.eu/sites/default/files/solutions/2_Single_Airport_Remote_Tower_Regulatory_Overview.pdf)
- [52] Third airport in Sweden to be operated by Saab remote tower solution. CANSO. *CANSO.org* [online]. 2015 [2015-06-23]. Dostupné z: <https://www.canso.org/third-airport-sweden-be-operated-saab-remote-tower-solution>
- [53] Remote Tower Operations. SESAR JOINT UNDERTAKING. *SESAR.eu* [online]. Dublin, 2014 [2015-06-23]. Dostupné z: <http://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/events/remote-operations.pdf>
- [54] World's first approved remote ATC contingency facility unveiled. NATS. *NATS.aero* [online]. 2009 [2015-08-06]. Dostupné z: <http://www.nats.aero/news/worlds-first-approved-remote-atc-contingency-facility-unveiled/>
- [55] JIHOČESKÉ LETIŠTĚ ČESKÉ BUDĚJOVICE, A.S. *Letiště České Budějovice: Airport-cb.cz* [online]. 2008 [2015-08-09]. Dostupné z: <http://www.airport-cb.cz/>
- [56] LETIŠTĚ VODOCHODY. *Aero Airport* [online]. 2009 [2015-08-09]. Dostupné z: <http://www.vodochodyairport.cz/>
- [57] AIRSTATION S.R.O. *Letiště Příbram* [online]. 2009 [2015-08-09]. Dostupné z: <http://www.airstation.cz/>

## 10 Zoznam obrázkov

Obrázok 1	Testovacia miestnosť prvého prototypu RTC v Malmö.
Obrázok 2	Stredisko RTC v Sundsvalle.
Obrázok 3	Stredisko RTC (AFIS) v Bodø.
Obrázok 4	Fotografia Heliportu Værøy.
Obrázok 5	Stavba r-TWR v Orsvindiku, pod vežou je umiestnená servisná miestnosť.
Obrázok 6	Príklad aktívnej redukcie jasů.
Obrázok 7	Automatická meteorologická stanica AWOS.
Obrázok 8	Schéma systémov napojených do lokálneho dátového uzlu.
Obrázok 9	Výstup z SMR vložený do výhľadu (OTW).
Obrázok 10	Schéma RTC.
Obrázok 11	Pohľad na i-TWR, v pozadí OTW.
Obrázok 12	Výstup zo sekundárneho radaru na obrazovkách OTW, v dolnej časti výstup z PTZ kamery.
Obrázok 13	Zameranie lietadla na pojazdovej dráhe pomocou IR kamery.
Obrázok 14	Vykreslenie GP (fialová), trajektórie letu (červená) a výstupu zo sekundárneho radaru (žltá) na monitoroch OTW.
Obrázok 15	Vykreslenie letiskovej mapy do výhľadu. RWY (žltá) a TWY (modrá).
Obrázok 16	Príklad elektronického panelu na stripy pri riadení viacerých letísk.
Obrázok 17	Elektronické zabezpečenie tlačidla na vyhlásenie pohotovosti.
Obrázok 18	Miestny kamerový systém poskytujúci výhľad na apron.
Obrázok 19	Schéma dizajnu 1:1.
Obrázok 20	Schéma dizajnu 1:2.
Obrázok 21	Schéma dizajnu n:n.

## 11 Zoznam tabuliek

Tabuľka 1	Prehľad štandardnej výbavy r-TWR.
Tabuľka 2	Prehľad štandardnej výbavy modulu r-TWR v centre vzdialeného riadenia RTC.
Tabuľka 3	Technické zázemie RTC.
Tabuľka 4	Prehľad výdajov na zaobstaranie jednotlivých komponentov.
Tabuľka 5	Súhrn vybraných nákladov na zriadenie r-TWR na letisku Vodochody a letisku České Budějovice.

## 12 Zoznam príloh

Príloha 1	Obrázky vybraných súčastí systému r-TWR
-----------	---



## Príloha 1

## Obrázky vybraných súčastí systému r-TWR



Obrázok 1 Kamerový kryt. Zdroj: [8]



Obrázok 2 Svetelné delo napojené na PTZ kameru. Zdroj: [8]



Obrázok 3 Exteriérové mikrofóny umiestnené mimo kamerového krytu. Zdroj: [8]