

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

Ústav letecké dopravy



**Automatizované poskytování letových informační služeb na
neřízených letištích**

Bakalářská práce

Studijní program: Technika a technologie v dopravě a spojích

Studijní obor: bakalářský -LED- Letecká doprava

Vedoucí práce: Ing. Vladimír Machula

Sergey Bosonogov

Praha 2022

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

děkan

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



K621.....Ústav letecké dopravy

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Sergey Bosonogov

Studijní program (obor/specializace) studenta:

bakalářský – LED – Letecká doprava

Název tématu (česky): **Automatizované poskytování letových informačních služeb na neřízených letištích**

Název tématu (anglicky): Automated Provision of Flight Information Services
at Uncontrolled Airports

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte následujícími pokyny:

- Cílem práce je analýza současného stavu letových informačních služeb na neřízených letištích a návrh automatizace jejich poskytování. Cíl práce se zaměřuje na neřízená letiště v ČR se zřízenou službou AFIS nebo RADIO.
- Analýza současného stavu v ČR a v zahraničí.
- Legislativní rámec provozu informačních služeb v ČR.
- Návrh automatizace poskytování informačních služeb.
- Provozní a ekonomická analýza dopadů automatizace a porovnání se současným stavem.
- Zhodnocení aplikovatelnosti řešení a návrh legislativních úprav.



- 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 L11, MDČR, Letecká informační služba
ŘLP.
Letecký předpis L2, MDČR, Letecká informační služba
ŘLP.
Manual for Aerodrome Flight Information Service
(AFIS), EUROCONTROL.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Vladimír Machula**

Datum zadání bakalářské práce: **8. října 2021**
(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: **30. listopadu 2022**
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



prof. Ing. Ondřej Příbyl, Ph.D.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

Sergey Bosonogov
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 9. srpna 2022

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

Ústav letecké dopravy

Bakalářská práce

Automatizované poskytování letových informačních služeb na neřízených letištích

Sergey Bosonogov

Říjen 2022

Abstrakt

Práce se zaměřuje na automatizaci poskytování letových informačních služeb na neřízených letištích v ČR tam, kde je zřízena služba AFIS nebo RADIO. Významnou částí práce je řešení poskytování letových informací mimo provozní dobu uvedených služeb, tedy z pohledu neobsazeného letité. Hlavním předpokladem návrhu automatizace je analýza kvality poskytování informací a harmonizace řešení v rámci ČR. Analýza bere v úvahu aplikaci obdobných řešení v nich zemích nebo na řízeních letištích jako je například AUTOMETAR. ATIS nebo schéma komunikace UNICOM. Práce předkládá řešení na úplné zajištění služeb AFIS/RADIO v režimu provozní potřeby nebo na vyžádání a eliminaci nutnosti zajištění informačních služeb v publikované provozní době letité.

Klíčová slova

Letištní letová informační služba, AFIS, ATS, letištní bezpečnost

CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE

Faculty of Transportation Sciences

Department of Air Transport

Bachelor's Thesis

Automated provision of flight information services at uncontrolled airports

Sergey Bosonogov

October 2022

Abstract

The work focuses on the automation of the provision of flight information services at uncontrolled airports in the Czech Republic where AFIS or RADIO service is established. An important part of the work is the solution of providing flight information outside the operating hours of the mentioned services, i.e., from the point of view of an unoccupied flight. The main premise of the automation design is the analysis of the quality of providing information and the harmonization of dewing within the CR. The analysis considers the application of similar dewpoints in those countries or at airport controls such as AUTOMETAR, ATIS or UNICOM communication scheme. The work presents a solution for the complete provision of AFIS/RADIO services in the mode of operational need or for the request and elimination of the need to provide information services in the published operating time of one year.

Key words

Aerodrome Flight Information Service, AFIS, ATS, airport safety

Obsah

1.	ÚVOD.....	9
2.	CÍL PRÁCE	10
3.	Literární rešerše současného stavu poskytování AIS v ČR	11
3.1.	Letové informace (AIS)	11
3.1.1.	Druhy leteckého provozu	11
3.1.2.	Vstupní legislativní požadavky poskytování letové informace	12
3.1.3.	Vstupní požadavky na meteorologické informace	13
3.1.4.	Vstupní požadavky na zdroj informací o počasí	13
3.2.	Poskytování letových provozních služeb.....	13
3.2.1.	Poskytování ATS na řízených a neřízených letištích	13
3.2.2.	Letové provozní služby ATS na neřízených letištích	14
3.2.3.	Uspořádání vzdušného prostoru.....	14
3.2.4.	Letištní letová informační služba (AFIS).....	15
3.2.5.	Porovnání služby AFIS a služby poskytování informací známému provozu (RADIO).....	17
3.3.	Vybavenost letounů.....	17
3.4.	Přehled existujících řešení souvisejících s automatizací poskytování letových informací v ČR a světě	18
3.4.1.	Automatické pozorovací systémy sledování meteorologických podmínek (AWOS)	18
3.4.2.	Systémy sledování dráhové dohlednosti	20
3.4.3.	AUTOMETAR	20
3.4.4.	Automatická informační služba koncové řízené oblasti (ATIS).....	21
3.4.5.	Letecké poradenské stanice (UNICOM)	23
3.4.6.	Vysílání naslepo	24
3.4.7.	Remote TWR pro poskytování AFIS (Remote AFIS).....	25
3.5.	Princip vývoje softwaru	26
3.6.	Úvod do problému.....	27

3.7. Metodika práce.....	28
4. Návrh realizace automatizace poskytování letových informací pro neřízená letiště ČR.....	29
4.1. Vyber způsobu předání letových informací pilotům	29
4.2. Formulace funkcionality navrhovaného systému.....	31
4.3. Obsah zprávy	33
4.4. Popis hardware	34
4.5. Popis software.....	37
4.6. Popis principu fungování programu.....	38
4.7. Popis algoritmů generování hlasové informace.....	40
5. Zhodnocení navrhovaného konceptu automatizace poskytování letových informací pro neřízená AFIS letiště	42
6. Zhodnocení ekonomických přínosů automatizace poskytování letových informací	45
6.1. Vypočet kapitálových a provozních nákladů	45
6.1.1. Odhad kapitálu výdaje	45
6.1.2. Kalkulace provozních nákladů	45
6.1.3. Vypočet celkových nákladů	46
6.2. Zhodnocení aplikovatelnosti navrhovaných konceptů	47
7. Návrh legislativních úprav	48
7.1. SWOT analýza	49
8. ZÁVĚR	51
POUŽITÉ ZDROJE	53
SEZNAM OBRÁZKŮ	56
SEZNAM TABULEK.....	57
SEZNAM ZKRATEK	58

Poděkování

Rád bych poděkoval panu Ing. Vladimíru Machulovi za poskytnuté rady a konzultace v průběhu zpracování této závěrečné práce a zároveň své rodině, bez jejíž podpory by tato práce nikdy nevznikla.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pouze s použitím uvedených zdrojů.

V Praze 10. listopadu 2022

.....

podpis

1. ÚVOD

Téma mé práce je dnes vzhledem k neustálému rozvoji letectví velmi aktuální. Počet letů a letišť každým dnem roste. Jedním z nejdůležitějších aspektů rozvoje letectví je poskytování kvalitních a včasných informací o letových podmínkách a instrukcích k uspořádanému letovému provozu nad letištěm. Následkem toho je zvýšení celkové bezpečnosti leteckého provozu. Se zvýšením bezpečnosti přichází schopnost zvýšit letecký provoz, který letiště zpracovává, což přináší hospodářský růst jak letišti, tak komunitě, které obsluhuje. Vzhledem k rostoucímu objemu letového provozu a kapacitě je zřejmé, že stávajících postupů pro provoz v určitém času již nebude dostatečně, takže je velmi důležité vyvinout systém poskytování ATS s předstihem, aby byl položen základ pro potenciální rozvoj.

Tato bakalářská práce se zabývá vyhodnocením aplikovatelnosti konceptu automatizace poskytování letových informací na neřízených letištích ČR. Práce je rozdělena na 2 části. Teoreticko-metodologická (analytická) část se nejprve věnuje produktům letových informací, druhům letového provozu, legislativním požadavkům poskytování ATS, požadavkům na vybavení letounů, obecnému přehledu organizace letového provozu v České republice a přehledu existujících ve světě systém, spojených s automatizací poskytování ATS. Dále téma rozšiřuje o popis vývoje AFIS v rámci České republiky a regionálních letišť.

V aplikační části je řešen současný a plánovaný budoucí vývoj konceptu automatizace poskytování letových informací na neřízených letištích ČR. Jako shrnutí silných, slabých stránek a příležitosti a hrozeb využití automatizace poskytování letových informací pro neřízená letiště jsem uvedl SWOT analýzu navrhovaného konceptu.

2. CÍL PRÁCE

Cílem této práce je analýza současného stavu letových informačních služeb na neřízených letištích a návrh automatizace jejich poskytování. Cíl práce se zaměřuje na neřízená letiště v ČR se zřízenou službou AFIS nebo RADIO. Dále vytvořit konkrétní návrhy, analyzovat finanční aspekty a přínosy tohoto systému.

Cílem použití automatizace je zajistit jakost, výkonnost a finanční efektivnosti letecké informační služby.

Výsledkem mé práce by měl být fyzicky fungující program, který převede digitální vstup ve formě textových dat ze senzorů a jiných autonomních zdrojů na hlasové zprávy.

3. Literární rešerše současného stavu poskytování AIS v ČR

3.1. Letové informace (AIS)

Letecká informační služba (AIS) je služba zřízená na podporu mezinárodního civilního letectví, jejímž cílem je zajistit tok informací nezbytných pro bezpečnost, pravidelnost a efektivitu mezinárodní letecké dopravy. Tohle vyžaduje, aby letecké informace byly jednotné a konzistentní, což je zajištěno přílohou 15 Úmluvy o mezinárodním civilním letectví (ICAO příloha 15), která popisuje způsob, jakým jsou letecké informace shromažďovány a spravovány.

Pro naplnění mezinárodních požadavků na výměnu leteckých informací každý stát člen ICAO musí zveřejnit své produkty letových informací, mezi které patří Letecká informační příručka (AIP), včetně AIP Amendment a AIP Supplement, letecké informační oběžníky (AIC), letecké mapy, NOTAMy a digitální datové sady. [12]

3.1.1. Druhy leteckého provozu

Existují dva způsoby řízení letadla: VFR a IFR. V závislosti na počasí pilot může vybrat jednu nebo druhou sadu pravidel. VFR je nejčastější způsob, jak se lita ve všeobecném letectví. Při VFR piloti se orientují ve vzduchu pomocí vizuálních referenčních bodů, takže pilot musí vidět, kam letí a dodržovat rozestup od oblačnosti. Tuhle zásadu piloti VFR dodržují, když jsou příznivé meteorologické podmínky za viditelnosti (VMC).

Podle pravidel IFR je pilot oprávněn letět do mraků za takzvané nulové viditelnosti, naviguje pouze podle přístrojů v kokpitu letadla. Lety IFR se provádí mezi stanovené traťové body a cesty v řízeném vzdušném prostoru a vyžaduje podání letového plánu. IFR vyžaduje strop oblačnosti méně než 300 metrů (1000 stop) nad úrovní země a viditelnost méně než tři míle. [13]

Lety VFR v noci

Lety VFR jsou v České republice povoleny během doby od občanského soumraku do občanského svítání. Noční let VFR je definován jako let, který se uskutečňuje v noci. Civilní soumrak končí, když je střed slunečního disku při západu Slunce šest stupňů pod obzorem, a civilní svítání začíná, když je při východu Slunce šest stupňů pod obzorem. Lety VFR v noci se rozdělují na letištní lety a traťové lety. V rámci problematiky této práce jsou zkoumané především letištní lety. Plán činnosti musí být předložen stanovišti AFIS nebo známému stanovišti provozních informací pro noční lety VFR z neřízeného letiště. Plán činnosti by měl obsahovat počet a typ letadel, druh činnosti, oblast činnosti, maximální výšku letu, čas zahájení a ukončení činnosti a další důležité informace. Minimální hladina u letištních letů VFR v noci musí být 1300 ft AGL a na okruhu 1000 ft AAL. Minimální základna nejnižší vrstvy oblačnosti je stanovena na 2300 ft AGL pro průlet letištěm a 2000 ft AGL pro lety na okruhu. Dohlednost pro letištní lety musí být nejméně 5 km vzdálenost od oblačnosti nejméně 1,5 km horizontální a 1000 ft vertikální. [39]

3.1.2. Vstupní legislativní požadavky poskytování letové informace

Legislativní požadavky poskytování letové informace jsou popsány v leteckých předpisech a v předpisech ČTÚ. Hlavním mezujícím požadavkem pro realizaci automatizace poskytování letových informací je, že neřízená letiště nemohou mít ATIS či obdobná zařízení, která se poskytují jenom v řízených prostorech. [16] PNK (EU) 2017/373 pro poskytovatele letových navigačních služeb definuje požadavky na správu a systémy řízení příslušných úřadů odpovědných za udělování osvědčení, dohled a vynucování ve vztahu k uplatňování společných a specifických požadavků na poskytovatele služeb a na poskytovatele meteorologických služeb. [17]

3.1.3. Vstupní požadavky na meteorologické informace

Letový provoz by měl mít k dispozici odpovídající meteorologické informace: název letiště; ICAO kód zprávy; teplota vzduchu; rosný bod; směr a rychlost větru, jakož i výrazné odchylky; aktuální počasí; dohlednost a RVR, je-li k dispozici; oblačnost menší než 1500 m (5000 ft); aktuální počasí; teplota vzduchu a rosný bod [17].

3.1.4. Vstupní požadavky na zdroj informací o počasí

Zdrojem informace o počasí jsou data, poskytované Českým hydrometeorologickým ústavem nebo certifikovanými pro letecký provoz poskytovateli meteorologických služeb. [14] Poskytovaná meteorologická data by měli splňovat požadavky specifikované předpisem L3, L15 a L 10066. Měla by být zajištěna dostatečná úroveň přesnosti, rozlišení, integrity (data nebyla změněna žádnou operací na nich, ať už se jedná o přenos, ukládání nebo zobrazení), sledovatelnost dat (sledovatelnost leteckých dat musí být zajištěna a zachována po celou dobu jejich použití), včasnost dat (včasnost musí být zajištěna prostřednictvím zahrnutí omezení doby účinnosti datových prvků), úplnost dat (úplnost leteckých dat musí být zajištěna s cílem podpořit zamýšlené použití) a formát dat (formát doručených dat musí být dostatečný k zajištění toho, aby data byla interpretována způsobem odpovídajícím jejich zamýšlenému použití). [12]

3.2. Poskytování letových provozních služeb

Smluvní státy musí určit části vzdušného prostoru, kde budou poskytovány letové provozní služby. Na základě vzájemně dohody na vybraných částech je možné delegovat na jiný stát odpovědnost za zřízení a poskytování letových provozních služeb.

Po rozhodnutí o poskytování letových provozních služeb musejí dotyčné státy určit odpovědný orgán. V České republice nejvyšším státním odpovědným orgánem pro civilní leteckou dopravu je Ministerstvo dopravy. [1]

3.2.1. Poskytování ATS na řízených a neřízených letištích

Letiště jsou rozdělena na řízená a neřízená. Řízená letiště jsou taková letiště, na kterých je letištnímu provozu poskytována služba řízení letového provozu. [7] Ostatní letiště jsou letiště neřízená. Neřízená letiště se pak dělí na letiště AFIS a letiště bez poskytování letových provozních služeb (ATS – Air Traffic Services).

3.2.2. Letové provozní služby ATS na neřízených letištích

Letová informační služba (Flight Information Service – FIS)

Letová informační služba je služba poskytovaná za účelem poskytování rad a informací užitečných pro bezpečné a efektivní provádění letů. [L11] Letová informační služba může být poskytována samostatně nebo ve spojení se službou řízení letového provozu. Letová informační služba zahrnuje poskytování příslušných informací SIGMET a AIRMET, informace týkající se před erupční sopečné činnosti, uvolňování radioaktivních materiálů do atmosféry, informace o změnách provozuschopnosti navigačních pomůcek, informace o změnách stavu letišť a jakékoli další informace, které by mohly ovlivnit bezpečnost [1].

Pohotovostní služba (Alerting Service – ALRS)

Služba poskytovaná s cílem informovat příslušné organizace o letadlech, která potřebují pomoc při pátrání a záchraně, a podle potřeby těmto organizacím pomáhat [1].

3.2.3. Uspořádání vzdušného prostoru

V rámci řešení dané problematiky z pohledu dělení vzdušných prostorů primárně nás zajímá oblast s povinným rádiovým spojením (RMZ) a oblast s povinným odpovídačem (Transponder Mandatory Zone – TMZ). RMZ znamená vzdušný prostor definovaných rozměrů, kde je povinná přeprava a provoz rádiového zařízení. RMZ musí být zřízena kolem neřízeného letiště se službou AFIS, na které jsou konstruovány IFR letové postupy pro odlety, přiblížení na přistání a nezdařené přiblížení [1]. TMZ je vzdušný prostor určitých rozměrů, kde je povinná přeprava a provoz SSR transpondéru pracujících v režimech A a C nebo v režimu S. [2]

Z pohledu klasifikace tříd vzdušných prostorů v ČR jsou v provozu čtyři třídy vzdušného prostoru. Ve vzdušném prostoru třídy C je možné létat buď jako pilot IFR, nebo VFR, všechna letadla dostávají služby řízení letového provozu a lety IFR jsou odděleny od jiných letů IFR a VFR. Kromě toho lety VFR dostávají informace o provozu týkající se ostatních letů VFR. Vzdušný prostor třídy D je otevřen pro letadla IFR i VFR a všechny lety dostávají služby řízení letového provozu. Lety VFR jsou odděleny od ostatních letů VFR a dostávají provozní informace týkající se ostatních letů. Vzdušný prostor třídy E je otevřen pro letadla IFR i VFR a všechny lety dostávají služby řízení letového provozu. Vzdušný prostor třídy E však nesmí být využíván pro řídicí zóny. Vzdušný prostor třídy G umožňuje provoz IFR a VFR a poskytuje letové informace těm, kteří o ně požádají. [1, 2]

3.2.4. Letištní letová informační služba (AFIS)

Služba AFIS se zřizuje k poskytování kvalitnějších a spolehlivějších letištních, meteorologických a příslušných NOTAM informací letadlům. [4] Systém AFIS musí být k dispozici během zveřejněné provozní doby letiště. Mimo tuto dobu musí být k dispozici vždy, pokud se jedná o následující případy: je prováděn letecký výcvik pro získání licence; jsou prováděny výsadky; jsou prováděny vzlety s navijákem; jsou prováděny letecké činnosti v noci; jsou prováděny letecké činnosti; na místě jsou současně provozována více než dvě letadla, přičemž aerovlek je považován za jedno letadlo; je pořádáno letecké veřejné vystoupení nebo soutěž. [1] Stanovené kritérium v rámci požadavků stanovených nařízením Evropské unie 1035/2011 o ATS v České republice momentálně splňují dva letiště – České Budějovice (LKCS) a Kunovice (LKKU). Tyto dva letiště momentálně poskytují službu AFIS. [8]

Řídící AFIS odpovídá za řízení provozu na provozních plochách letiště, poskytování informací o počasí, poskytování informací o letišti, komunikaci s ostatními zařízeními, poskytování letištních pohotovostních služeb, vedení provozní evidence, reakci na neznámý provoz a letadla, která nejsou spojena, a vedení provozní evidence. [1]

Na letišti jsou k dispozici údaje o QNH, údaje o směru a rychlosti přízemního větru a údaje o teplotě vzduchu, jakož i informace o podmínkách v prostoru pohybu a o všech dočasných nebezpečích, která mohou ovlivnit letový provoz. Čas UTC, stávající meteorologické podmínky a předpovědi jsou poskytovány v rozsahu potřebném pro výkon své funkce.



Obrázek 1 – Stanoviště AFIS [18]

Každé stanoviště AFIS musí mít vedoucího, který je podřízen odpovědnému zástupci provozovatele letiště a pro tuto funkci každý vedoucí musí splňovat podmínku mít platné osvědčení dispečera AFIS. [1] Vedoucí stanoviště AFIS odpovídá za organizaci letištní letové informační a pohotovostní služby na letišti, a taky v příslušných zónách ATZ a RMZ.

Dispečer AFIS [1] řídí provoz na odbavovací ploše, poskytuje informace známému provozu, poskytuje informace o letišti, poskytuje informace o meteorologických podmínkách, komunikuje s ostatními středisky, vede provozní záznamy, reaguje na neznámý provoz a nespojená letadla a poskytuje pohotovostní služby. S neznámým provozem a nepřípojenými letadly komunikuje stejně jako s ostatními středisky.

Vývoj služby AFIS na neřízených letištích v ČR

Na letištích v ČR do roku 2011 byly poskytovány služby ATC nebo AFIS. Nařízení Evropské unie 1035/2011 zařadilo služby AFIS do ATS v říjnu 2011. Letiště, která si chtěli nechat v provozu službu AFIS, museli splnit požadavky tohoto nařízení a certifikovat provoz AFIS. Základním požadavkem je zajištění kvality provozních a technických způsobilosti zařízení a personálu a využívání Systému řízení provozní bezpečnosti (Safety Management System – SMS). [19] Následkem těchto změn stalo zvýšení administrativní a personální náročnosti a nákladů, na které většina malých letišť neměla finanční prostředky. ÚCL na to reagovalo změnou Předpisu L11 a takhle byla ustanovena služba poskytování letových informací známému provozu (RADIO) která ve skutečnosti se představovala degradovanou službu AFIS. [11]

Nejdříve si AFIS (VFR) certifikovalo sedm letišť (České Budějovice (LKCS), Hradec Králové (LKHK), Kunovice (LKKU), Letňany (LKLT), Mnichovo Hradiště (LKMJH), Olomouc (LKOL) a Plzeň/Líně (LKLN)). [8] V roce 2019 byl AFIS (VFR) poskytován jen na čtyřech letištích (LKLT, LKHK, LKKU a LKCS). Po další změně legislativních předpisů si ponechalo AFIS pouze letiště Kunovice a České Budějovice, Letiště LKCS zajišťuje i provoz pro lety za VFR noc, a to na základě vyžádání, a to v souvislosti s tím, že publikovaná provozní doba letiště je od 08:00 občanského času do SS (západ slunce). [20] Služba AFIS IFR ke dosavadnímu stavu v ČR stále nebyla zavedena. Co se týká ekonomického efektu zavedení AFIS lze říci, že nepřináší žádný ekonomické výhody. Zavedení AFIS IFR by mohlo umožnit provoz leštění za podmínky IFR, co by mohlo zvýšit příjmy provozovatele letiště.

3.2.5. Porovnání služby AFIS a služby poskytování informací známému provozu (RADIO)

Jedním z hlavních rozdílů mezi AFIS a RADIO je, že na letišti AFIS mohou být navrženy postupy letu podle přístrojů pro odlety, přiblížení a nezdařená přiblížení v RMZ. Při absenci ATS musí být pro známý provoz zajištěna pohotovostní služba, pokud se na letišti konají veřejné letecké přehlídky, letecký výcvik nebo noční létání [1]. ATC i AFIS však mohou poskytovat služby řízení letového provozu a pohotovostní služby na jednom místě, ale ne současně. Informace poskytované známému provozu musí až na výjimky odpovídat informacím poskytovaným stanovištěm AFIS. Na stanovišti poskytování informací stačí mít pouze QNH na letišti, nemusí mít k dispozici měření oblastní QNH v oblasti ani jiné informace z vlastních kalibrovaných přístrojů, jak je to stanoveno pro AFIS. Aktuální meteorologické informace o přízemním větru stanoviště poskytování informací může získat ze zdrojů, jako jsou webové stránky ČHMÚ nebo jiné důvěryhodné zdroje.

Vybavení stanovišť

Podle zákona č. 49/1997 Sb. na letištích, kde je nabízen AFIS, musí být meteorologické zařízení pro měření atmosférického tlaku, směru a rychlosti přízemního větru a dvě radiostanice, a záznamové zařízení. Ve středisku poskytování informací známému provozu musí být alespoň jedna radiostanice.

3.3. Vybavenost letounů

Všechny letouny při letech podle pravidel VFR a IFR musí být vybaven magnetickým ukazatelem kurzu, ukazatelem tlaku vzduchu, ukazatelem rychlosti letu, hodinami zobrazujícími čas a nouzovým polohovým majákem (ELT), jakož i obousměrným rádiovým vybavením, který umožňuje komunikaci s leteckými stanicemi na frekvencích předepsaných ministerstvem dopravy. Od 1. ledna 2018 již musí mít všechna letadla a sportovní létající zařízení letadlovou stanici, která pracuje na 25kHz kanálu a také na 8,33kHz kanálu. [21, 22]

3.4. Přehled existujících řešení souvisejících s automatizací poskytování letových informací v ČR a světě

3.4.1. Automatické pozorovací systémy sledování meteorologických podmínek (AWOS)

AWOS (automatizovaný systém pozorování počasí) pomáhá pilotům a dalšímu leteckému personálu činit zásadní rozhodnutí pomocí nepřetržitých zpráv o počasí na letišti v reálném čase. Kromě základních pozorování počasí lze AWOS přizpůsobit tak, aby detekoval blesk, stav povrchu dráhy, stříh větru, a další prudké povětrnostní jevy. Je nejspolehlivějším moderním zdrojem informací o povětrnostních podmínkách na letišti z nyní dostupných. Jejich hlavní nevýhodou je, že v závislosti na místě užitečnost poskytnutých informací může být omezena. Systém musí být v souladu s požadavky ICAO a WMO až po požadavky CAT III, CAR120 a podporuje jejich definované zprávy. [14] Typický systém AWOS se skládá z následujících komponent: datová jednotka s duplikovanými počítači, komunikační zařízení, uživatelské pracovní stanice, stanice pro dálkové ovládání a údržbu, digitální displeje, tiskárny pro data a alarmy, polní senzory, napájecí a signální kabeláž a instalační příslušenství a doplňky. [24]

V České republice AWOS systém má poskytovat informace o směru a rychlosti přízemního větru, dohlednosti, současném počasí na letišti a v jeho blízkosti, oblačnosti, teplotě vzduchu a teplotě rosného bodu, atmosférickém tlaku. Ve srovnání se americkým systémem kvalifikaci AWOS systém lze říct, že automatický pozorovací systém sledování meteorologických podmínek by měl taky být vybaven přibližně na úrovni AWOS III. [17] Je důležité si uvědomit, že náklady na instalovaný systém se liší v závislosti na tom, zda se jedná o nový systém, nebo o jeho výměnu. Výměna systému může být mnohem levnější, pokud se znovu použije stávající infrastruktura, jako jsou betonové podložky, věže a kabelové rozvody. [23] Instalace systému AWOS I jsou velmi drahé a časově náročné na pořízení. Náklady na výstavbu v České republice se mohou lišit. Předpokládám, že cena takového systému se bude pohybovat v rozmezí 500 000 až 1 250 000 CZK. Typické náklady na systém AWOS I ve Spojených státech se pohybují mezi 1 250 000 až 2 000 000 CZK. Vzhledem k rozsáhlým nákladům na pořízení takového systému je většina pořízení společným podnikem vlastníka letiště, státního ministerstva dopravy a vlády prostřednictvím ÚCL. Cena těchto systémů se pohybuje kolem 3 750 000 CZK. Pro Českou republiku je můj odhad na instalaci takového systému zhruba 2 500 000 CZK. [24]

Rozlišujeme různé typy AWOS podle rozsahu sledovaných dat. Uvedme si strukturu ročních provozních nákladů ve formě tabulky:

Tabulka 1 - Typy AWOS podle rozsahu sledovaných dat

	AWOS A	AWOS A/V	AWOS I	AWOS II	AWOS III	AWOS IIIP	AWOS IIIPT	AWOS IV Z
Nastavení výškoměru	+	+	+	+	+	+	+	+
Dohlednost		+		+	+	+	+	+
Rychlost a směr větru			+	+	+	+	+	+
Teplota			+	+	+	+	+	+
Rosný bod			+	+	+	+	+	+
Hustotní nadmořská výška			+	+	+	+	+	+
Akumulace srážek					+	+	+	+
Výška oblačnosti					+	+	+	+
Stav oblohy					+	+	+	+
Aktuální počasí						+	+	+
Senzory bouřky / blesku							+	+
Senzory mrznoucího deště								+

Většina letišť pro své účely vyžaduje minimálně AWOS III. Jako rezervní systém obvykle se využívá AWOS I.

Mezi AFIS letišti ČR provozují AWOS systémy dva letiště – České Budějovice (LKCS), Kunovice (LKKU). RADIO letiště provozující AWOS systémy – Náchod (LKNACH – VFR-SLZ), Prostějov (LKPJ). [20]

3.4.2. Systémy sledování dráhové dohlednosti

Dosah viditelnosti přistávací dráhy (RVR) je rozsah, ve kterém pilot letadla na ose přistávací dráhy může vidět značení povrchu dráhy nebo světla vymežující dráhu nebo určující její středovou čáru. [21] RVR je základním prvkem Aerodrome Operating Minima (AOM). [10]

3.4.3. AUTOMETAR

Malá letiště, na která se zaměřuje tohle technické řešení, z důvodů obtížnosti na implementaci a zřízení konvenčního zařízení s posádkou, často využívají automatické pozorování počasí (AUTOMETAR) místo úplného meteorologického pozorování (METAR). AUTOMETAR na rozdíl od plné METAR zprávy obsahuje některé prvky počasí hlášené pouze ve zjednodušené formě a některé jsou zcela vynechány. Případně, většina letišť ČR mimo provozní doby letiště nemá vůbec svůj spolehlivý zdroj informace o počasí, kromě využití METAR sousedního letiště. AUTOMETAR systémy si kladou za cíl poskytovat konzistentnější automatizované pozorování počasí, zlepšit sledování viditelnosti, zejména v nehomogenních podmínkách viditelnosti, a sledovat letecky významné povětrnostní jevy a typy oblačnosti během různých podmínek pokrytí oblačností. Systémy AUTOMETAR jsou použitelné na letištích s posádkou i bez posádky. Vylepšené informace o počasí lze integrovat do rozhodovacích procesů řízení letového provozu a poskytovat uživatelům vzdušného prostoru a provozovatelům letišť pomocí standardů systémové správy informací (SWIM) [26].

Momentálně jsou dostupné dva způsoby řešení systému AUTOMETAR. První je plně automatizovaný meteorologický systém, který sbírá data z řady senzorů a kamer umístěných na jednom nebo více letištích. Data jsou poté automaticky zpracována a prezentována přímo na monitoru regulátoru. [25] Komponenty automatického systému jsou automatický systém pro sběr a zpracování dat (ASDUV), klient pro zobrazení a monitorování parametrů, automatický systém pro sledování povětrnostních podmínek (pro automatické stanovení viditelnosti) a zdroje dat ze vzdálenějších míst (radar, satelitní a modelová data). [26] METAR data poskytnuté systémem AutoMETAR se označují kódem AUTO.

Druhým způsobem je poloautomatický systém, kde vyškolený meteorologický personál přijímá údaje o počasí z řady vzdálených senzorů a kamer a zpracovává tyto informace před tím, než je zobrazí na displeji ovladače. Komponenty poloautomatického systému jsou automatický systém pro sběr a zpracování dat (ASDUV), klient pro zobrazení a monitorování parametrů a klient pro manuální sledování povětrnostních podmínek (viditelnost, oblačnost). [26]

Výhody použití AUTOMETAR jsou vylepšené situační povědomí/viditelnost, zvýšená efektivita nákladů, zvýšení bezpečnosti. Mezi nedostatky lze identifikovat některý úroveň zjednodušení poskytovaných informací o počasí kvůli nedokonalosti automatické identifikace některých parametrů počasí, např. konvektivní svislý pohyb vzduchu. [33]

První realizace AUTO METAR v Evropě byly implementované ve Francii v roce 2001 (dnes: vše automatizované kromě 4 letišť) v Nizozemsku v roce 2005 (dnes: vše je automatizované kromě EHAM) a další přístupy v Rakousku a Švýcarsku. [26]

3.4.4. Automatická informační služba koncové řízené oblasti (ATIS)

ATIS je systém hlasového přenosu informací o jednom letišti, které jsou okamžitě obnovené, pokud dojde k významné změně. Jeho účelem je zlepšit účinnost řídicí jednotky a zmírnit přetížení frekvencí automatizací opakovaného přenosu důležitých, ale rutinních informací. Informace jsou nepřetržitě vysílány přes diskrétní rádiovou frekvenci VHF nebo hlasovou část místního NAVAIID. Poskytování ATIS je taky možné prostřednictvím datového spoje. [28]

Vysílání ATIS na diskrétní rádiové frekvenci VHF je navrženo tak, aby bylo možné přijímat maximálně 60 NM od místa ATIS a maximální nadmořskou výšku 25 000 stop AGL. [28]

Letové provozní služby jsou odpovědné za přípravu a šíření zprávy ATIS, která je označena písmenem hláskovací abecedy ICAO, začínajícím písmenem A. Letadla potvrzují příjem informace při navázání spojení se stanovištěm ATS poskytujícím službu řízení přiblížení, případně s letištní řídicí službou. Stanoviště ATS poskytne letadlu platné nastavení výškoměru, pokud je o to požádáno. Příslušné stanoviště ATS získá meteorologické informace z místních meteorologických periodických a nouzových zpráv.

Informace ve zprávě ATIS pro přilétající a odlétající letadla by měly obsahovat název letiště, označení, druh kontraktu, komunikuje-li prostřednictvím D-ATIS, označení, čas pozorování, pokud je to vhodné, typ očekávaného přiblížení, dráhu (dráhy) v provozu, stav systému zachycení, pokud je instalován, významné podmínky povrchu dráhy, zdržení vyčkáváním, převodní hladinu, pokud je použita, další nezbytné provozní informace, rychlost a směr přízemního větru, dohlednost a případně dráhovou dohlednost (RVR), současné počasí, oblačnost pod 1500 m (5000 ft) nebo pod nejvyšší minimální sektorovou výškou, teplotu vzduchu, teplotu rosného bodu, nastavení výškoměru, všechny dostupné informace o význačných meteorologických jevech v prostorech přiblížení a počátečního stoupání, přistávací předpověď typu trend, je-li k dispozici a specifické instrukce ATIS. Obsah ATIS by měl být co nejstručnější, pokud je možné zprava by neměla být delší než 30 sekund [1]. Doporučuje se, aby rychlost vysílání zprávy ATIS nepřekročovala 100 slov za minutu. [38] Hlasové vysílání ATIS zprávy poskytované na letištích používaných mezinárodními leteckými službami musí být k dispozici minimálně v anglickém jazyce [1].

Příklad poslechu ATIS – Praha Ruzyně

GOOD MORNING RUZYNE ATIS INFORMATION LIMA 10 31 ILS APPROACH
RUNWAY IN USE 24 LOW VISIBILITY PROCEDURES CATEGORY III ARE IN FORCE
USE CATEGORY II AND III HOLDING POINTS TRANSITION LEVEL 70 RWY 12 30
CLOSED METAR PRAHA ISSUED AT 10 30 WIND 020 DEGREES 3 KNOTS VISIBILITY
7 KILOMETRES 3 THOUSAND METRES TO EAST SCATTERED 2 HUNDRED FEET
OVERCAST 5 HUNDRED FEET TEMPERATURE 3 DEWPOINT 3 QNH 1012
HECTOPASCALS NOSIG YOU HAVE RECEIVED ATIS INFORMATION LIMA

3.4.5. Letecké poradenské stanice (UNICOM)

UNICOM je nevládní letecká/pozemní radiokomunikační stanice ve Spojených státech amerických (konkrétně ve státu Aljaška), která může poskytovat letištní informace na veřejných letištích, kde není věž nebo Flight Service Station (FSS). UNICOM je součástí konceptu společná frekvence dopravních upozornění (CTAF). Společná dopravní poradní frekvence vzduch-vzduch při provozu na letiště nebo z letiště bez provozní řídicí věže. Primární funkcí frekvence používané pro služby UNICOM, kde je frekvence CTAF, je poskytnout pilotům prostředky pro polohové vysílání při provozu v blízkosti letiště. Na žádost pilota mohou stanice UNICOM poskytnout pilotům informace o počasí, směru větru, doporučené přistávací dráze nebo jiné nezbytné informace. Nejběžnější frekvence CTAF je 126,7 MHz na nevěžových letištích, kromě případů, kdy jsou dvě letiště CTAF blízko sebe. Letiště používající CTAF mimo provozní dobu věže obvykle určují frekvenci, která se používá během provozní doby věže. [30]

Piloti by měli hlásit na CTAF následovně:

- (a) Odlet z fixu konečného přiblížení, přílet (nepřesné přiblížení) nebo odlet z vnějšího markeru nebo fixu použitého místo vnějšího markeru, přílet (přesné přiblížení);
- (b) před konečného přiblížení nebo ihned po uvolnění ATC;
- (c) po dokončení nebo ukončení přiblížení; a
- (d) po provedení postupu nezdařeného přiblížení.

Rozdíl mezi CTAF, UNICOM a MULTICOM. Když sami hlásíte svou pozici, voláte na CTAF „Traffic“. Nežádáte, abyste očekávali odpověď. Mluvíte s jinými letadly. Když očekáváte odpověď od někoho na pozemní stanici musíte zavolat „Unicom“. Tam, kde na letišti není žádná věž, FSS nebo stanice UNICOM, je třeba použít frekvenci MULTICOM 122,9 pro samohlasné procedury. Taková letiště jsou označena v příslušných leteckých informačních publikacích. [31] Je třeba poznamenat, že letadla, která létají na nebo z jiného blízkého letiště, mohou provádět samohlasná vysílání na stejné frekvenci UNICOM nebo MULTICOM. Aby bylo možné lépe identifikovat jedno letiště od druhého, měl by být název letiště vysloven na začátku a na konci každého vlastního přenosu. [30]

Doporučením pro snížení zatíženosti frekvence, usnadnění a lepší pochopení záměrů pilotů, polohy letadla v dopravním modelu a celkové zvýšení bezpečnosti letů je hlásit se přibližně 10 mil od letiště. Součástí hlášení mely by být následované informace – nadmořská výška, typ letadla, identifikační zkratka letadla, poloha vzhledem k letišti, zaměť letu, opuštění dráhy.

V některých oblastech země může docházet k frekvenčnímu rušení z blízkých letišť používajících stejnou frekvenci UNICOM. Tam, kde se vyskytne problém, se provozovatelé UNICOMu vyzývají, aby vypracovali plán přidělování kmitočtů s "nejmenším rušením" pro dotčená letiště využívající kmitočty určené pro letiště bez provozních řídicích věží. Držitelům licence UNICOM se doporučuje, aby požádali o frekvence kanálu UNICOM 25 kHz. Vzhledem k extrémně omezenému počtu frekvencí s kanálovým odstupem 50 kHz by měl být implementován kanálový odstup 25 kHz.

3.4.6. Vysílání naslepo

V současné době v ČR jsou implementované nouzové postupy v případě, když se nedaří navázat rádiové spojení s příslušnou leteckou stanicí a není jistota, že stanice vysílání přijala. Tedy pilot musí vysílat na slepo.

Když pilotovi dojde ke ztrátě radiového spojení v neřízeném prostoru, je definován následující postup:

- 1) Dokončit let do destinace, za podmínkou, že let nekončí v řízeném prostoru
- 2) Vyhýbat se řízeným prostorům
- 3) V případě že to není možno musí pilot přistát na nejbližším vhodném letišti nebo vrátit se na letiště odletu
- 4) Udržovat pozornost při letu v blízkosti letišť
- 5) Pak postupovat jak při přiletu na neřízené letité a vysílat naslepo.

V případě ztráty spojení v řízeném prostoru je třeba provést kontrolu radiostanice, sluchátek, zkontrolovat spojení s jinou stanicí nebo pokusit se navázat spojení na jiné frekvenci. Při stálém neúspěchu je definován následující postup: [28]

- Musí pilot nastavit kód odpovídající ztrátě spojení (7600) na odpovídáči
- Za dodržení odstupů při letu za podmínky VMC přistát na nejbližším vhodném letišti
- Pokud nebylo uděleno povolení k přistání, musí pilot opustit řízený prostor.
- Ohlásit přistání příslušnému stanovišti ATC.

3.4.7. Remote TWR pro poskytování AFIS (Remote AFIS)

Podle EASA Remote TWR znamená zařízení, ze kterého lze na dálku poskytovat ATS letištnímu provozu prostřednictvím vizuální prezentace informace z oblasti manévrovací plochy a okolí vzdáleného letiště nebo letišť získaných v reálném čase pomocí systému snímače a kamer. [37] Implementace konceptu Remote TWR pro poskytování AFIS můžeme zkráceně nazývat Remote AFIS, tento koncept je zajímavý z finančního hlediska především pro současný provoz několika vzdálených a méně frekventovaných letišť kvůli eliminace nutnosti fyzické přítomnosti dispečerů na těchto letištích. Pro účely automatizace poskytování letových informací tento koncept teoreticky lze využít pro získání takových kritických informací jako drahá v uzívání a směr okruhu nad letištěm v případě, když dojde k zvláštním postupům v provozu letiště.

3.5. Princip vývoje softwaru

Vývoj leteckých softwaru se skládá z mnoha důležitých a náročných procesů mezi které patří definice požadavků, návrhu, výroby, ověřování a validace a přenosu, provozu a údržby. [40]

Vstupní požadavky na software

Klient musí při nákupu systému souvisejícího se softwarem uvést vstupní požadavky. Systém musí být schopen přijímat vstupy z procesů validace a ověřování. Klient rovněž specifikuje požadavky na provoz a údržbu, včetně podpory dodavatele pro systémovou integraci, instalaci a přijetí, obsah databáze a požadavky na bezpečnost a spolehlivost softwaru. Formát a médium pro doručení dat určí zákazník, stejně jako rozhraní a databáze. Životní cyklus softwaru si určí také zákazník. [40]

Úkoly řízení a kontroly

Úkoly řízení a kontroly zahrnují: řízení životního cyklu softwaru; společná revize popisu softwarového projektu, softwarové technické revize a fáze revizí; správa rozhraní; technický rozpočet a správa marží; a dodržování standardů softwarového inženýrství. Dodavatel softwaru musí vytvořit strategii vývoje, standardy a techniky softwarového inženýrství, vývoj softwaru a prostředí pro testování softwaru. [40]

Zásady pro vývoj softwaru jsou testování, ověřování, validace a verifikace. [40]

3.6. Úvod do problému

V blízkosti letiště nic nenahradí bdělost. Je nezbytné, aby piloti udržovali pozornost a dobře situační povědomí, když se přibližují nebo odlétají z letiště, obzvláště když provoz na letišti je organizován bez provozní řídicí věže. To je zvláště důležité, protože jiná letadla nemusí mít komunikační schopnost nebo v některých případech piloti nemusí sdělit svou přítomnost nebo záměry, když létají na taková letiště nebo z nich. Pro dosažení nejvyššího stupně bezpečnosti je nezbytné, aby všechna letadla, vybavená rádiem, vysílala a přijímala na společné frekvenci určené pro účely letištních upozornění.

Jedním z možných řešení, provozovaných ve světě pro zvýšení situační povědomí pilotů, je organizace systému automatizace poskytování letových informací. Ale z důvodu možných nežádoucích důsledků implementace nedostatečně rozvinutého konceptu pro konkrétní legislativní prostředí je třeba tento problém důkladně prozkoumat, což je cílem této mojí práci.

3.7. Metodika práce

Jako primární metody v tomto výzkumu používám studium literatury a vyhledávání v platných právních předpisech. Pro vyvození závěrů sestavím SWOT analýzu navrhované koncepce, jejímž cílem je zhodnotit silné a slabé stránky automatizace letových informací, včetně příležitostí a hrozeb vyplývajících z okolního prostředí. Simulace a testování jsou praktické taktiky, které umožňují studovat vlastnosti a parametry systému automatizace letových informací a také fyzicky ověřit výsledek v praxi.

Praktická část předkládané bakalářské práce je zaměřena na analýzy vlivu automatizace poskytování letových informací na neřízených letištích ČR a světa. Důležitým bodem praktické části je i analýza ekonomické aplikovatelnosti.

4. Návrh realizace automatizace poskytování letových informací pro neřízená letiště ČR

4.1. Vyber způsobu předání letových informací pilotům

Textové zobrazení na webových stránkách meteo.ans.cz

Tenhle způsob využívá data o povětrnostních podmínkách na letišti, obdržených pomocí např. AWOS, které pak se převádí do METAR podoby s následnou publikací stránek ŘLP (meteo.rlp.cz). Nedostatkem je snížení pokornosti pilota, kvůli nutnosti poulit nějaké zařízení, jako mobilní telefon nebo tablet pro získání těchto informací. Existuje riziko vpadnutí baterie zařízení, a navíc je požadavek na dobré internetové spojení.

Vysílání hlasové zprávy na telefonní lince

Záznam automatické generované provozní zprávy na telefonním čísle. Není lepším řešením ze stejného důvodu jak i u textového zobrazení na meteo.ans.cz.

Zpráva ATIS na samostatné frekvenci

Když letiště mimo základní frekvenci má přidělenou samostatnou frekvenci pro kontinuální vysílání záznamu automatické generované provozní zprávy teoreticky je možno její použít pro provoz služby, která je analogem ATIS. Ale z legislativního pohledu tahle možnost momentálně nebyla definována pro využití v neřízených prostorech. Každopádně pořízení samostatné frekvenci je těžce realizovatelné pro neřízená letiště kvůli potenciálnímu růstu počtu letišť a konečnému počtu dostupných frekvencí, definovaných požadavkem na šíři frekvenčních pasem 8,33 kHz.

Kontinuální hlasová zpráva na pracovním kmitočtu letiště

Kontinuální vysílání automaticky generované zprávy není možné z důvodu, že během vysílání zprávy nebude možné paralelní vysílání zpráv jinými uživateli frekvenci letiště.

Pravidelná hlasová zpráva na pracovním kmitočtu letiště

Informace obdobné zprávě ATIS mohou být pravidelně (např. s intervalem v 1 minutu délkou hlasové zprávy cca 15 vteřin) vysílána na pracovním kmitočtu letiště. Hlavními nedostatky tohoto řešení jsou snížení dostupného času na komunikaci mezi uživateli pracovního kmitočtu letiště a možné překrytí automatické hlasové zprávy v případě současného vysílání uživatelem kmitočtu letiště.

Využití klíčování radiostanice pro vyzvu zprávy o letových informacích

Možným řešením nedostatků pravidelného vysílání může být využití tak zvaného klíčování radiostanice, tj. opakovaného stisknutí tlačítka mikrofonu radiostanice letouna pro vyzvu automatické generované zprávy o povětrnostních podmínkách na letišti. Počet stisknutí a délka stisknutí pro aktivaci algoritmu vysílání jsou plně konfigurovatelné a doporučuje se 3 a vícekrát stisknutí tlačítka vysílání letadlové radiostanice delších než 300-500 ms pro eliminaci náhodného spuštění vysílání automatické generované zprávy. Tohle řešení také umožní snížit interval (např. jednou za 5 minut) pravidelného vysílání hlasové zprávy na pracovním kmitočtu letiště.

Pro rozpoznání opakovaných stisknutí mikrofonu radiostanice letouna je určen speciální rádio dekodér. Volitelná aktivace/deaktivace dekodéru zabraňuje vysílání automaticky generované zprávy během pracovní doby letiště, kdy dispečer AFIS nebo osoba poskytující informace normálně plní své odpovědnosti.

Využití klíčových slov pro vyzvu automatické generované zprávy

Za zmínku stojí možnost vyzvy zprávy klíčovým slovem, ale zatím ve světě není tendence k použití tohoto způsobu kvůli nedostatečnému úrovní rozvoje této technologie, programové náročnosti a požadavku na vysokou kvalitu hlasových zpráv komunikace na frekvenci. Tímto způsobem nebude zajištěna spolehlivost fungování navrhovaného v této práci systému.

4.2. Formulace funkcionality navrhovaného systému

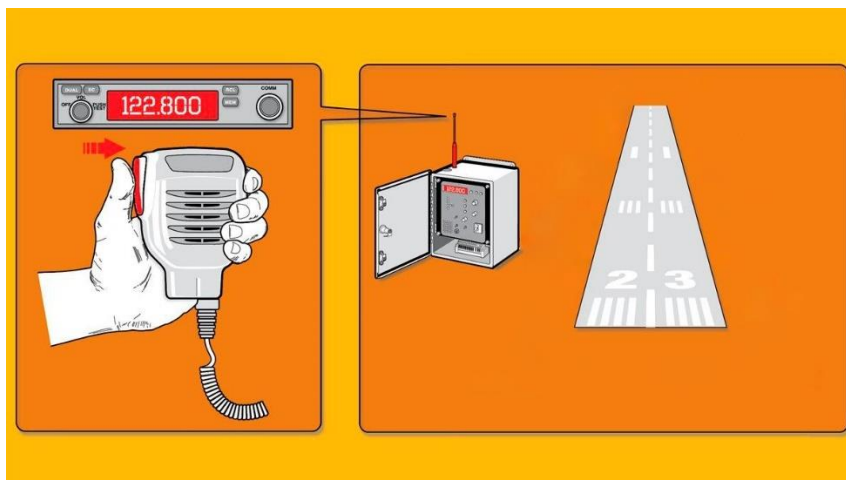
Ani jeden systém ze zmíněných v části 3.1.4 momentálně v plné míře nevyhovuje legislativním požadavkům pro implementaci automatického poskytování letových informací na neřízených letištích ČR. Ale s využitím některých vlastností těchto systémů je možné zformulovat hybridní systém a následně navrhnout legislativní změny, které by umožnily jeho implementaci pro obecný a noční VFR provoz. Zatím nejsou předpoklady k implementaci systému automatizace poskytování letových informací na neřízených letištích pro ILS provoz kvůli legislativním požadavkům vyžadujícím zřízení ATC služeb v prostoru letiště.

Z ATIS systému pro účely této práce je možné použít frazeologii automatické zprávy o letových informacích, z AUTOMETAR systémů funkcionality automatického generování textové zprávy o povětrnostních podmínkách na základě AWOS systémů nebo jednotlivých senzorů, umístěných na daném nebo jiném blízkém letišti, a z konceptů vysílání naslepo a systému UNICOM pravidla komunikace uživatelů pracovních kmitočtů v prostorech neřízených letišť.

Pro praktickou implementaci těchto vlastností v rámci automatizace poskytování letových informací v hlasové formě byl vytvořen systém, který je schopen plnit funkce poskytování letových informací pilotům v rámci AFIS/neobsazeného letiště. Tenhle systém pravidelně (např. s intervalem 5 minut) vysílá na pracovním kmitočtu letiště hlasovou zprávu délkou cca 25-30 vteřin o stavu počasí, dráhu v používání a jiné nutné k bezpečnému provozu na letišti instrukce. V případě, když dojde k zvláštním postupům v provozu letiště, informace o dráze v používání a směru okruhu pilot dočte z Remote AFIS.

Jako doplněk pro plnění těchto funkcí lze využít klíčování radiostanice. Systém může být nastaven tak, aby byl schopen rozpoznat nastavitelný počet stisknutí tlačítka vysílání radiostanice delších než 300-500 ms a spustit vysílání provozních informací na pracovním kmitočtu letiště a/nebo, v případě nočního VFR provozu, rozsvítit dráhová světla, což i bez vysílání automatické hlasové zprávy pomůže pomoc zaujmout pozornost a indikovat dispečerů na letišti nebo jinému provozu, že někdo letí nad prostorem letiště.

Schéma zapnutí vysílání automaticky generované zprávy pilotem pro neobsazené letiště je na obrázku níže. Stejným způsobem lze realizovat rozsvícení přistávací drahý za noční VFR provoz.



Obrázek 2 – Schéma zapnutí vysílání automaticky generované zprávy pilotem pro neobsazené letiště. Zdroj: [34]

Pro účely této práci je považováno jako postačující imitovat klíčování programním způsobem. Pro začátek vysílání automatické generované zprávy o povětrnostních podmínkách na letišti na základě METAR dat je třeba stisknout odpovídající tlačítko v rozhraní programu, určeném pro imitaci rozhraní radiostanice.

4.3. Obsah zprávy

Vzhledem k tomu, že většina neřízených letišť nemá samotný kmitočet pro vysílání automatické generované zprávy, je potřeba setřít čas potřebný na vysílání. Proto pozdrav na začátku zprávy, ILS instrukce, označení zprávy, určené pro potvrzení pilotem přijetí aktuální automatické zprávy o provozních informacích, a informace o převodní výšce, která je stejná (5000 ft) na skoro všech neřízených letištích ČR, nebudou zahrnuté do téhle zprávy. Doporučuje se, aby rychlost vysílání zprávy, obdobně jak u zprávy ATIS, nepřekročovala 100 slov za minutu. [38]

Do automatické generované zprávy budou zahrnuté následující informace:

- a) název letiště
- b) čas pozorování povětrnostních podmínek na letišti
- c) drahá v užívání
- d) směr okruhu
- e) dohlednost
- f) oblačnost nad letištěm
- g) směr a rychlost přízemního větru
- h) teplota vzduchu
- i) rosný bod
- j) nastavení výškoměru
- k) případně specifické instrukce

Jazyk vysílání

Realizace systému automatizace poskytování letových informací byla vytvořena pro vysílání v angličtině, kvůli většímu počtu alternativ knihoven pro převod z textu na hlas, kvůli větší univerzálnosti (např. pro piloty mezinárodních letů), menší náročnosti na porozumění (univerzální spolehlivá frazeologie, jednodušší výslovnost a struktura anglické řeči, absence pádů atd.). V případě nutnosti software je nastavitelný na vysílání v češtině a jiných jazycích.

Příklad poslechu automatické zprávy o provozních informací:

LETNANY INFO 10 31 RWY 03 METAR PRAHA ISSUED AT 10 30 WIND 020 DEGREES
3 KNOTS VISIBILITY 7 KILOMETRES 3 THOUSAND METRES SCATTERED
TEMPERATURE 3 DEWPOINT 3 QNH 1012 HECTOPASCALS NOSIG

4.4. Popis hardware

Hlavními požadavky na hardware pro automatické generování mluveného slova z textu v rámci řešení problematiky tohoto projektu jsou:

- kompaktnost
- spolehlivost
- dostatečný výkon
- nízká spotřeba elektro energie
- vhodná pro neřízena letiště cena

Jednodeskové počítače (SoC) vs mikrokontrolery (MCU)

Jednodeskové počítače (SoC) fungují jako mikrokontrolery (MCU) založené na operačním systému, které jsou výkonnější a nabízejí více multimediálních funkcí než mikrokontrolery. Mikrokontrolery mohou v jednom okamžiku provádět pouze jednu úlohu. Existují také hybridní platformy, u nichž jsou mikrokontroler i procesor umístěny na stejné desce. Mikrokontrolery jsou zodpovědné za přesné ovládání různých periférií a pohonů, stejně jako relé, senzorů a dalších zařízení, zatímco procesor provádí složitější úlohy, jako je přístup k síti a zpracování médií.

Porovnání mikrokontroleru a jednodeskového počítače je uvedeno v tabulce:

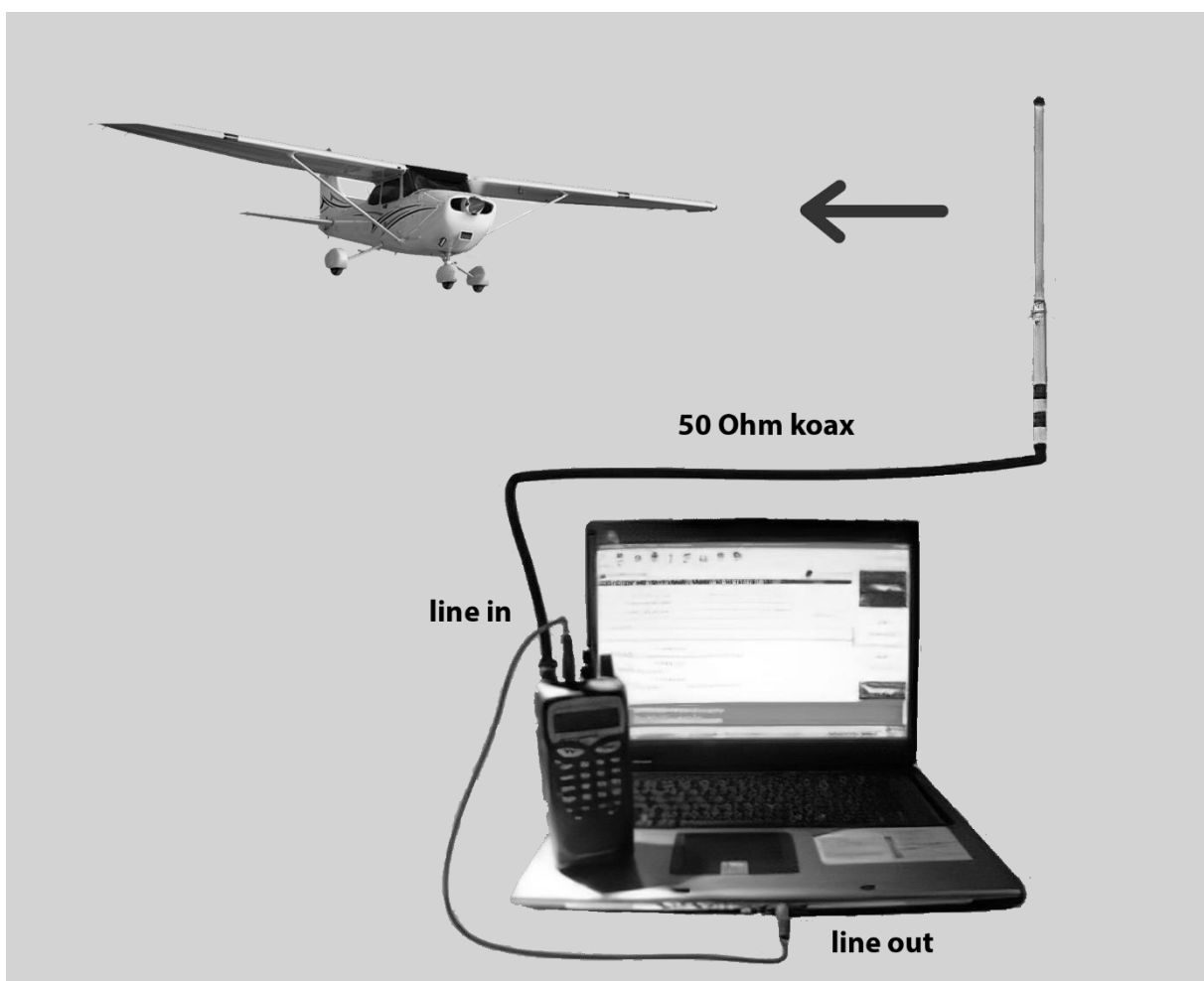
Tabulka 2 – Porovnání mikrokontroleru a jednodeskového počítače

	Mikrokontroler	Jednodeskový počítač
Výkon	1 jádro, desítky až stovky MHz, desítky kB paměti RAM, desítky až stovky KB trvalé paměti.	1 nebo více jader, stovky až tisíce MHz, stovky MB RAM, gigabajtů trvalé paměti.
Multitasking	Ne. Ale můžete napodobit.	Ano. Řízeno OS.
Pohodlí práce s internetem	☆☆☆	★★★
	Obvykle potřebujete další moduly a hluboké znalosti protokolů.	Snadné připojení po vybalení, síťový modul je obvykle již na palubě.
Životnost baterie	★★★	☆☆☆
	Spotřebuje jednotky-desítky mA. Týdňová výdrž baterie možná.	Spotřebovává stovky až tisíce mA. Nabití velké baterie vystačí na deset hodin.
Rychlost reakce v časově kritických projektech	★★★	☆☆☆
	100% kontrola nad časem a trváním signálů.	Díky multitaskingu může kritický proces zaspat svůj čas.
Výběr programovacích jazyků	☆☆☆	★★★
	Omezený. Častěji C/C++.	Python, JavaScript, Bash a desítky dalších: všechny dostupné v OS.
Příležitosti pro práci s videem	☆☆☆	★★★
	Nedostatek energie.	OpenCV, hardwarové video kodeky, HDMI výstup.
Zvukové funkce	★★☆	★★★
	Syntéza zvuku je možná na výkonných mikrokontrolerech. Pro práci s MP3/OGG/WAV jsou potřeba další moduly.	Podpora MP3/OGG/WAV na úrovni OS. HDMI audio výstup a/nebo 3,5mm jack.

Praktické zapojení

Ke radiostanici se připojí anténa pomocí koaxiálního kabele a radiostanice se propojí stíněným kabelem (s koncovkami Jack 3.5 mm – Jack 3.5 mm) ze vstupu radiostanice do linkového výstupu zvukové karty mikropočítače. Současně musí být také zvolen výstup LINE-OUT pro vysílání automaticky generované zprávy. Aby signál vysílané zprávy nebyl zkreslený je třeba nastavit hlasitost na ovladači zvukové karty tak, aby indikátor síly signálu nezasahoval do červeného pole.

Symbolické schéma propojení přístrojů je na obrázku:



Obrázek 3 – Schéma vysílání automatické hlasové zprávy na frekvenci letiště.

Zdroj: [32]

4.5. Popis software

Vyber vhodného programovacího prostředí

Pro převod letových informací z textové podoby METAR zprávy do hlasové podoby byl vyvinout vlastní návrh programu v prostředí Python. Tento instrument je vhodný pro spuštění na mikropočítačích.

Knihovny pro převod textu na řeč

Google Text to Speech API (gTTS) podporuje několik jazyků včetně angličtiny, hindštiny, tamilštiny, francouzštiny, němčiny a mnoha dalších. Řeč lze přednášet v kterékoli ze dvou dostupných rychlostí zvuku, rychle nebo pomalu. Od poslední aktualizace však není možné změnit hlas generovaného zvuku. GTTS API, které funguje perfektně v pythonu3, ale potřebuje připojení k internetu, protože se spoléhá na Google, aby získal audio data. Tahle knihovna není vhodným řešením pro účely převodu textu na řeč, protože je třeba mít připojení k internetu, což zvyšuje riziko vpadnutí celého systému, pro který je kriticky zajištění spolehlivosti a kontinuálního provozu.

Pyttsx3 je knihovna pro převod textu na řeč v Pythonu. Na rozdíl od alternativních knihoven funguje off-line a je kompatibilní s Pythonem 2 i 3. Pyttsx je zcela off-line a funguje hladce a má podporu několika tts-engine. Tato knihovna podporuje změnu hlasu, výchozí je mužsky. Jde také změnit rychlost enginu řeči. Výchozí rychlost vysílání je nastavena na 100 slov za minutu.

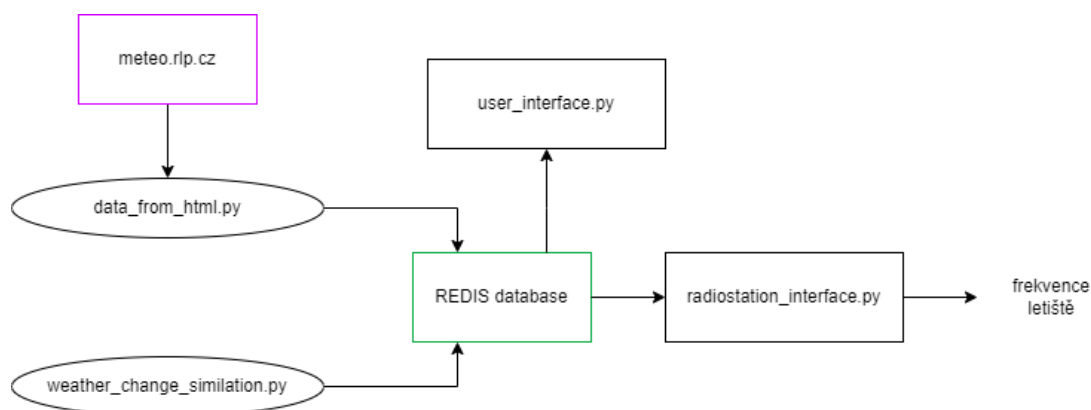
Porovnáním funkcionalit a požadavků těchto knihoven bylo rozhodnuto pro návrh realizace systému poskytování letových informací využít knihovnu Pyttsx3 primárně kvůli nezávislosti na připojení k internetu.

4.6. Popis principu fungování programu

Program se skládá z *Redis databázi*, kam se ukládají aktuální textové provozní a meteorologická data, pak z hlavního *main.py* souboru, který slouží pro vyzvu odpovídajících částí programu, souboru *user_interface.py*, který slouží pro přehled dostupných dat o počasí, ze souboru *radiostacion_interface.py*, který převádí uložené v databázi data z textové do zvukové podoby a simuluje klíčování radiostanice a ze souboru *weather_change_simulation.py*, který byl vyvinut pro účel simulace změn povětrnostních podmínek na letišti a načítání těchto nových dat do databáze.

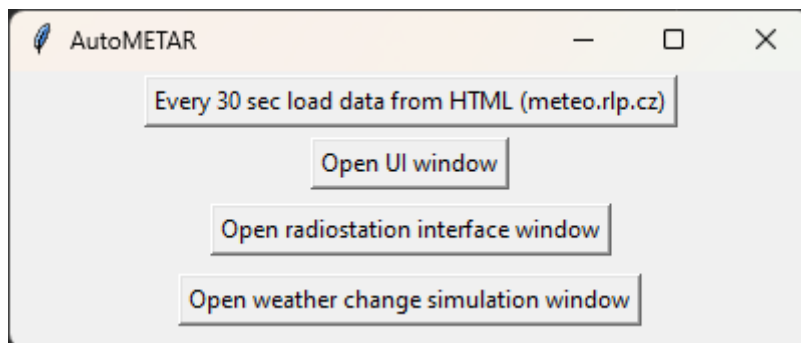
Program může získávat potřebná data buď z webových stránek ŘLP (meteo.rlp.cz) nebo ze souboru simulace změn počasí na letišti. Při získávání dat z HTML používá se programovací knihovna Selenium. Tyto data se následně ukládají do databáze Redis, kterou je možné spustit na malých zařízeních, jako je Raspberry Pi, aniž by to ovlivnilo celkový výkon. Pro sledování obsahu databáze během nastavování a kontroly funkčnosti systému lze využít softwaru RedisInsight-v2.

Schéma programu automatické generaci hlasových zpráv na zaklade dostupných dat o počasí, které zprav je na obrázku:



Obrázek 4 – Schéma programu automatické generaci hlasových zpráv

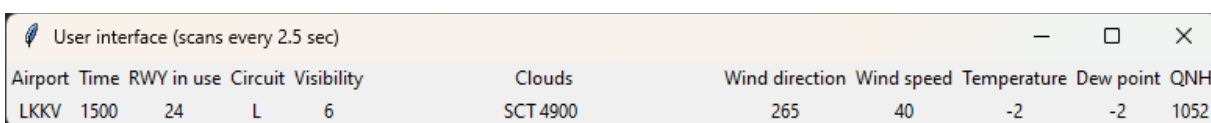
Počáteční rozhraní programu (soubor *main.py*) je na obrázku:



Obrázek 5 – Hlavní rozhraní programu

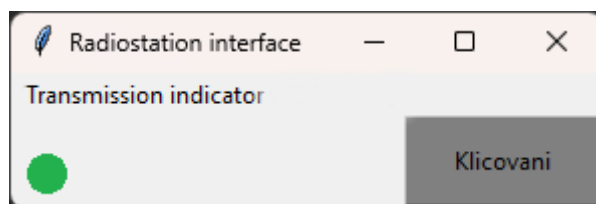
Python soubor *user_interface.py* jednou za 15 sekund prohledává databázi, obsahující aktuální data o počasí, a používá tyhle data k převodu textových dat o počasí do zvukové podoby v formátu uvedeném v části 4.1.3 této práce.

Uživatelské rozhraní programu (soubor *main.py*) je na obrázku:



Obrázek 6 – Uživatelské rozhraní programu

Příslušný soubor *radiostation_interface.py* jednou za 15 sekund prohledává databázi, obsahující aktuální data o počasí, a používá tyhle data k převodu zprávy z textové do zvukové podoby v formátu uvedeném v části 4.1.3 této práce. Pro spuštění vysílání automaticky generované zprávy ve formátu ATIS zprávy je třeba použít tlačítko KLICOVANI, které vykonává funkci simulace klíčování radiostanice. Během vysílání indikátor se rozsvítí červeně. Zprava trvá přibližně 30 sekund rychlostí vysílání přibližně 90 slov za minutu a zazní jenom jednou.



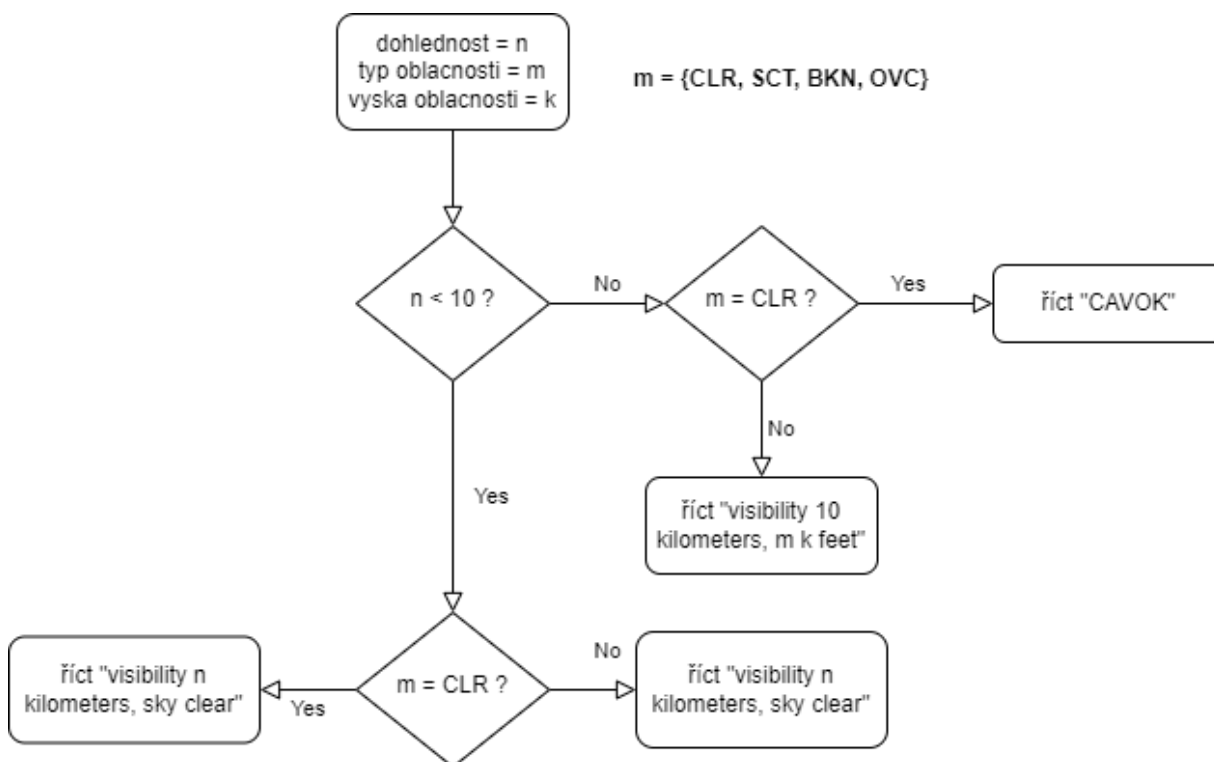
Obrázek 7 – Imitace rozhraní radiostanice

4.7. Popis algoritmů generování hlasové informace

Data o názvu letiště, času pozorování povětrnostních podmínek na letišti, draze v užívání, směru okruhu, vetru, rychlosti přízemního vetru a nastavení výškoměru se přímo načítají z databáze a nepotřebují žádné algoritmické rozhodování. Za zmínku stojí, že u číselných dat každá číslice se hlasy zvlášť.

Dohlednost a oblačnost nad letištem

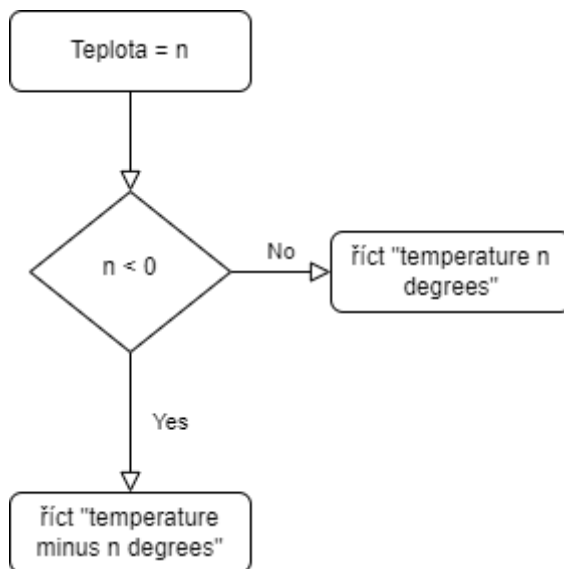
Dohlednost v hlasové zprávě se udává v kilometrech, stejně jak i uložené do databáze data o ní. Informace o oblačnosti se udává ve formě TYP OBLACNOSTI + VYSKA OBLACNOSTI. Když Pouze v případě, když dohlednost je větší než 10 kilometrů a zároveň typ oblačnost je CLR, hlásí se zprava CAVOK (cloud and visibility OK).



Obrázek 8 – Rozhodování při generaci zprávy o dohlednosti a oblačnosti

Teplota vzduchu

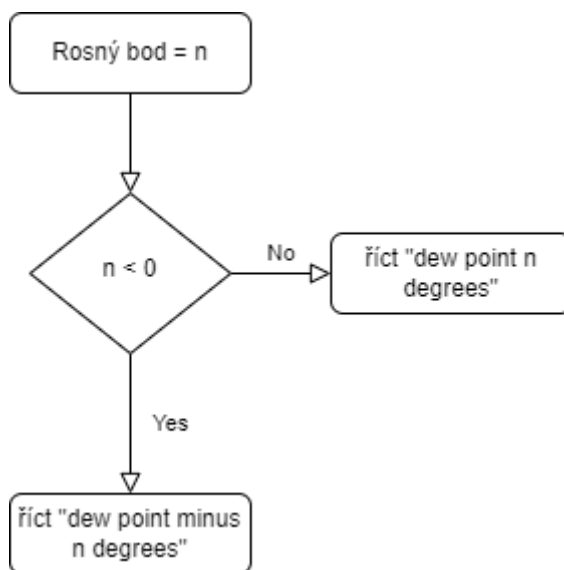
Teplota vzduchu v hlasové zprávě se udává v stupních celsia, jediné algoritmické rozhodnutí se týká znaménka hodnoty.



Obrázek 9 – Rozhodování při generace zprávy o teplotě vzduchu

Rosný bod

Teplota rosného bodu v hlasové zprávě se udává v stupních celsia, jediné algoritmické rozhodnutí se týká znaménka hodnoty.



Obrázek 10 – Rozhodování při generace zprávy o rosném bodě

5. Zhodnocení navrhovaného konceptu automatizace poskytování letových informací pro neřízená AFIS letiště

Implementací systému automatického poskytování letových informací na neřízených VFR letištích se zřízenou službou AFIS provozní doba na letiště může být rozšířena kvůli tomu, že letiště může být provozováno mimo provozní dobu během denních hodin. Níže je uvedena tabulka vypočtu zvýšení provozní doby na letišti Letňany (LKLT).

Tabulka 3 – Zvýšení provozní doby na letišti Letňany (LKLT) (VFR den)

	<i>léto (7:00-17:00)</i>	<i>zima (8:00-16:00)</i>	<i>celkem</i>
<i>dní</i>	31,56	20,50	52,06
<i>hodin</i>	757,50	491,97	1249,47
<i>pracovních dní</i>	75,75	61,50	137,25

Analogicky při využití automatizace poskytování letových informací na letišti v Benešově (LKBE), kde momentálně je provozován automatický pozorovací systém sledování meteorologických podmínek, bylo by možno zvýšit roční provozní dobu VFR den přibližně o 2300 hodin. Vypočet byl proveden na základě provozních dat za dobu 2012-2022 s ohledem na stávající pracovní dobu letiště (léto (8:00-15:00) / zima (9:00-13:00)) a taky na víkendy a svátky, kdy by letiště nemělo být provozované.

Tabulka 4 - Zvýšení provozní doby na letišti Benešov (LKBE) (VFR den)

	<i>léto (8:00-15:00)</i>	<i>zima (9:00-13:00)</i>	<i>celkem</i>
<i>dní</i>	63,73	31,57	95,30
<i>hodin</i>	1529,53	757,65	2287,18
<i>pracovních dní</i>	218,50	189,41	407,92

Tabulka 5 – Odhad počtu pohybů na letišti Benešov (LKBE) (VFR den – LETO) [35]

<i>léto (8:00-15:00)</i>	<i>přistání letounů</i>	<i>přistání SLZ</i>	<i>přistání kluzáků</i>	<i>celkem pohybů</i>
<i>pohyby za rok</i>	12564,30	3091,05	1268,20	33847,12
<i>pohyby denně léto (průměr)</i>	58,71	14,44	5,93	158,16
<i>pohyby za hodinu (průměr)</i>	8,39	2,06	0,85	22,59

Tabulka 6 - Odhad zvýšení příjmů na letišti Benešov (LKBE) (VFR den – LETO) [36]

<i>léto (daylight, outside working hours)</i>	<i>letouny</i>	<i>SLZ</i>	<i>kluzáky</i>	<i>celkem</i>
<i>přírůstek pohybů (odhad - 25% vytiženost letiště vzhledem ke střední hodnotě)</i>	3207	789	324	8640
<i>přistávací poplatky (kč)</i>	100	45	35	-
<i>zvýšení příjmů (kč)</i>	320720	35506	11330	367556

Tabulka 7 – Odhad počtu pohybů na letišti Benešov (LKBE) (VFR den – ZIMA) [35]

<i>zima (9:00-13:00)</i>	<i>přistání letounů</i>	<i>přistání SLZ</i>	<i>přistání kluzáků</i>	<i>celkem pohybů</i>
<i>pohyby za rok</i>	6223,69	1531,15	628,20	16766,08
<i>pohyby denně zima (průměr)</i>	47,87	11,78	4,83	128,97
<i>pohyby za hodinu (průměr)</i>	11,97	2,94	1,21	32,24

Tabulka 8 - Odhad zvýšení příjmů na letišti Benešov (LKBE) (VFR den – ZIMA) [36]

<i>zima (daylight, outside working hours)</i>	<i>letouny</i>	<i>SLZ</i>	<i>kluzáky</i>	<i>celkem</i>
<i>přírůstek pohybů (odhad - 25% vytiženost letiště vzhledem ke střední hodnotě)</i>	2267	558	229	6107
<i>přistávací poplatky (kč)</i>	100	45	35	-
<i>přírůstek příjmů (kč)</i>	226701	25098	8009	259808

Pro dispečeri AFIS počítáme se hrubou mzdou 33 000 Kč. Průměrné roční náklady na mzdy vychází na 2 130 000 Kč. [19] Finanční výhoda zavedení automatického poskytování letových informací na letišti Benešov (LKBE) činí přibližně 260 000 Kč ročně, co přibližně odpovídá 12 % od ročních nákladů na mzdy AFISo pro dané letiště.

6. Zhodnocení ekonomických přínosů automatizace poskytování letových informací

6.1. Vypočet kapitálových a provozních nákladů

6.1.1. Odhad kapitálu výdaje

Pro navrhovaný systém automatického poskytování letových informací je potřeba mít k dispozici počítač, Ethernet LAN modul, záložní GSM modul, radiostanici, audio rozhraní, zdroj napájení, záložní baterie, kartu paměti, koaxiální kabel, stíněný Jack 3.5 mm – Jack 3.5 mm kabel, dekodér pro klíčování radiostanic. Z důvodu zajištění nepřetržitého fungování automatického vysílání letových zpráv systém by měl být redundantní, takže jeho komponenty by měly být duplikované záložními pro případ vypadnutí nebo nefunkčnosti hlavních komponent. Kapitálové výdaje v prvním roce provozu softwarového produktu jsou odhadované přibližně na 250 000,- Kč.

6.1.2. Kalkulace provozních nákladů

Opakující se provozní náklady jsou náklady spojené s udržováním spolehlivosti počítačového vybavení a samotného softwarového produktu.

Uvedme si strukturu ročních provozních nákladů ve formě tabulky:

Tabulka 9 - Provozní náklady, Kč / rok

№	název	Cena, Kč
1	Mzdové náklady	87 000
1.1.	Hrubá mzda technika leteckých komunikačních systémů	60 000
1.3	Daň ze mzdy 44,8 % (sociální pojištění - 31,3 %; zdravotní pojištění - 13,5 %; daň z příjmu - 15 %)	27 000
2.	Amortizace doba použitelnosti softwarového produktu se předpokládá 5 let (60 měsíců, odpisy se časově rozlišují)	23 000
2.1	Software	23 000
3.	Údržba softwaru (poplatek vývojáři za aktualizaci databáze softwarových produktů atd.)	60 000
4.	Náklady na elektřinu	20 000
4.1.	Výkon počítače, kWh	0,25
4.2.	Cena 1 kWh elektřiny, Kč /kWh (www.energie123.cz)	5,91
4.3.	Počet hodin odpracovaných počítačem, hodina/rok	8 760
	CELKOVÝ	190 000

6.1.3. Vypočet celkových nákladů

Výsledky výpočtu jsou uvedeny v souhrnné tabulce:

Tabulka 10 - Přehled nákladů na implementaci a provoz systému automatického poskytování letových informací, Kč /rok

№	název	Cena, Kč
1	Kapitálové výdaje	250 000
2	Provozní náklady	190 000
	Celkový	440 000

Výše uvedená kalkulace kapitálových a provozních nákladů je z důvodu nedostatku potřebných ekonomických informací orientační a přibližná. Pro účely odhalení tématu projektové práce je důležité dát si představu o struktuře a výši kapitálových a provozních nákladů.

6.2. Zhodnocení aplikovatelnosti navrhovaných konceptů

Pro dispečeri RADIO počítáme se hrubou mzdou 21 000 Kč. Průměrné roční náklady na mzdy vychází na 1 356 000 Kč. Pro dispečeri AFIS počítáme se hrubou mzdou 33 000 Kč. Průměrné roční náklady na mzdy vychází na 2 130 000 Kč. [19]

Při úplném nahrazení systému klasického poskytování letových provozních informací navrhovaným automatickým systémem náklady na RADIO letišťích budou průměrné o 1 356 000 nižší. [19] To znamená, že za první rok se ušetří cca 920 000 Kč. Podobným způsobem byla spočítaná ekonomie pro AFIS letiště, kde snížení ročních nákladů vychází na 2 130 000 Kč a za první rok se ušetří cca 1 690 000 Kč.

Stávající legislativní stav v ČR neumožňuje automatické poskytování letových informací na neřízených letišťích se zřízenou službou poskytování letových informací známému provozu, stejně jako i pro letiště se zřízenou službou AFIS ani za podmínkou přítomnosti na letišti D-AFIS nebo fungujícího systému Remote Tower, kvůli podmínce zřízení řízeného prostoru pro poskytování ATIS a obdobných systémů. [28]

Automatické poskytování letových informací na neřízených letišťích se zřízenou službou za účelem zvýšení povědomí pilotův, které se chystá přistát na letišti mimo provozní dobu letiště nebo když osoba poskytující informace není přítomna na letišti je aplikovatelné za podmínkou změny určitých legislativních norem.

7. Návrh legislativních úprav

Jako výsledek této práce navrhuji následující legislativní změny:

- 1) Pro použití navrhovaného v téhle práci systému je nezbytné provést změny v předpisu L11 s cílem definovat pravidla poskytování automatické informační služby nad neřízenými letišti obdobným způsobem, jak je to definováno pro fungování ATIS na řízených letištích, s výjimkou nutnosti mít na letišti dispečera AFIS či osoby poskytující informace známému provozu.
- 2) Pro zajištění bezpečného provozu na neřízeném letišti s fungujícím systémem automatického poskytování letových informací je nutná harmonizace konceptu společné frekvence dopravních upozornění (CTAF) v leteckých předpisech, především v předpisu L10.
- 3) Vyvinuti a legislativní fixace speciální frazeologii pro letový provoz nad neobsazeným letištem. Tahle frazeologie může být logickým rozvojem konceptu vysílání naslepo, který už je v současné době provozován v ČR.
- 4) Úprava požadavků v PNK (EU) 2017/373 pro poskytovatele letových navigačních služeb.
- 5) Úprava požadavků na automatické pozorovací systémy sledování meteorologických podmínek (AWOS), který říká že systém musí být v souladu s požadavky ICAO a WMO až po požadavky CAT III, CAR120 a má podporovat jejich definované zprávy. Je zbytečné provozovat systém AWOS s takovým požadavkem na letišti, které není určeno k IFR provozu.
- 6) Úprava legislativních požadavků ČTÚ, omezující použití automaticky generovaných zpráv v podobě ATIS služeb na neřízených letištích bez zřízené služby AFIS. [16]
- 7) Integrace systému, podobnému americkému Citizen Weather Observer Program (CWOP) v ČR by mohlo zlepšit kvalitu krátkodobé předpovědi počasí (3–12 hodin).

7.1. SWOT analýza

V další části mé práce se zaměřím na kvalitativní posouzení silných a slabých stránek využití automatizace při poskytování letových informací na neřízených letištích a také příležitostí a hrozeb, které mohou nastat.

SWOT analýza je metoda strategického plánování, která spočívá v identifikaci faktorů vnitřního a vnějšího prostředí pro využití automatizace při poskytování letových informací na neřízených letištích a jejich rozdělení do čtyř kategorií: Silné stránky (strengths), Weaknesses (slabé stránky), Opportunities (příležitosti) a Threats (hrozby).

Silné (S) a slabé (W) stránky jsou faktory vnitřního prostředí objektu analýzy (tedy toho, co může objekt sám ovlivnit); Příležitosti (O) a hrozby (T) jsou faktory prostředí (tedy takové, které mohou ovlivnit objekt zvenčí a nejsou objektem kontrolovány).

SWOT analýzu si uvedeme v tabulce č. 11:

Tabulka 11 - SWOT analýza

S (silné stránky)	W (slabá místa)
<ol style="list-style-type: none">1. Poměrně silné a stabilní zdroje informací o počasí na letišti2. Zvýšení bezpečnosti při provozu neobsazeného letiště3. Malé investice do hardwaru a softwaru4. Není třeba přijímat další zaměstnance	<ol style="list-style-type: none">1. Letiště nevynakládá mnoho peněz na rozvoj letiště, pokud nedochází k růstu výnosů2. Některé parametry monitorování počasí je velmi obtížné posoudit z důvodu nepřítomnosti osoby na letištní věži
O (příležitosti)	T (hrozby)
<ol style="list-style-type: none">1. Rozvoj letecké dopravy2. Rozvoj letiště3. Potenciální zvýšení ekonomické efektivity	<ol style="list-style-type: none">1. Změna legislativy2. V případě incidentu, jako je pokus o přistání na neobsazeném letišti, se může doba první pomoci výrazně prodloužit3. Překážky ve státní registraci

Na základě analýzy lze konstatovat, že pozitivním hnacím faktorem pro využití automatizace při poskytování letových informací na neřízených letištích je zvýšení bezpečnosti provozu neobsazeného letiště při nízkých finančních prostředcích na nákup potřebného vybavení pro implementaci systému pro automatickou generaci hlasových zpráv ve srovnání s většinou leteckých systémů, dále využití stávajícího letištního personálu s jeho zkušenostmi a kvalifikací a dostupnými, spolehlivými a stabilními zdroji pro poskytování informací o počasí podmínky na letišti.

Potenciální trendy směřující k rozvoji letecké dopravy a zvyšování ekonomické efektivity jsou samozřejmě dobré příležitosti pro rozvoj budoucího letiště. Je však vhodné zvážit možná rizika: změny legislativy, standardních postupů a překážky ve státním regulování hardware a softwaru pro automatickou generaci hlasových zpráv.

8. ZÁVĚR

V průběhu psaní práce byla provedena literární rešerši teoretických zdrojů informace a legislativních požadavků spojených s automatizací poskytování ATS na neřízených letištích, kde je zřízena služba AFIS nebo RADIO, v České republice a ve světě.

K dnešnímu dni provoz v České republice je uspořádán tak, že není možné automatické poskytování letových informací na neřízených letištích se zřízenou službou poskytování letových informací známému provozu, stejně jako i pro letiště se zřízenou službou AFIS ani za podmínkou přítomnosti na letišti D-AFIS nebo fungujícího systému Remote Tower, kvůli podmínce zřízení řízeného prostoru pro poskytování ATIS a obdobných systémů.

Bylo provedeno hodnocení možnosti automaticky poskytovat letové informace mimo provozní dobu letiště a byl posouzen potenciální ekonomický přínos rozšíření provozní doby letiště, kvůli možnosti poskytovat AIS během denních hodin. V případě, když na letišti je možno klíčováním radiostanice spustit osvětlení přistávací dráhy ten ekonomický přínos může být ještě zřetelnější.

Automatické poskytování letových informací na neřízených letištích se zřízenou službou AFIS nebo službou poskytování letových informací známému provozu je aplikovatelné za účelem zvýšení povědomí pilotův, které se chystá přistát na letišti mimo provozní dobu letiště nebo když osoba poskytující informace není přítomna na letišti, ale jenom po provedení změny a fixace určitých legislativních norem, umožňujících bezpečný provoz letiště bez fyzické přítomnosti dispečera na letišti. Měla by být provedena harmonizace konceptu společné frekvence dopravních upozornění (CTAF) v leteckých předpisech, především v předpisu L10. Tato harmonizace může být provedena s využitím zkušeností stávajících postupu vysílání naslepo.

Pro zvýšení bezpečnosti při provozu neobsazeného letiště se navrhuje použít návrh, popsáný v příslušných částech v této práci. V případě realizace projektu se vyplatí věnovat zvláštní pozornost možným rizikům a snažit se je minimalizovat, stejně jako uvědomit si a posílit silné stránky a potenciál navrhovaného systému automatizace.

Zavedení systému, umožňujícímu provoz letiště bez fyzické přítomnosti osoby poskytující informace letových informací na RADIO letištích nebo dispečera AFIS, může stát impulsem pro rozvoj malého letectví kvůli snížení finančních nákladů spojených s provozem konvenčních věží. Tomuhle rozvoji potenciálně přispívá i moderní koncept Remote AFIS, který může eliminovat slabá místa automatického poskytování AIS. Tento systém je už s úspěchem implementován na některých vzdálených a méně frekventovaných letištích světa.

Odesílání automatických hlasových zpráv do rádia je relativně jednoduchým vylepšením, když je pro letiště pravidelně vydávána spolehlivá zpráva METAR, jednoduše vyžaduje investici do hardwaru a softwaru, která je ve srovnání s většinou systémů letadel velmi levná. Výsledkem je výrazné rozšíření situační povědomí pilota při letu nad neobsazeným letištěm.

Nevýhodou zůstává, že většina letadel všeobecného letectví zatím není vybavena ADS-B OUT a kvůli tomu při provozu nad neobsazeným letištěm poloha letadla není sledovaná automaticky, což bohužel nemůže zvýšit situační povědomí pilotů.

Se zvýšením bezpečnosti přichází schopnost zvýšit počet neřízených letišť a jako výsledek i objem leteckého provozu, který letiště zpracovává, což přináší hospodářský růst jak letišti, tak komunitě, kterou obsluhuje.

POUŽITÉ ZDROJE

- [1] MINISTERSTVO DOPRAVY ČR. Aim.rlp.cz. Letecký předpis L 11 [online]. [cit. 2022-20-04]. Dostupné z: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-11/index.htm>
- [2] ŘÍZENÍ LETOVÉHO PROVOZU ČR, s. p. Aim.rlp.cz. Letecká informační příručka: VFREN-1-1 [online]. [cit. 2022-4-20]. Dostupné z: https://aim.rlp.cz/vfrmanual/actual/pdf/enr_1_cz.pdf
- [3] ŘÍZENÍ LETOVÉHO PROVOZU ČR, s. p. Aim.rlp.cz. Letecká informační příručka: AIP ENR 5.1-1 [online]. [cit. 2022-04-20]. Dostupné z: https://aim.rlp.cz/ais_data/aip/data/valid/e5-1.pdf
- [4] ŘÍZENÍ LETOVÉHO PROVOZU ČR, s. p. Aim.rlp.cz. Letecká informační příručka: VFRGEN-6-1 [online]. [cit. 2022-04-20]. Dostupné z: https://aim.rlp.cz/vfrmanual/actual/pdf/gen_6_cz.pdf
- [5] ÚŘAD PRO CIVILNÍ LETECTVÍ. Směrnice ÚCL-211: Pravidla k udělování průkazů způsobilosti a některých osvědčení řídicích letového provozu a dispečerů AFIS [online]. 15.8.2021 [cit. 2022-04-20]. Dostupné z: <https://www.caa.cz/wp-content/uploads/2021/08/UCL-211-zmena-c.-12.pdf?cb=889f2f43c3ea5a140be9ed6594680463>
- [6] SAAB AB. Saab.com. *Saab remote tower solution: R-TWR system description*. 26.10.2020 [cit. 2022-07-31].
- [7] Předpis L2: Hlava 1 - Definice. Letecká informační služba, Řízení letového provozu České republiky: Předpisy [online]. Praha, 2017, 12.10.2017, [cit. 2022-07-31]. Dostupné z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
- [8] STRIBUCKIJ, Robert. Flying-revue.cz. Myšlenky z druhé strany rádia [online]. 23.5.2020 [cit. 2022-06-31]. Dostupné z: <https://www.flying-revue.cz/myslenky-z-druhe-strany-radia>
- [9] JCOVÁ, M. Aplikace multilateračních systémů pro RNAV (bakalářská práce). Praha: ČVUT, 2007.
- [10] MINISTERSTVO DOPRAVY ČR. Aim.rlp.cz. Letecký předpis L 6 [online]. [cit. 2022-4-20] Dostupné z: https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-6/L-6ii/data/print/L-6-II_cely.pdf
- [11] ZUSKA, Adam. Aeroweb.cz. Quo vadis, AFIS? [online]. 25.4.2013 [cit. 2022-06-31]. Dostupné z: <https://www.aeroweb.cz/clanky/3754-quo-vadis-afis>
- [12] MINISTERSTVO DOPRAVY ČR. Aim.rlp.cz. Letecký předpis L 15 [online]. [cit. 2022-07-31]. Dostupné z: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-15/index.htm>
- [13] MINISTERSTVO DOPRAVY ČR. Aim.rlp.cz. Letecký předpis L 2 [online]. [cit. 2022-07-31]. Dostupné z: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-2/index.htm>
- [14] MINISTERSTVO DOPRAVY ČR. Aim.rlp.cz. Letecký předpis L 3 [online]. [cit. 2022-07-31]. Dostupné z: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-3/index.htm>
- [15] MINISTERSTVO DOPRAVY ČR. Aim.rlp.cz. Letecký předpis L 10066 [online]. [cit. 2022-

- 07-31]. Dostupné z <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-10066/index.htm>
- [16] SKRIBUCKIJ, Robert. Letiště Letňany. Automatizace poskytování letových informací [elektronická pošta]. [cit. 2022-07-25]. Osobní komunikace.
- [17] EVROPSKÁ KOMISE. Prováděcí nařízení komise (EU) 2017/373 [online] [cit. 2022-07-31]. Dostupné z <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R0373&from=IT>
- [18] DOUDA, Karel. Aeroweb.cz. Ze života AFISáka [online] [cit. 2022-07-31]. Dostupné z: <https://www.aeroweb.cz/clanky/876-ze-zivota-afisaka>
- [19] ČERMÁK, Jakub, 2021. Možnosti využití konceptu Remote TWR pro službu AFIS na neřízených letištích. Praha. Diplomová práce. České Vysoké Učení Technické. Vedoucí práce: Jakub Kraus
- [20] SYSEL, Gustav. Letiště České Budějovice. Automatizace poskytování letových informací [elektronická pošta]. [cit. 2022-07-25]. Osobní komunikace.
- [21] MINISTERSTVO DOPRAVY ČR. Aim.rlp.cz. Letecký předpis L 6 [online]. [cit. 2022-07-31]. Dostupné z <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
- [22] CESKY TELEKOMUNIKACNI URAD, Ctu.cz. Informace o využívání rádiových kmitočtů [online]. [cit. 2022-07-31]. Dostupné z <https://www.ctu.cz/informace-o-vyuzivani-radiovych-kmitoctu>
- [23] MESOTECH International, Inc., 2022. Mesotech.com. The Cost and Funding Options of an AWOS [online]. [cit. 2022-07-31]. Dostupné z <https://mesotech.com/pages/the-cost-and-funding-options-of-an-awos>
- [24] SWINEHARTEM, Chris. MESOTECH International, Inc. Automatizace poskytování letových informací [elektronická pošta]. [cit. 2022-07-25]. Osobní komunikace.
- [25] VAISALA Inc., 2022. Vaisala.com. AviMet® AWOS [online]. [cit. 2022-07-31]. Dostupné z <https://www.vaisala.com/en/products/systems/avimet-awos>
- [26] DWD. Dwd.de. AutoMETAR – Automatische Flughafenwetterbeobachtung und – meldung [online]. [cit. 2022-07-31]. Dostupné z https://www.dwd.de/DE/fachnutzer/luftfahrt/kufo/Fachvortraege/autometar_download.pdf?_h_blob=publicationFile&v=1
- [27] ALL WEATHER INC. Allweatherinc.com. Automated Weather Observing System (AWOS) [online]. [cit. 2022-06-25]. Dostupné z: <http://www.allweatherinc.com/internationalautomated-weather-observation-system/>
- [28] MINISTERSTVO DOPRAVY ČR. Aim.rlp.cz. Letecký předpis L 4444 [online]. [cit. 2022-07-31]. Dostupné z <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-4444/index.htm>
- [29] VAISALA Inc., 2022. AviMet® FAA Certified Runway Visual Range System (RVR) [online]. [cit. 2022-07-31]. Dostupné z <https://www.vaisala.com/en/product/1401>
- [30] FAA, 2001. Federal Aviation Regulations and Airmen's Information Manual [online]. [cit. 2022-07-31]. Dostupné z <https://play.google.com/books/reader?id=19ytYeMxq3UC&pg=GBS.PA364&hl=ru>
- [31] COPELAND, Beatrice, 2022. Dekoortips.com. FAQ: What Is Unicom And Ctaf? [online]. [cit.

2022-07-31]. Dostupné z <https://www.dekooktips.com/faq/faq-what-is-unicom-and-ctaf.html#:~:text=You%20call%20%E2%80%9D%20Traffic%20%E2%80%9D%20on%20the,someone%20at%20a%20ground%20station.>]

[32] KLETEČKA, Radek, 2008. Aeroweb.cz. Zajímavý koníček – příjem digitální letecké komunikace [online]. [cit. 2022-07-31]. Dostupné z <https://www.aeroweb.cz/clanky/1077-zajimavy-konicek-prijem-digitalni-letecke-komunikace>

[33] SESAR JU, 2019. Sesarju.eu. Automatic METAR at (manned or unmanned) airports [online]. [cit. 2022-07-31]. Dostupné z <https://www.sesarju.eu/sesar-solutions/automatic-metar-manned-or-unmanned-airports>

[34] HIRSCHMAN, Dave, 2017. Aopa.org. How it works: pilot-controlled lighting [online]. [cit. 2022-07-31]. Dostupné z <https://www.aopa.org/news-and-media/all-news/2017/march/flight-training-magazine/how-it-works-lighting>

[35] LETIŠTĚ BENEŠOV. Lkbe.eu. Výkony [online]. [cit. 2022-07-31]. Dostupné z http://lkbe.eu/kron_vykony.php

[36] LETIŠTĚ BENEŠOV. Lkbe.eu. Poplatky [online]. [cit. 2022-07-31]. Dostupné z http://www.lkbe.eu/zi_poplatky.php

[37] EASA, easa.europa.eu. Guidance Material on the implementation of the remote tower concept for single mode of operation [cit. 2022-11-15]. Dostupné z <https://www.easa.europa.eu/en/downloads/18782/en>

[38] EASA, easa.europa.eu. A guide to phraseology for general aviation pilots in europe [cit. 2022-11-15]. Dostupné z <https://www.easa.europa.eu/en/downloads/24164/en>

[39] Řízení letového provozu ČR, s.p, aim.rlp.cz. VFR příručka [cit. 2022-11-15]. Dostupné z https://aim.rlp.cz/vfrmanual/actual/enr_2_cz.html

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Stanoviště AFIS [18]	15
Obrázek 2 – Schéma zapnutí vysílání automaticky generované zprávy pilotem pro neobsazené letiště.....	32
Obrázek 3 – Schéma vysílání automatické hlasové zprávy na frekvenci letiště.....	36
Obrázek 4 – Schéma programu automatické generaci hlasových zprav.....	38
Obrázek 5 – Hlavní rozhraní programu	39
Obrázek 6 – Uživatelské rozhraní programu	39
Obrázek 7 – Imitace rozhraní radiostanice	39
Obrázek 8 – Rozhodování při generaci zprávy o dohlednosti a oblačnosti.....	40
Obrázek 9 – Rozhodování při generace zprávy o teplotě vzduchu.....	41
Obrázek 10 – Rozhodování při generace zprávy o rosném bodě.....	41

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Typy AWOS podle rozsahu sledovaných dat.....	19
Tabulka 2 – Porovnání mikrokontroleru a jednodeskového počítače.....	35
Tabulka 3 – Zvýšení provozní doby na letišti Letňany (LKLT) (VFR den)	42
Tabulka 4 - Zvýšení provozní doby na letišti Benešov (LKBE) (VFR den)	42
Tabulka 5 – Odhad počtu pohybů na letišti Benešov (LKBE) (VFR den – LETO).....	43
Tabulka 6 - Odhad zvýšení příjmů na letišti Benešov (LKBE) (VFR den – LETO).....	43
Tabulka 7 – Odhad počtu pohybů na letišti Benešov (LKBE) (VFR den – ZIMA).....	43
Tabulka 8 - Odhad zvýšení příjmů na letišti Benešov (LKBE) (VFR den – ZIMA).....	44
Tabulka 9 - Provozní náklady, Kč / rok	45
Tabulka 10 - Přehled nákladů na implementaci a provoz systému automatického poskytování	
Tabulka 11 - SWOT analýza.....	49

SEZNAM ZKRATEK

	Český název	Anglický název
ACC	Oblastní služba řízení	Area Control Centre
AFIS	Letištní letová informační služba	Aerodrome Flight Information Service
AIC	Letecké informační oběžníky	Aeronautical Information Circular
AIP	Letecká informační publikace	Aeronautical Information Publication
AIRAC	Regulace a řízení leteckých informací	Aeronautical Information Regulation and Control
AIS	Letecká informační služba	Aeronautical Information Service
ALRS	Pohotovostní služba	Alerting Service
ATC	Řízení letového provozu	Air Traffic Control
ATIS	Automatická informační služba koncové řízené oblasti	Automatic Terminal Information Service
ATS	Letové provozní služby	Air Traffic Services
AWOS	Automatický systém sledování počasí	Automatic Weather Observation System
ACAS	Protisrážkový palubní systém	Airborne Collision Avoidance System
CTA	Řízená oblast	Control Area
CTR	Řízený okrsek	Control Zone
D	Nebezpečný prostor	Danger Area
FIR	Letová informační oblast	Flight Information Region
FIS	Letová informační služba	Flight Information Service
NOTAM	Upozornění pro letecké mise	Notice to Air Missions
RNP	Požadovaný výkon navigace	Required Navigation Performance
R-TWR	Vzdálená věž	Remote Tower
P	Zakázaný prostor	Prohibited Area
VFR	Pravidla letu za viditelnost	Visual Flight Rules
R	Omezený prostor	Restricted Area
TMZ	Oblast s povinným odpovídačem	Transponder Mandatory Zone
TWR	Letištní služba řízení	Tower
TSA	Dočasně vyhrazený prostor	Temporary Segregated Area

TRA	Dočasně rezervovaný prostor	Temporary Reserved Area
TMA	Koncová řízená oblas	Terminal Control Area
IFR	Pravidla letu podle přístrojů	Instrument Flight Rules
VMC	Vizuální meteorologické podmínky	Visual Meteorological Conditions
RMZ	Oblast s povinným rádiovým spojením	Radio Mandatory Zone
IMC	Přístrojové meteorologické podmínky	Instrumental Meteorological Conditions
APP	Přibližovací služba řízení	Approach
UTC	Koordinovaný světový čas	Universal Time Coordinated
MEL	Seznam minimálního vybavení	Minimum Equipment List
MNPS	Minimální navigační výkonnost	Minimum Navigation Performance Specifications
RVR	Dráhová dohlednost	Runway Visual Range