



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

Ústav letecké dopravy

Využití systémů pro sledování provozu na odbavovacích plochách v rámci SMS

Utilization of the Ground Handling Monitoring Systems within SMS

Polina Murzina

Bakalářská práce

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):

Polina Murzina

Studijní program (obor/specializace) studenta:

bakalářský – LED – Letecká doprava

Název tématu (česky): **Využití systémů pro sledování provozu
na odbavovacích plochách v rámci SMS**

Název tématu (anglicky): Utilization of the Ground Handling Monitoring Systems
within SMS

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte následujícími pokyny:

- Cíl práce: Ohodnoťte možnosti využití automatizovaných systémů pro sledování provozu na odbavovacích plochách letiště v rámci systému řízení bezpečnosti.
- Analyzujte současný stav v oblasti sledování provozu na letišti a SMS
- Stanovte základní sledované parametry
- Proveďte analýzu dostupných technologií v dané oblasti a ohodnoťte jejich využitelnost
- Ohodnoťte očekávaný dopad využití vybraného systému na procesy SMS
- Stanovte závěry práce



- 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: ICAO SMS Manual, Doc. 9859
Wells, T.A., Young, S., Airport Planning and management, 5th Edition, McGraw-Hill
Ashford, J.N., et.al. Airport Engineering: Planning, Design and Development of 21st-century Airports, 4th Edition, 2011

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Slobodan Stojić, Ph.D.**

Datum zadání bakalářské práce: **9. října 2020**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **8. srpna 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



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

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

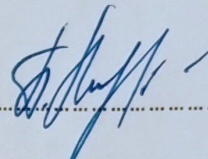
Polina Murzina
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 2. prosince 2021

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě Dopravní. Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla všeskeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací. Nemám závazný důvod proti použití tohoto školního materiálu ve smyslu § 60 Zákona č.121/2000 Sb. O právu autorském o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 8. Srpna 2022



Podpis

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat všem, kdo mi poskytoval podklady a rady pro zpracování této bakalářské práce. Chtěla bych poděkovat panu Ing. Slobodanu Stojíčkovi, Ph.D. za velmi přínosné vedení a konzultování bakalářské práce. Ještě bych poděkovala panu Ing. Liboru Kurzweilovi, Ph.D. za poskytování rad a informací z oblasti SMS systému a procesů na Letišti Praha. Dále bych chtěla poděkovat mé celé rodině za velkou morální podporu po celou dobu mého studia.

Abstrakt

Předmětem bakalářské práce „Využití systémů pro sledování provozu na odbavovacích plochách v rámci SMS“ je tvorba a analýza modelu implementace automatizovaného systému sledování provozu na odbavovacích plochách do procesu SMS monitoringu na letišti Václava Havla. V práci je analyzován problém sběru dat pro účely SMS v rámci safety monitoringu odbavovacího procesu. Analýza moderních technologií systémů sbírajících data a analýza určitých požadavků na proces monitoringu jsou základem pro tvorbu návrhu procesu sledování provozu s využitím moderní technologie sledování.

Klíčová slova

letišť Václava Havla, systém řízení bezpečnosti, odbavení letadla, bezpečnost, audity, automatizované systémy sledování

Abstract

The subject of the bachelor's thesis "Utilization of the ground handling monitoring systems within SMS" is the creation and analysis of a model of implementation of an automated system for monitoring traffic on aprons in the process of SMS monitoring at Václav Havel Airport. The thesis analyses the problem of data collection for the purposes of SMS within the safety monitoring of the check-in process. The analysis of modern technologies of data collecting systems and the analysis of certain requirements for the monitoring process are the basis for the design of the traffic monitoring process using modern monitoring technology.

Keywords

Václav Havel Airport, safety management system, aircraft handling, safety, audits, automated monitoring systems

Obsah

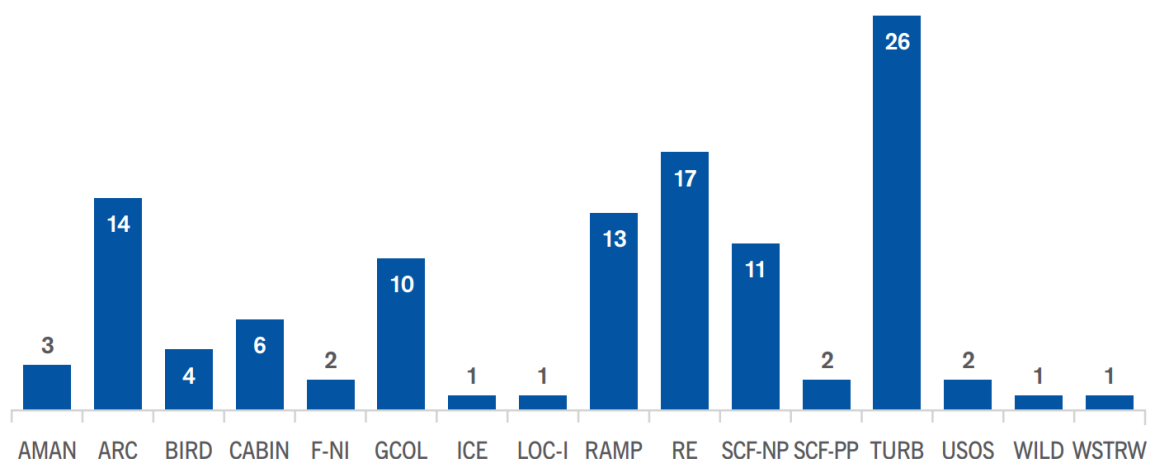
1	Úvod	3
2	Definice problému a metodika	5
2.1	Definice problému	5
2.2	Metodika práce	5
2.3	Limitace práce	6
3	Přehled současného stavu SMS a procesů	7
3.1	Safety Management System	7
3.1.1	Historie SMS	7
3.1.2	Definice SMS systému	8
3.1.3	Struktura SMS systému	8
3.1.4	SMS manuál	9
3.1.5	Systém řízení bezpečnosti na Letišti Václava Havla	10
3.2	Současné přístupy sběru bezpečnostních dat v rámci SMS monitoringu	10
3.2.1	Inspekce	11
3.2.2	Audit	12
3.3	Problematika sběru dat pro SMS	13
4	Technologie automatizované detekce objektů z kamerových záznamů	15
4.1	Princip fungování automatizovaných systémů detekce	15
4.2	Existující řešení na trhu	16
4.3	Podmínky implementace systémů do infrastruktury letiště	17
4.3.1	Společnost ZeroG	17
4.3.2	Společnost Assaia AI	18
5	Definice SMS procesů	20
5.1	Analýza struktury subjektů a procesů monitoringu v rámci SMS	20
5.2	Analýza objektů safety monitoringu	22
5.3	Specifikace požadavků na sledovací systém	24
6	Analýza možností automatizovaných systémů	26
7	Návrh řešení sledování provozu	29
7.1	Hodnocení požadavků s existujícími řešení	29
7.2	Výběr řešení	32
7.3	Technické požadavky na sledovací systém	33

7.4	Nastavení procesu sledování provozu	34
8	Hodnocení dopadů návrhu na současné nastavení a SMS	39
8.1	Dopad na letištní infrastrukturu a SMS procesy	39
8.2	Očekávané přínosy	40
9	Závěr	42
10	Seznamy	46
10.1	Seznam použitých zkratk a symbolů	46

1. Úvod

Letiště je organizací, která pravidelně odbavuje letadla, cestující, zavazadla a poštu a reguluje lety. Prioritou letecké dopravy je bezpečnost, jež je řízena a udržována na přijatelné úrovni určitými postupy. Bezpečnost letecké organizace je sledována a řízena Safety Management Systemem, který obsahuje určité množství prvků pro monitorování provozu, řízení bezpečnostních rizik a ověřování úrovně bezpečnosti. Sledování provozu je procesem pro sběr a zpracování bezpečnostních dat, která jsou hlavním zdrojem pro proces řízení bezpečnosti.

Odbavovací proces je jedním z nejnáchylnějších k nehodám v letecké dopravě. Kvůli četným pohybům techniky a personálu kolem letadla je dle statistik odbavovací plocha častým místem výskytu incidentů. Podle statistiky uvedené v ICAO Safety Reportu z roku 2020 (viz. obr. 1.1), incidenty vyskytující při odbavovacím procesu jsou ve čtyřech nejčastějších typech incidentů.



Obrázek 1.1: Statistika incidentů za rok 2020 [1]

Při odbavení musí být dodržena vysoká úroveň bezpečnosti, čemuž napomáhají legislativně stanovená pravidla a postupy. Kontrolovat procesy probíhající na odbavovacích plochách je velmi důležité, protože každá událost nejenže stojí letiště a dopravní společnosti peníze, ale mnohdy stojí i zdraví lidí.

Proces sledování provozu je v rámci SMS agendy prací bezpečnostního oddělení na daném letišti. Obvykle procesem sledování se zabývají inspektoři safety oddělení. Inspektor provádí audity, inspekce, vyhodnocení bezpečnostních hlášení. Společnou charakteristikou těchto procesů je osobní sledování, manuální sběr a vyhodnocování bezpečnostních dat. Proces sběru bezpečnostních dat prostřednictvím auditu nebo inspekcí je náročný a manuální, přičemž data jsou také náročná na zpracování. SMS systém vyžaduje sběr co nejvíc bezpečnostních dat pro své vnitřní procesy. V případě auditu inspektor sbírá data na jednom letadlovém stání. Safety inspektor nemůže sledovat každý odbavovací proces, stejně jako nemůže předem vědět, kde nastane chyba.

Kapacita Safety oddělení také neumožňuje sbírat data prostřednictvím auditu nebo inspekci z každého letu.

S rozvojem nových technologií v oblasti strojového učení přichází nové automatizované systémy, které jsou schopny detekovat objekty, jejich vlastnosti apod. Hlavním aspektem těchto systémů je využití kamer pro sledování provozu v reálném čase. Daná technologie není novinkou, už se používá v různých oblastech včetně dopravy. Příkladem je systém automaticky detekující registrační značku vozidla nebo detekující rychlost vozidla na silnici. Výhodou systému je fakt, že je schopen sledovat provoz a sbírat data neustále za jakýchkoliv povětrnostních podmínek.

Cílem této bakalářské práce je posoudit využití automatizovaného systému sledování provozu na odbavovací ploše v rámci sběru dat pro systém řízení bezpečnosti. Provedena bude analýza současných sledovacích procesů systému řízení bezpečnosti na letišti a nových technologií v oblasti sledování. Tato analýza je informačním základem pro tvorbu návrhu procesu sběru dat. Model implementace je vytvořen v podmínkách Letiště Václava Havla. Výstupem této práce je model procesu sledování provozu v rámci SMS s využitím moderního systému sledování, specifikace technických podmínek a požadavků daného systému a hodnocení dopadů modelu na současné nastavení procesu sběru dat a SMS.

2. Definice problému a metodika

Kapitola č. 2 popisuje definici problému, který je záměrem této bakalářské práce. Metodika práce specifikuje postup řešení. Kromě toho práce má určitou limitaci ve zdrojích, což je popsáno v podkapitole 2.3.

2.1. Definice problému

V této práci je analyzována problematika současného sběru bezpečnostních dat v rámci safety monitoringu. Proces sběru bezpečnostních dat v rámci monitoringu odbavení je náročnou procedurou, která není schopna poskytnout data ze všech odbavovacích procesů, má své omezení v množství sbíraných dat, náročnost sledování provozu na stání a těžké zpracování nasbíraných dat. Proto záměrem práci je najít lepší řešení v přístupu k sběru bezpečnostních dat a namodelovat to řešení podle existujících technických a procesních podmínek a požadavků současného přístupu k monitorování bezpečnosti.

Cílem této bakalářské práce je posouzení možnosti využití automatizovaných monitorovacích systémů pro sledování provozu na odbavovacích plochách letiště v rámci Safety Management Systemu (SMS). Jejím cílem je analýza současné problematiky sběru dat během monitorování a návrh využití moderních systémů pro sběr bezpečnostních dat prostřednictvím neustálého monitorování provozu. Podobných systémů existuje několik a cílem je vybrat nejvhodnější řešení z pohledu podmínek a požadavků Letiště Praha a vypracovat model implementace systému v rámci provozu na letišti a v rámci SMS systému.

Očekávaným výstupem práce je model fungování systému jako nástroje pro sledování odbavovacích procesů, pro sběr bezpečnostních dat z provozu a jejich zpracování s výstupem, který bude možno použít v rámci SMS procesů Letiště Václava Havla.

2.2. Metodika práce

Práci se začíná analýzou současného přístupu ke sledování provozu na letišti v rámci SMS procesů. Je prozkoumáno, jak v současnosti letiště monitoruje odbavovací procesy. Tento krok dává přehled současné situaci a problému, který v této práci bude analyzován. Dalším krokem je analýza současného přístupu k problematice automatizovaného rozpoznávání obrazů z kamerových záznamů. V tom to kroku jsou popsány principy fungování takových systémů a možností, které systémy poskytují zákazníkovi. Tady je provedená ne jenom analýza moderních technologií na základě strojového učení, ale i průzkum konkrétních řešení na trhu a jejich přístupů s realizací tohoto řešení. Následujícím krokem je provedení specifikace jednotlivých procesů sledování provozu na letišti Praha a stanovení požadavků letiště na implementaci automatizovaného sledovacího

2.3. LIMITACE PRÁCE

systemu. V daném kroku je specifikován přístup letiště k monitorovacímu procesu, analyzován procesní řetězec sběru dat v rámci SMS a stanoveny určité požadavky od letiště, které systém musí splňovat. Kromě procesu safety monitoringu jsou prozkoumány objekty tohoto procesu. Tato část ukazuje konkrétní oblasti a objekty sledované na odbavovací ploše, které v práci budou popsány jako sledované parametry odbavovacího procesu. Podle existujících možností sledovacích systémů a stanovených požadavků provedeno hodnocení splnění těchto požadavků systémy dvou společností. Ze dvou vybraných pro analýzu řešení, metodou hodnocení podmínek a možností sledovacích systémů s požadavky letiště Praha vybráno jedno řešení. Pro vybrané řešení jsou analyzované technické podmínky stávajícího kamerového systému na letiště, které jsou důležité pro detekci procesů na stání letadla. Dalším krokem je na základě požadavků od dodavatele systému a podmínek stávajících SMS procesů safety monitoringu na letišti Praha vytvoření návrhu implementace systému v podmínkách letiště Václava Havla. Tento návrh popisuje jednotlivé kroky přípravy, implementace a samotného monitorovacího procesu. Kromě toho jsou proanalyzované další možnosti systémů, které by mohly být použité v jiných procesech odbavení. Finálním krokem práce je hodnocení dopadů návrhu na SMS procesy letiště Praha a jeho infrastrukturu.

2.3. Limitace práce

Tato práce se zaměřuje na procesy monitoringu provozu na odbavovací ploše a hledání lepšího technického řešení pro sběr bezpečnostních údajů z odbavovacích procesů. Průzkum současného stavu sledovacích procesů byl proveden podle existující legislativy a informací převzatých u odborníků na letišti Praha. Výběr sledovacího systému a návrh implementace tohoto systému do infrastruktury a letištních procesů bylo provedeno v podmínkách stávající infrastruktury a SMS Letiště Václava Havla.

Z pohledu dostupných informací táto práce má své určité limity. Analýza stávajícího monitorovacího procesu je omezená existujícími veřejnými zdroji a informací poskytnuté odborníky této problematiky. Pro definování monitorovacího procesu je potřeba mít kompletní přehled vnitřních procesů bezpečnostního oddělení letiště v rámci safety monitoringu.

Dalším omezením této práci je omezení přehledu na stávající letištní infrastrukturu a hlavně na aspekty kamerového systému. Nastavení současného kamerového systému na odbavovacích stáních dá širší přehled na možnosti kamer, jejich polohu a vlastnosti, z čehož je možný provést analýzu objektů, které kamery budou/nebudou schopny sledovat v podmínkách kamerového systému letiště Praha.

Posledním limitem práci je omezený přístup k nabízeným systémům a jejich výstupům. Společnosti provozující sledovací systémy poskytují omezenou oblast informace ohledně výstupních dat ze systémů.

3. Přehled současného stavu SMS a procesů

V kapitole Přehled současného stavu SMS a procesů bude proanalyzován SMS systém, přístup letišť k monitoringu odbavovacích procesů a stanovena problematika sběru bezpečnostních dat v rámci sledování provozu.

3.1. Safety Management System

SMS je systematický přístup k bezpečnosti, který se snaží hodnotit a neustále zlepšovat bezpečnost. SMS poskytuje sadu nástrojů pro efektivní řízení bezpečnosti na organizační úrovni. Poskytuje nástroje pro identifikaci a řízení bezpečnostních rizik a nebezpečí, kterým letecké organizace čelí během svých operací. Návrh SMS musí být specifický pro organizaci a musí odrážet potřeby jednotlivého poskytovatele služeb.

3.1.1. Historie SMS

Historie systému řízení bezpečnosti sahá do počátku 21. století. V roce 1997 představila Mezinárodní organizace pro civilní letectví (International Civil Aviation Organization; ICAO) Globální plán bezpečnosti letectví (Global Aviation Safety Plan; GASP), který obsahoval řadu závěrů a doporučení v oblasti bezpečnosti civilního letectví. Do roku 2005 panovala obecná spokojenost co do bezpečnosti letecké dopravy, situace se však zásadně změnila v důsledku 6 velkých katastrof, které si vyžádaly mnoho lidských životů. V roce 2006 proběhla Konference generálních ředitelů civilního letectví o globální strategii pro bezpečnost letectví, na níž bylo doporučeno, aby organizace ICAO navrhla integrovaný přístup k iniciativám v oblasti safety na základě GASP, který by celkově poskytoval rámec pro koordinaci pravidel a iniciativ v oblasti bezpečnosti. Kromě toho ICAO zahájila významnou revizi svého globálního plánu bezpečnosti letectví, jehož cílem je celosvětově snížit počet nehod a úmrtí bez ohledu na objem leteckého provozu. Za účelem provedení harmonizace požadavků pro řízení bezpečnosti byl v roce 2006 vytvořen ICAO Safety Management Manual (SMM). Tento manuál také obsahuje pokyny pro stanovení požadavků na systém řízení bezpečnosti států, jakož i pro vývoj a implementaci SMS. Dokument je navržen tak, aby podporoval státy při provádění programu státní bezpečnosti (State Safety Programme; SSP), který je klíčovým cílem uvedeným v GASP. To zahrnuje zavedení systémů řízení bezpečnosti poskytovateli služeb v souladu s Annexem 19. [2]

3.1.2. Definice SMS systému

Systém řízení bezpečnosti je rámec politik, procesů, postupů a technik pro organizaci monitorování a pro neustálé zlepšování výkonnosti v oblasti bezpečnosti přijímáním rozhodnutí o řízení rizik provozní bezpečnosti. Příloha 19 Úmluvy o mezinárodním civilním letectví (Příloha 19 ICAO, Řízení bezpečnosti) popisuje závazek státu, aby od poskytovatelů služeb vyžadoval rozvíjení a udržování SMS pro neustále zlepšování výkonnosti v bezpečnosti, identifikaci nebezpečí, shromažďování a analýzu bezpečnostních dat. [5]

SMS je systémovým, pro-aktivním a explicitním přístupem k řízení bezpečnosti. Znamená to, že všechny činnosti systému se konají podle určeného plánu skrz celou organizaci, systém pro-aktivně přistupuje k řízení bezpečnosti neustálým zjišťováním nebezpečí, hodnocením rizika a jeho následným zmírněním, a organizace vede dokumentaci obsahující činnosti SMS. [12]

Koncept SMS se skládá ze 4 kapitol a 12 částí, které tvoří souhrn minimálních požadavků na jeho zavedení.

Letištní systém řízení bezpečnosti představuje nástroj pro proaktivní a systematický přístup k vyhledávání nebezpečí, hodnocení rizik a jejich včasné odstranění ještě před tím, než událost nastane. SMS se zaměřuje nejen na procesy, které jsou dobře pozorovatelné, ale zabývá se všemi subjekty, objekty a procesy, jež se v organizaci vyskytují. [4]

3.1.3. Struktura SMS systému

Struktura SMS představuje sadu minimálních požadavků na implementaci (realizaci) SMS. Komponenty SMS jsou následující:

- Politika a cíle bezpečnosti (Safety Policy and Objectives) – referenční rámec pro systém řízení bezpečnosti

V rámci tohoto pilíře je vytvářeno prostředí pro efektivní fungování systému. Politika bezpečnosti ukazuje jasný závazek vedení organizace k podpoře a realizaci bezpečnosti ze strany vrcholového managementu. Vedle výše zmíněného tato část popisuje vedení dokumentace SMS, jež dokládá přístup k SMS systému, politiku a cíle, postupy a procesy, povinnosti a odpovědnosti v rámci SMS.

- Řízení bezpečnostního rizika (Safety Risk Management) – zjištění a identifikace nebezpečí, vyhodnocení s ním spojených rizik a tvorba příslušných opatření

Část Řízení bezpečnostního rizika se zaměřuje na stanovení postupů pro zjištění nebezpečí vyplývajících z letecké činnosti. Vyhledávání nebezpečí je založeno na prediktivním, proaktivním a reaktivním přístupu ke sběru bezpečnostních dat. Zjištěná nebezpečí jsou analyzována a vyhodnocována z hlediska vážnosti a pravděpodobnosti. Dalším krokem je stanovení a zavedení opatření pro zmírnění zjištěného rizika.

- Ověřování úrovně bezpečnosti (Safety Assurance) – sledování a hodnocení výkonnosti v bezpečnosti

Ověřování úrovně bezpečnosti je procesem sledování a měření výkonnosti v bezpečnosti. Tato část ukazuje, jak účinně funguje SMS a prvky řízení bezpečnosti v porovnání se stanovenými cíli a politikou organizace. Monitorování výkonnosti v bezpečnosti se provádí analýzou a ověřením ukazatelů výkonnosti bezpečnosti a cíle výkonnosti bezpečnosti. Tento pilíř zahrnuje i vztah k řízení změn v organizaci, kontrolu rizik, která daná změna přinese, a jejich následné zmírnění.

- Prosazování bezpečnosti (Safety Promotion) – informovanost personálu a jeho výcvik

Poslední komponentou SMS je podpora bezpečnosti, jež zajišťuje školení personálu a prosazování bezpečnosti napříč celou organizací. Bezpečnostní výcvik je program zajišťující, že personál má speciální výcvik a plní své činnosti vztahující se k SMS. Bezpečnostní výcvik obsahuje klíčové oblasti SMS, například politiku bezpečnosti, bezpečnostní hlášení, procesy řízení rizik a další. Podpora bezpečnosti stanovuje také bezpečnostní komunikaci, která určuje předávání bezpečnostních informací.[5]

3.1.4. SMS manuál

Manuálem SMS je ICAO Document 9859, Safety Management Manual (SMM), který obsahuje vysvětlení principů systému řízení bezpečnosti a pokyny k implementaci a rozvoji SMS pro provozovatele letových služeb. SMS manuál poskytuje bezpečnostní ustanovení v souladu s mezinárodními standardy a postupy, jež jsou uvedeny v Annexu 19.

Kromě toho SMS manuál popisuje strategie SMS v přístupu k bezpečnosti: sběru bezpečnostních dat, řízení bezpečnostních rizik apod. Celkem existují tři strategie:

- Re-aktivní strategie

Tato strategie vyšetřuje příčiny události, která již nastala. Vychází z toho, co už bylo v minulosti a podle analýzy předchozích nehod se zjišťuje příčiny a chyby. Potom těm chybám lze v budoucnosti vyvarovat a vyhnout přijímáním opatření, upravení postupů apod.

- Prediktivní strategie

Prediktivita spočívá ve vyhledávání chyb systému se zaměřením na budoucí události. Provádí se sběr dat s celého provozu, pokud je to možný, a následně se provádí analýza a vyhodnocování. Pokud při vyhledávání bude zajištěné nějaké ohrožení bezpečnosti, budou přijaty činnosti k jeho odstranění.

- Pro-aktivní

Hlavním cílem strategie pro-aktivity je vyhledávání rizika a nebezpečí před tím jak nastala událost. Provádí se neustálé vyhledávání informací z různých zdrojů, které mohou identifikovat bezpečnostní problémy v reálném čase. Při této metodě je využíván systém hlášení, interní audity a aktivní monitoring. Podle vyhodnocení dat z těchto procesů budou hned přijata opatření pro zmírnění rizika. [12]

3.1.5. Systém řízení bezpečnosti na Letišti Václava Havla

Začátkem zavedení SMS systému na Letišti Praha byl rok 2007. V této době byl přijat Safety Management Manual a Letiště se začalo připravovat na implementaci SMS, avšak její následný proces postupoval pomalu, protože systém byl poměrně nový a pracovníky letiště přesně nevěděli, jakým způsobem a kam jej správně začlenit.

Jedním z hlavních pilířů, o které se opírá současný SMS, je personál pracující přímo v provozu, protože právě ten může v reálném čase odhalit neshodu nebo nesoulad s bezpečnostními doporučení provozních postupů. Věnování se otázkám bezpečnosti každým jednotlivým pracovníkem letiště vede ke zvýšení úrovně bezpečnosti díky případnému nahlášení nebezpečí a pochopení odpovědnosti za svou práci. Letiště Praha uvádí, že při podání safety hlášení nebude brána v úvahu osoba, která nahlásila problém, a podaná informace nebude použita pro stanovení viny pracovníka. [6]

V současnosti vyvinulo bezpečnostní oddělení systém propagace a prevence, který pracovníkům bezpečnostní zásady přibližuje. Na letišti i jeho internetových stránkách jsou prezentovány komiksy a kampaně demonstrující následky výskytu nebezpečí, například jednoho z nejčastějších nebezpečí na odbavovacích plochách, kterým je existence cizích předmětů (FOD). Formou obrázku zaměstnanci informaci lépe vnímají, a tím pádem ji snadněji pochopí.

Letiště Praha také organizuje Safety Konference, na kterých se diskutuje o otázkách a novinách v oblasti bezpečnosti. [7]

Systémem řízení bezpečnosti se na Letišti Praha zabývá oddělení Kvality, Safety a Procesů letiště. Podle informací poskytnutých odborníky Letiště Praha, k safety monitoringu odbavení Letiště přistupuje provedením inspekcí a auditů. Dané činnosti provádějí především inspektoři bezpečnostního oddělení. Forma provedení inspekce a auditu – osobně v místě provedení. Inspektoři mají speciální checklisty, podle kterých provádějí kontrolu procesů a objektů. Pak nalezy ručně přenášejí do počítače, analyzují a vyhodnocují. Podrobnější popis procesů monitoringu bude znázorněn v následující kapitole.

Vedle toho Letiště Praha sleduje trendy v oblasti bezpečnosti, analyzuje nové technologie a přístupy k procesům. Daný aspekt současného přístupu ukazuje, že oddělení Kvality, Safety a Procesů otevřeno novým technologiím, trendům a návrhům, které mohou nabídnout řešení pro vylepšení stávajících letištních procesů.

3.2. Současné přístupy sběru bezpečnostních dat v rámci SMS monitoringu

Monitorování (anglicky Monitoring) je periodickým sledováním (denním, měsíčním, ročním, ...) jakékoli činnosti systematickým shromažďováním dat a informací a jejich analýzou. Monitorování

procesu zahrnuje sběr rutinních dat, která následně ukazují pokrok ve sledovaném procesu s ohledem na cíle sledování.[8]

V rámci provozu na odbavovací ploše provádí bezpečnostní oddělení letiště Compliance Monitoring neboli sledování shody. Tento proces umožňuje provozovateli letiště v rámci odbavovací plochy sledovat dodržování požadavků pro postupy odbavovacího procesu a odpovídajících předpisů tak, aby byla zajištěna bezpečnost tohoto procesu.[9]

Sledování shody je nástrojem systému řízení bezpečnosti pro sběr bezpečnostních dat. Provádí se prostřednictvím inspekce a auditů. To umožňuje provozovateli letiště proaktivně sledovat procesy a odhalovat chyby a nebezpečí ještě před tím, než událost nastane. Vedle toho jsou data z monitorování také vstupy pro proces sledování výkonnosti v bezpečnosti prostřednictvím bezpečnostních ukazatelů. [5]

3.2.1. Inspekce

Inspekce je nezávislým a zdokumentovaným procesem sledování shody s provozními postupy pozorováním, úsudkem nebo měřením za účelem ověření souladu postupů s požadavky. [9] Inspekce letištních pohybových ploch je vyžadována pro zajištění minimalizace nebezpečí pro letadla a vytvoření bezpečného a efektivního provozu celého letištního systému. Pohybové plochy na letišti jsou složité a musí být udržovány v optimálním bezpečnostním stavu. Prováděné inspekce na provozních plochách cílí na zajištění podmínek pro bezpečný provoz letadel, techniky a personálu a identifikaci chyb a závad, které mohou být rizikem pro provoz.[10] Za organizaci a provedení inspekci je odpovědné bezpečnostní oddělení letiště.

Existují dvě úrovně inspekci, které jsou prováděny na denní bázi.

- **Kontrola 1. úrovně**

Kontrola první úrovně je rutinní inspekce prováděná provozním personálem letiště pokrývající celou oblast pohybu a zóny sousedící s hranicí letiště. Rutinní kontroly by měly být navrženy tak, aby poskytovaly přehled o celkovém stavu všech provozních ploch a zařízení letiště. Kontrolovány jsou vzletové a přistávací dráhy, pojezdové dráhy, travnaté nebo jiné plochy sousedující s pojezdovými dráhami, osvětlení letiště i odbavovací plochy. Kontrolovány jsou provozní plochy a jejich čistota (znečištění palivem, úlomky a FOD), čistota značek, funkčnost značek a osvětlení, parkování vozidel, letadel, vybavení, mostů apod. i oblasti nedokončené práce na ploše.

Jelikož kontrola 1. úrovně zahrnuje velké vzdálenosti, je při jejím provádění používán automobil, přičemž pro nejefektivnější kontrolu musí být rychlost jízdy pomalá. Podobné kontroly by měly být prováděny minimálně 4 krát denně –: před zahájením provozu, dopoledne, odpoledne a před zahájením nočního provozu. [11]

- **Kontrola 2. úrovně**

Kontrola 2. úrovně představuje podrobnou inspekci provozního prostoru letiště a/nebo konkrétních oddělení (technické, údržbářské, elektrické, infrastruktura atd.), přičemž všechny runways, pojezdové dráhy a odbavovací plochy jsou rozděleny do několika oblastí a kontrolovány podrobněji.

Tyto kontroly na odbavovací ploše jsou prováděny pěšky, není umožněno provedení kontroly s pomocí automobilu. Všechny zjištěné závady jsou zaznamenány. Kontrolovány jsou provozní plochy, stání a parkovací plochy s vybavením. Provedena kontrola všech povrchových nátěrů v souvislosti s pojížděním a parkováním letadel, stejně tak i přechodů pro pěší. Kontrola 2. úrovně zahrnuje také kontrolu správného fungování systému vizuálního navedení letadla na odbavovací plochu (VDGS).

Dále jsou zkontrolována zařízení pro nouzové situace: telefony, hasicí přístroje, nouzové východy, výstražné systémy.[11]

Závěrem inspekce pohybového prostoru je inspekční protokol, který obsahuje informace o provedené inspekci a jejích nálezech. Protokol zahrnuje popis nálezů a místo jejich výskytu, podrobnosti o přijatých nápravných opatřeních, určení subjektu opatření a stanovený časový rámec pro realizaci. [10]

3.2.2. Audit

Audit je systematickým, nezávislým a zdokumentovaným procesem kontroly a získávání důkazů a jejich objektivního hodnocení pro určení splnění požadavků kladených na auditovaný proces. [9]

Na rozdíl od inspekce je audit kontrolou fungování celého systému, zatímco inspekce se zaměřuje na určité části provozu. Inspekce může být provedena například za účelem kontroly FOD na stání, oproti tomu audit se zaměřuje na celý odbavovací proces, který kromě kontroly FOD zahrnuje i velké množství jiných aspektů a postupů pro správné fungování procesu odbavení.

Cílem auditu je kontrola nastavení systému/procesu a sledování shody provozních postupů s předpisovou základnou. Bezpečnostní audity jsou prostředkem pro sledování a hodnocení procesů, zjišťování chyb a nebezpečí pro jejich další vyhodnocování a zmírnění rizika. [12]

Proces auditu je cyklickým řetězcem jednotlivých kroků, který popsán na obr. 3.1

Prvním krokem k vytvoření auditu je stanovení jeho cílů, záměru a rozsahu – plánování auditu. V tomto kroku jsou zkoumány výsledky z předchozího auditu pro pochopení oblasti, doposud nalezené neshody a následně přijatá nápravná opatření. Závěrem tohoto kroku je checklist (seznam otázek a míst pro kontrolu), který bude inspektor při auditu odbavovacího procesu používat. Před provedením auditu o něm musí být auditovaná strana informována.



Obrázek 3.1: Proces auditu [13], [10]

Dalším krokem je samotné provedení auditu na odbavovací ploše. Audit je prováděn osobně na místě provedení procesu. Podle checklistu kontroluje inspektor jednotlivé oblasti odbavovacího procesu a postupy odbavování, komentuje je a vypisuje nálezy, pokud se vyskytly neshody. [13]

Po provedeném auditu shrne inspektor bezpečnostního oddělení nálezy, na jejichž základě připraví závěrečnou zprávu o provedeném auditu. Každá nalezená neshoda ukazuje nebezpečí, které může mít určité následky pro provoz a jeho bezpečnost. Riziko je výsledkem nebezpečí s určitou pravděpodobností. Zjištěné nebezpečí by mělo být vyhodnoceno z hlediska pravděpodobnosti a vážnosti pro stanovení úrovně rizika. Závěrečná zpráva z auditu představuje soupis nálezů a analýzy nebezpečí.

Posledním krokem je Safety Meeting, na kterém jsou představena zjištěná nebezpečí, vyhodnoceno riziko a pro jeho zmírnění jsou stanovena nápravná opatření s přiděleným časovým rámcem, v němž musí být uplatněna. Výsledky provedeného vyšetřování jsou sdíleny s auditovanou stranou. Po stanovení nápravných opatření je provedena kontrola přijetí těchto opatření prostřednictvím auditu/inspekce, čímž se přechází do prvního kroku plánování auditu a cyklus auditu se zavírá. [5]

3.3. Problematika sběru dat pro SMS

Již od 70. let 20. století stanovuje ICAO napříč předpisy, PANS a jinými dokumenty, které od států vyžaduje, aby tyto státy zavedly systémy hlášení pro sběr a shromažďování bezpečnostních údajů a informací. Poskytovatelé leteckých služeb shromažďovali velké množství bezpečnostních dat, která umožňovala identifikaci nebezpečí a podporovala činnosti pro řízení výkonnosti v bezpečnosti. Annex 19 od členských států v současnosti vyžaduje, aby zřídily systémy sběru a zpracování bezpečnostních dat (SDCPS) pro zachycení, ukládání a analýzu bezpečnostních údajů a bezpečnostních informací pro podporu identifikace nebezpečí, která se prolínají letectvím.

3.3. PROBLEMATIKA SBĚRU DAT PRO SMS

System řízení bezpečnosti je založen na datech a procesech, které probíhají na základě sběru a vyhodnocení těchto dat. Z toho důvodu spoléhá systém na shromažďování safety dat. Proces zpracování bezpečnostních dat začíná jejich sběrem a analýzou. Na základě analýzy jsou stanovena bezpečnostní rizika, jež jsou dále eliminována prostřednictvím stanovení zmírňujících opatření. Výsledky analýzy dat mohou přispět k rozvoji strategie bezpečnosti organizace, například ke stanovení bezpečnostních cílů a bezpečnostních indikátorů. Jakmile jsou bezpečnostní rizika pod organizační kontrolou (identifikovány, vyhodnoceny, přijatá opatření), je jejich účinné zmírňování sledováno oproti stanoveným cílům. Toho je dosaženo prostřednictvím nepřetržitého procesu shromažďování a analýzy dat s cílem včas odhalit jakékoli zhoršení bezpečnostního výkonu systému. [12]

V rámci monitorování provozu na odbavovací ploše sbírají data především inspektoři oddělení Kvality, Safety a Procesů, kteří provádějí interní audity na stání letadel, inspekce pohybového prostoru a přijímají a vyhodnocují bezpečnostní hlášení od personálu. Data sbíraná v rámci těchto procesů vyšetřuje safety inspektor. Zaznamenaná data přenáší do letištní databáze, která obsahuje veškeré záznamy a informace o bezpečnostních událostech, SPI apod. Dál nasbíraná data inspektor postupně analyzuje, určuje souvislosti v událostech a stanovuje nápravná opatření. Daný proces je časově a fyzicky náročný, protože informace musí být přesně stanovená se všemi faktory a vazbami a správně napasovaná do lokální databáze.

Charakteristikou procesu sbírání dat je jejich manuální sběr a zpracování. Inspektor provádí inspekce a audity fyzicky na odbavovací ploše, sleduje provoz podle speciálního checklistu, zadává všechny nálezy do počítače a následně je vyhodnocuje, zpracovává statistiky apod. Omezení tohoto procesu spočívá v tom, že inspektor provádí audit na vybraném pro daný audit odbavovacím procesu. Frekvence prováděných inspekci a auditů jsou na denní a týdenní bázi a jsou plánovány, ale každý den z letišť odlétávají několik set letadel, provádějí se stovky odbavovacích procesů. Monitorovací proces v tomto případě není prováděn neustále při každém odbavovacím procesu, což může vést k tomu, že nastane chyba, která nebude odhalena a jejíž opakování může vést k narušení bezpečnosti provozu. Kapacita oddělení bezpečnosti také neumožňuje kontrolu každého odbavovacího procesu na každém letadlovém stání prostřednictvím inspekce nebo auditu.

Potřebou SMS je sběr a shromažďování co nejvíc bezpečnostních dat z provozu pro jejich další analýzu a hodnocení. Inspekce a audity sbírají data z provozu, ale nejsou schopny sledovat každý odbavovací proces na každém stání letadla pro sledování bezpečnosti a odhalování chyb v tomto procesu.

4. Technologie automatizované detekce objektů z kamerových záznamů

Umělá inteligence je schopnost počítače nebo robota převzít a splňovat lidské schopnosti učení, vnímání, rozpoznávání, usuzování apod. [14] V roce 1956 na konferenci o umělé inteligenci v Dartmouthu byla tato technologie popsána následovně: *"to proceed on the basis of the conjecture that every aspect of learning or any other feature of intelligence can in principle be so precisely described that a machine can be made to simulate it"*. [15]

Umělou inteligencí lze označovat cokoli od počítačových programů pro hraní šachů až po systémy rozpoznávání řeči, jako je hlasová asistentka Amazon Alexa, která dokáže rozumět řeči a odpovídat na otázky. Umělá inteligence se pohybuje mílovými kroky – od samo řídicích vozidel a schopnosti porazit lidi ve hrách jako je například poker nebo šachy až po různé automatizované služby pracování se zákazníkem jako jsou roboti apod. Umělá inteligence je pokročilá technologie, která je připravena způsobit revoluci v nejrůznějších oblastech světa.

Umělá inteligence v letecké dopravě se rychle rozvíjí a už v současnosti ji používá Mezinárodní asociace leteckých dopravců (IATA). Vývoj v automatizaci, výpočtech a analýze velkých objemů dat se využívá k řízení a zlepšení rostoucího objemu letecké přepravy. Takové systémy mají velký potenciál v použití například leteckými dopravci, u kterých budou schopny ukládat historická data od zákazníků a aspekty jejich chování pro taktické vedení marketingu a prodeje. Dalším vysokým potenciálem je použití systémů v rámci kontroly pohybu letadla na letišti, pozemní přepravy a bezpečnostní kontroly. [16]

Strojové učení je jednou z oblastí umělé inteligence. Základním principem je, že stroje berou data a učí se z nich. Systémy strojového učení umožňují znalosti získané učením rychle aplikovat na velkých datových sadách, díky čemuž mohou vyniknout v úkolech jako je rozpoznávání obličejů, rozpoznávání řeči, rozpoznávání objektů a další.

4.1. Princip fungování automatizovaných systémů detekce

Princip fungování systémů rozpoznávání obrazů na základě strojového učení spočívá v tom, že systém v reálném čase detekuje a rozpoznává objekty, které je naučen rozpoznávat. Kromě toho systém umí detekovat i různé vlastnosti objektů jako například rychlost nebo jejich vzájemnou vzdálenost.

Na začátku se systém musí naučit detekovat a klasifikovat objekty, které jsou požadavkem zákazníka. Za prvé jsou to systémy, jež musí identifikovat neznámé objekty. Pro zaučování tohoto systému je potřeba ukázat mu cca 1 000 různých obrázků objektu, které budou zahrnovat snímky

4.2. EXISTUJÍCÍ ŘEŠENÍ NA TRHU

za různých světelných a meteorologických podmínek. Vedle toho musejí být fotografie pořízeny z různých perspektiv, aby systém dokázal detekovat objekt pod jakýmkoliv úhlem otočení kamery.

Kromě sledování přítomnosti objektů v určité místnosti je často vyžadováno sledování jejich kinematických vlastností (poloha, rychlost). Z toho důvodu se systém musí naučit rozpoznávat procesy, které objekty sledování tvoří. Do systému jsou naprogramovány algoritmy, které poskytují znalosti pro detekování procesů a jejich správného průběhu. To znamená, že konečný systém sám pracuje s informací, že například všechny Ground Support Equipment (GSE) musí pojíždět na stojánce rychlostí maximálně 5 km/h nebo že mezi křídlem a kuželem na ploše musí být určitá vzdálenost. [18]

Po dokončení období zaučování je systém schopen rozpoznávat požadované objekty a procesy v reálném čase. Vedle obecného detekování rozpoznává systém nesoulady s algoritmy, které má v sobě uloženy. Například pokud zaznamená, že se objekt pohybuje po ploše rychlostí 10 km/h, ale má nastavený parametr rychlosti objektu 5 km/h, vydá výstrahu, že byl porušen sledovaný parametr, což v rámci odbavovacího procesu znamená porušení provozního postupu. Na obr. 4.1 je znázorněno, jak systém zobrazuje detekované objekty.



Obrázek 4.1: Detekování objektů systémem AI [17]

Sbíraná provozní data systém ukládá a konvertuje ve statistické údaje v podobě tabulek, grafů, statistik. Systém spočítá, kolikrát byly porušeny parametry za určitou dobu, a informaci předá uživateli podle jeho požadavku.

4.2. Existující řešení na trhu

Pro průzkum v oblasti existujících řešení, principu jejich fungování a pro hlubší analýzu možností systémů byly vybrány dvě největší společnosti provozující podobné systémy – ZeroG a Assaia

AI. S jednotlivými dodavateli proběhlo několik online schůzek, na kterých bylo diskutováno o možnostech a limitech systémů, o podmínkách implementace a o průběhu sběru dat z provozu v reálném čase.

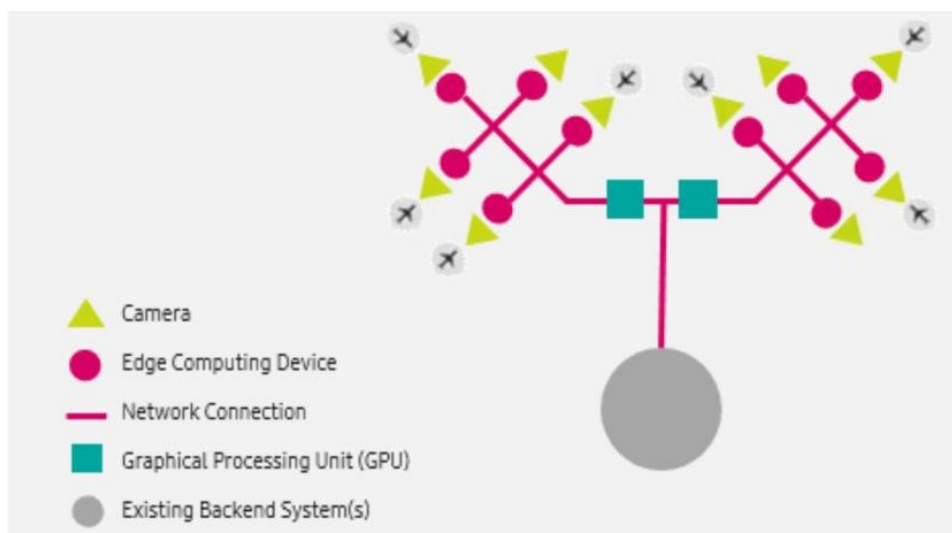
Společnost ZeroG provozuje systém na základě strojového učení pro monitorování provozu na odbavovací ploše od roku 2015. Projekt Deep Turnaround je jedním z hlavních projektů společnosti, zaměřující na kolaboraci člověka a odborných znalosti v oblasti datové vědy. Záměrem systému je sledování provozu v reálném čase s cílem monitorování výkonnosti odbavovacího procesu. K tomuto patří i sledování požadovaných provozních postupů a odhalování chyb, které budou následně zobrazeny jako výstrahy.

Společnost Assaia AI se sídlem v Curychu vytvořila a provozuje v současnosti sledovací systém na základě AI. Společnost má několik zajímavých projektů v oblasti řízení odbavovacího procesu automatizovaným systémem. Projekt Risk Control je zaměřen na neustálý sběr provozních dat v rámci odbavovacího procesu s následným vyhodnocením.

4.3. Podmínky implementace systémů do infrastruktury letiště

4.3.1. Společnost ZeroG

Implementační proces systému společnosti ZeroG trvá 3 až 6 měsíců v závislosti na počtu parametrů, které se systém musí naučit sledovat. Fyzicky se systém skládá z několika částí, které jež jsou zobrazeny na obr. 4.2



Obrázek 4.2: Technické části systému ZeroG [18]

4.3. PODMÍNKY IMPLEMENTACE SYSTÉMŮ DO INFRASTRUKTURY LETIŠTĚ

Kamery

Automatizovaný systém využívá stávající letištní kamery. Obvykle jsou to 1 až 2 kamery, které zahrnují i kameru nacházející se na nástupním mostu, pro sledování maxima možných parametrů.

Edge Computing Device

Edge Computing Device je zařízení analyzující a filtrující vstupní data k kamer, která následně dopravuje ke grafickému procesoru. Při instalaci systému je nutné zařízení nainstalovat přímo do infrastruktury letiště.

GPU – grafický procesor

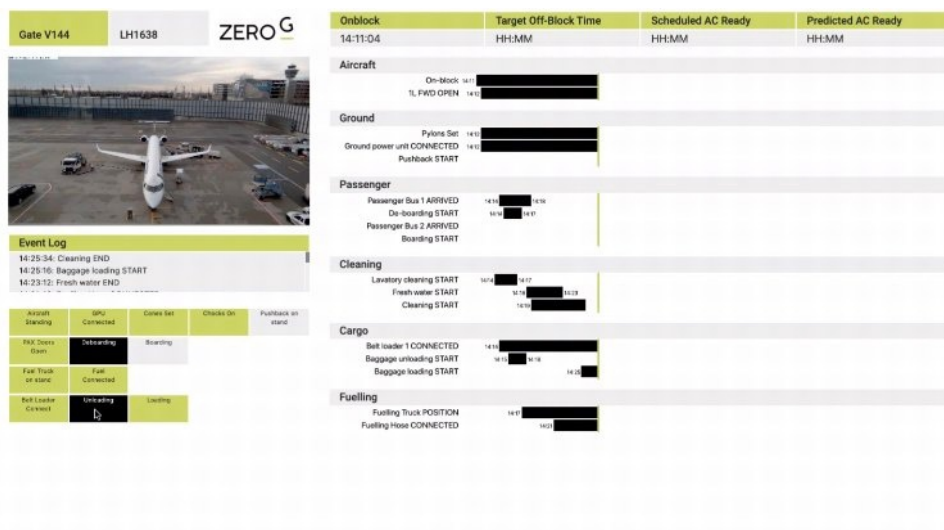
Grafický procesor je mozkiem systému ZeroG pro rozpoznávání obrázků. Společnost namísto CPU (Central Processing Unit) používá GPU procesor, který je při zpracování obrazů mnohem výkonnější. Při instalaci systému je nutné GPU nainstalovat přímo do hardwaru letiště.

Backend Systems

Systémy, které již letiště využívá pro uložení a představení nasbíraných dat z provozu.

Software

Aplikace na počítači pro přístup uživatele k datům. Na obr. 4.3 je uveden příklad, jak vypadá aplikace systému.



Obrázek 4.3: Aplikace ZeroG [18]

Přesun informací z kamer do subjektů zpracování vstupních dat (software nebo procesor) se provádí přes kabelový internet nebo Wi-Fi. [18]

4.3.2. Společnost Assaia AI

Proces implementace systému společnosti Assaia AI trvá 3 až 6 měsíců v závislosti na počtu vybraných parametrů, které se systém učí sledovat.

Na rozdíl od společnosti ZeroG skládá se systém Assaia AI pouze ze tří částí.

4. TECHNOLOGIE AUTOMATIZOVANÉ DETEKCE OBJEKTŮ Z KAMEROVÝCH ZÁZNAMŮ

Kamery

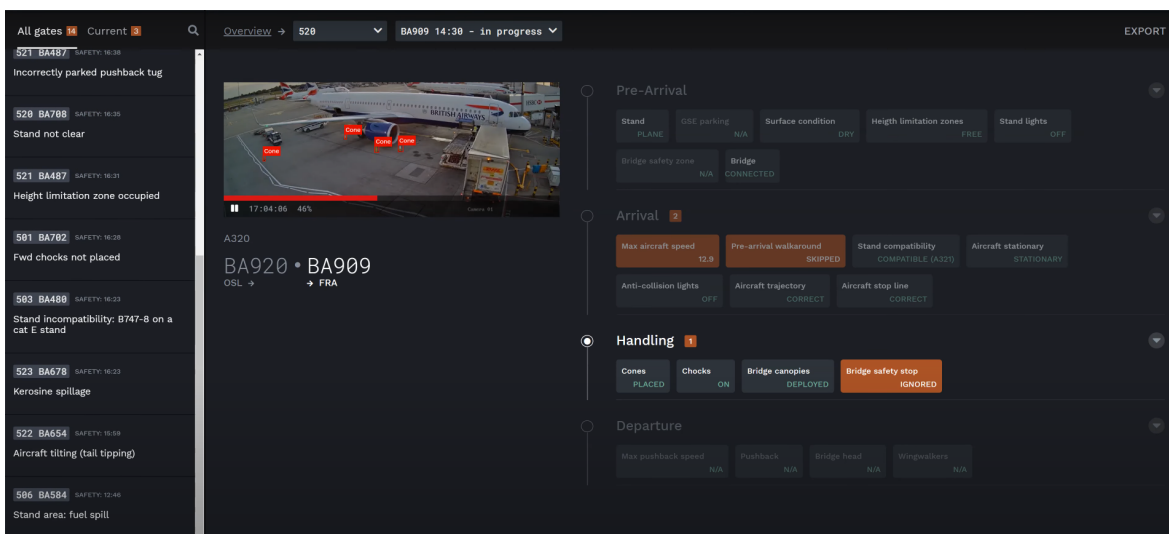
Systém využívá současné letištní kamery včetně kamer umístěných na nástupním mostu. K použití systému je potřeba, aby měly kamery kabelové nebo Wi-Fi připojení k internetu.

Backend Systems

Pro přehled dat a jejich zpracování uživatelem systém se připojuje na počítač, monitor, tablet apod.

Software

Hlavní částí sledovacího systému je software, který s pomocí kamer sleduje provoz v reálném čase, detekuje objekty a vyhodnocuje data. Náhled aplikace sledovacího systému je zobrazen na obr. 4.4 [19]



Obrázek 4.4: Aplikace Assaia AI [19]

Tady je vidět současné nastavení aplikaci pro přehled detekovaných objektů a procesů. Sloupec vlevo ukazuje jednotlivé neshody s provozními postupy na jednotlivých stáních letadel. Dal je vidět záznam v reálném čase, jak systém detekuje objekty na ploše. Systém rozděljuje proces odbavení na 4 sekce: před příletem, přílet, odbavení a odlet, a v každém procesu ukazuje detekované objekty a shody/neshody s nastavenými hodnotami.

5. Definice SMS procesů

Tato kapitola popisuje analýzu procesního řetězce safety monitoringu. Safety monitoring se provádí podle stanovených pravidel a za určitým účelem. Daná analýza popisuje do jakých SMS procesů safety monitoring odbavovacího procesu zasahuje a kam se směřují nasbíraná data. Kromě toho důležitými aspekty sledování provozu jsou sledované objekty, které jsou též proanalyzované v této kapitole.

5.1. Analýza struktury subjektů a procesů monitoringu v rámci SMS

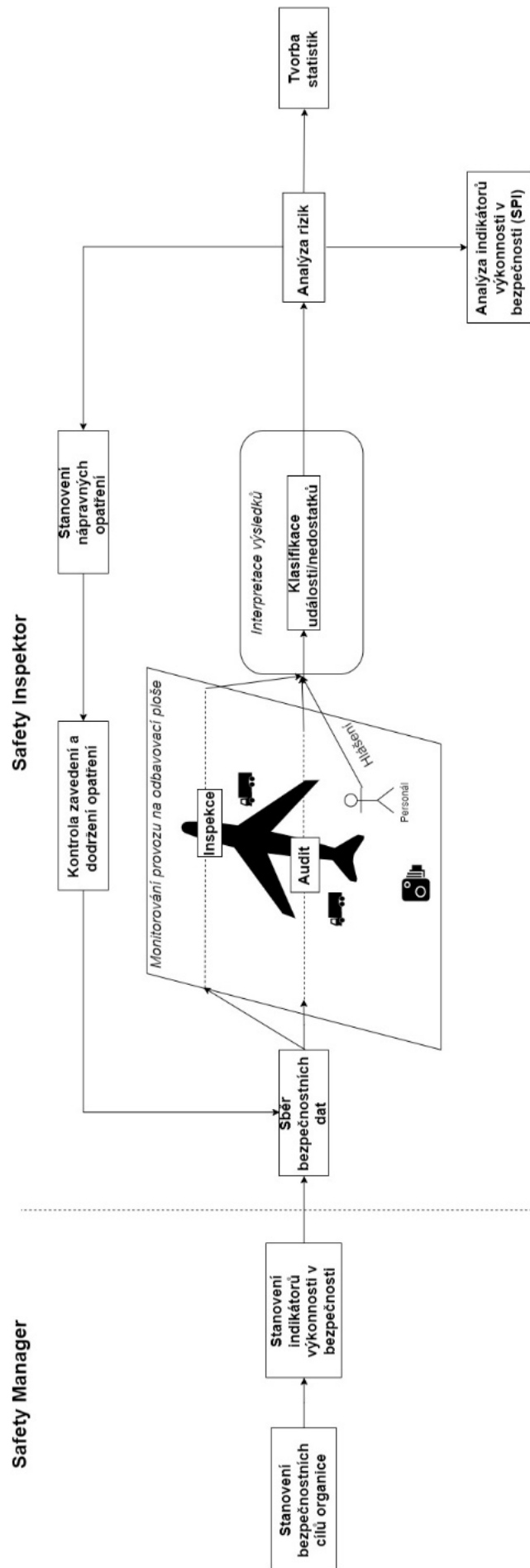
Funkce bezpečnostního monitorování odbavovacích procesů slouží jak ke sledování shody procesů s platnými požadavky s cílem odhalit nebezpečí, tak ke sledování výkonnosti v bezpečnosti. Výsledky inspekcí a interních auditů jsou zdroje bezpečnostních dat pro procesy řízení bezpečnosti a monitorování výkonnosti v bezpečnosti. [5] Pro podrobnější popis subjektů a procesů monitoringu odbavovací plochy v rámci SMS byl vytvořen diagram 5.1

V souvislosti s monitorovacím procesem na odbavovací ploše existují dva důležití aktéři. Prvním aktérem je Safety Manager. Manager bezpečnosti je odpovědný za vedení, řízení a realizaci Safety Management Systemu na letišti. Vrcholové vedení organizace stanovuje bezpečnostní politiku, která určuje záměry a cíle bezpečnosti. [12] Výkonnost bezpečnosti, která se vztahuje k stanovené politice a definovaným cílům je zkoumána Výborem pro přezkoumání bezpečnosti a vedoucím bezpečnosti. [5]

Dalším procesem řízeným Safety managerem je stanovení indikátorů výkonnosti v bezpečnosti. Bezpečnostní indikátory jsou číselné ukazatele popisující úroveň bezpečnosti organizace. Některé z nich jsou stanoveny přímo na základě bezpečnostních cílů. Například jedním z cílů organizace je zvýšit počet dobrovolných hlášení zaměstnanců, což znamená, že indikátorem je počet (číselná hodnota) dobrovolných hlášení za určitou dobu. [5]

Kromě toho vedoucí bezpečnosti určuje podle stanovených rizik oblasti, které potřebují větší pozornost, a stanoví požadavky na vytvoření bezpečnostních indikátorů a na jejich strukturu. [20] Cíle výkonnosti v bezpečnosti a bezpečnostní indikátory (SPI) by měly být pravidelně sledovány Výborem pro přezkoumání bezpečnosti a vedoucím bezpečnosti. [5]

Druhým aktérem SMS procesů je inspektor bezpečnostního oddělení. Úkolem inspektora je pravidelné sledování provozu a sběr a klasifikace dat pro jejich další analýzu. V rámci odbavovacího procesu provádí inspektor inspekce a audity odbavovací plochy pro sledování shody procesů s platnými požadavky. Kromě fyzicky prováděných auditů a inspekcí přijímá a vyhodnocuje data od personálu získaná v rámci safety hlášení. Jde o manuální práci s dokumenty, data se zapisují do speciálních checklistů a přenášejí do letištní databáze pro další vyšetřování. [20]



Obrázek 5.1: Diagram SMS procesů safety monitoringu. Zdroj: vlastní

5.2. ANALÝZA OBJEKTŮ SAFETY MONITORINGU

Po sběru bezpečnostních dat interpretuje safety inspektor co nejpřesněji výsledky. Z provedených inspekcí a auditů vypracovává nálezy a připravuje závěrečnou správu pro další vyhodnocování a diskuzi výsledků. Sbíraná bezpečnostní hlášení inspektor klasifikuje podle stávající taxonomie, aby bylo možno použít tuto informaci pro definování bezpečnostního problému. [20]

Následujícím krokem zahrnujícím vyhodnocení nebezpečí a řízení bezpečnostních rizik je analýza rizik. Riziko je vyhodnoceno z hlediska vážnosti a pravděpodobnosti. Pro jeho zmírnění jsou stanovena nápravná opatření s termínem realizace. Následně je, taktéž prostřednictvím auditu/inspekce, provedena kontrola dodržení opatření. [10]

Kromě řízení bezpečnostních rizik ze zjištěných bezpečnostních problémů je analyzován i stav bezpečnosti, resp. výkonnosti v bezpečnosti. Sledování výkonnosti bezpečnosti organizace se provádí prostřednictvím stanovení a sledování bezpečnostních indikátorů. Strukturovaný sběr bezpečnostních dat do databáze poskytuje při analýze přehled o současné situaci bezpečnosti a včasných cílených opatřeních. [21]

Tvorba statistik je dalším výstupem zpracování dat sbíraných monitorovacím procesem. Statistická data se tvoří pro sledování určitých nebezpečí a kontrolování jejich progresu v čase. Statické údaje odhalují oblasti, ve kterých se vyskytují chyby, a je sledován jejich pozitivní nebo negativní vývoj. Na základě statistik se sledují bezpečnostní indikátory a jejich časový vývoj. Vedle toho statistická údaje se používají pro sledování a analýzu trendů výskytu neshod a příčin jejich vzniku v závislosti například na časovém nebo ročním období. [22]

5.2. Analýza objektů safety monitoringu

Objektem procesu sledování provozu na odbavovací ploše jsou jednotlivé postupy odbavovacího procesu a objekty se nacházející na stání letadla. Inspekce a audity se zaměřují na sledování shody provozních postupů odbavování s doporučením bezpečnostních postupů tohoto procesu. Na Letišti Praha se inspekce a audity provádějí prostřednictvím checklistu, ve kterém jsou napsány jednotlivé otázky (oblasti a postupy) pro kontrolu. Letiště Praha má standardní postupy kontroly odbavovacího procesu, proto byl pro analýzu a stanovení objektů kontroly odbavení použit audit Mezinárodní asociace leteckých dopravců IATA – IATA Safety Audit for Ground Operations (ISAGO).

IATA Safety Audit for Ground Operations je mezinárodním standardem pro audit a dohled nad poskytovateli služeb odbavování letadel. Cílem ISAGO auditu je zajištění a kontrola bezpečnosti pozemních operací během odbavování, kontrola řízení organizací a řízení pozemního odbavování v jejich provozu. Audit je založen na posouzení shody procesů se standardy a předpisy pro pozemní odbavení a zahrnuje oblasti:

- Organization and Management (ORM)
- Load Control (LOD)
- Passenger and Baggage Handling (PAB)
- Aircraft Handling and Loading (HDL)
- Aircraft Ground Movement (AGM)
- Cargo and Mail Handling (CGM) [23]

Pro analýzu sledovacích procesů byl použit checklist auditu ISAGO z roku 2018. Samotný checklist se skládá z jednotlivých oblast/předmětů odbavovacího procesu, kolonky pro komentář a výsledek kontroly auditorem a odkazu na kapitolu v ISAGO manuálu, která popisuje, co přesně má být zkontrolováno a jak má proces správně probíhat. Tabulka 5.1 ukazuje část ISAGO checklistu.

PAB Applicability Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			
PAB Check-in and Departure			
Focus of Observation-Observe	Observed	GOSARPs	Comments
Boarding pass issuance	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>	PAB 1.2.1	
Carry-on baggage acceptance		PAB 1.2.2	
Baggage tag issuance		PAB 1.2.3	
Load control communications.	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>	PAB 1.1.1	

Tabulka 5.1: Příklad z ISAGO checklistu [23]

Ke specifikaci objektů sledování procesu prostřednictvím auditu byly vybrány sekce Aircraft Handling and Loading (HDL; manipulace s letadlem a nakládáním) a Aircraft Ground Movement (AGM; pohyb letadla na zemi). Důvodem výběru těchto konkrétních oblastí je skutečnost, že v této práci analyzujeme monitorování postupů odbavovacího procesu, které mohou být sledovány konkrétně kamerovým systémem na odbavovací ploše. Proto byly vybrány oblasti vztahující se na pohyby na ploše.

Tabulka 5.2 je příkladem z tabulky přílohy č.1. popisující analýzu ISAGO auditu a stanovení konkrétních parametrů, které jsou kontrolovány auditorem. Kromě toho tabulka přílohy obsahuje referenci sledovaných parametrů na příručku IATA Ground Operations Manual (IGOM) a Airport Handling Manual (AHM) obsahující standardizované postupy odbavovacího procesu a konkrétní popis toho, jak daný parametr má být splněn.

5.3. SPECIFIKACE POŽADAVKŮ NA SLEDOVACÍ SYSTÉM

Oblast procesu odbavení	Popis sledovacího parametru v ISAGO	Reference na IGOM (r. 2015) a AHM (r. 2007)
Aircraft Handling and Loading (HDL)	Splněny postupy po zastavení motorů a vypnuté antikolizních světel: <ul style="list-style-type: none">• Na hlavním podvozku jsou umístěny zakládací klíny a posádce pilotní kabiny je dáno ústní nebo vizuální potvrzení o zašpalkování• Před umístěním zařízení pro nastupování byly zkontrolovány dveře kabiny a jejich okolí, zda nejsou poškozeny• Bezpečnostní kužely jsou umístěny podle typu letadla• Provedena inspekce kolem letadla se provádí před udělením povolení pro GSE k umístění v letadle	IGOM 4.9.1 Action Prior to Arrival, AHM 462 Safe Operating Practices In Aircraft Handling

Tabulka 5.2: Analýza ISAGO checklistu [23], [24]

5.3. Specifikace požadavků na sledovací systém

Návrh procesů sledování provozu automatizovaným systémem a hodnocení modelu fungování tohoto systému pro systém řízení bezpečnosti se stanovuje za podmínek procesů a provozu na Letišti Václava Havla. Oddělení Kvality, Safety a Procesů Letiště Praha je odpovědné za monitorování provozu a na automatizovaný sledovací systém má určité požadavky jak v procesním, tak i v technickém směru. Proběhlo několik diskuzí s odborníky bezpečnostního oddělení Letiště Praha a na základě jejich požadavků a názorů byly stanoveny požadavky na sledovací systém.

Prvním požadavkem na sledovací systém je jeho sledovací schopnost neboli počet sledovacích parametrů. Jelikož systém funguje jako neustálá inspekce na odbavovací ploše, musí sledovat určité parametry, které byly stanoveny v kapitole Analýza objektů safety monitoringu. Požadavkem bezpečnostního oddělení Letiště Praha na počet sledovacích parametrů je schopnost systému zachytit co nejvíc detailů, objektů a postupů v procesu odbavení letadla. Důraz je ve sledovacích parametrech dán na sledování cizích předmětů na ploše (FOD) a sledování pohybů letadla a techniky pro odhalení chyb a nebezpečí, které mohou vést ke kolizi. Této parametry mají prioritu a systém musí být schopen je sledovat.

Dalším aspektem sledovacích systémů jsou jejich datové výstupy, jež budou použity v rámci SMS procesů. Požadavkem na výstupní data je jejich přehledné představení pro další zpracovávání ve formátu grafů, tabulek nebo statistik. Tento požadavek hlavně vztahuje k safety inspektorům, které budou data používat.

Výstupní data jsou soukromá data letiště, které je dále používá pro své účely. Z bezpečnostních důvodů důležitým požadavkem na výstupní data ze systému je nepřístupnost dodavatelské společnosti k datům ze systému.

Důležitou roli pro výběr sledovacího systému hrají podmínky instalace systému do letištní infrastruktury. Z důvodu implementace systému externí firmou je vyžadován co nejmenší zásah do stávající infrastruktury. Letištní kamery provozuje oddělení Security, proto dalším požadavkem Letiště Praha je, aby systémy používali kamery letištního systému bez dalšího zásahu a bez nutnosti instalace kamer vlastních.

Letištní provoz na odbavovacích plochách musí správně fungovat za jakýchkoliv meteorologických podmínek. Ty jsou však velmi proměnlivé, čemuž se musí přizpůsobit i personál, bezpečnost a kvalita musejí bezpodmínečně zůstat na vysoké úrovni. Z toho důvodu určitým technickým požadavkem je spolehlivost systému za rozličných povětrnostních vlivů a schopnost detekovat požadované objekty za jakýchkoliv meteorologických okolností.

Z důvodu provozu sledovacího systému externí společností je pro bezpečnostní oddělení zásadní také garance technické podpory a pomoci v případě vzniku poruchy systému. Tento požadavek zajišťuje provoz systému a jeho rychlé nastavení/úpravu v případě poruchy.

Jelikož Letiště Praha dodržuje politiku ochrany osobních údajů GDPR, musí sledovací systém taky dodržovat tuto politiku – nesmí rozpoznávat osoby. Sledování osob a hodnocení postupů osob není cílem monitorování odbavovacího procesu.

Posledním, ale důležitým požadavkem na sledovací systém, který poskytuje bezpečnostní data, je zajištění jejich kvality na výstupu. Podle ICAO Doc. 9859 musí data z hlediska jejich kvality splňovat několik kritérií: úplnost, relevance, včasnost, přesnost, správnost, ochrana a dostupnost.[20] Data, která systém bude poskytovat, musejí této kritérii splňovat za účelem efektivního použití pro řízení bezpečnosti.

6. Analýza možností automatizovaných systémů

Nejdůležitějším bodem pro zkoumání automatizovaných sledovacích systémů je vytvoření sady parametrů, které jsou systémy schopny sledovat. Systémy neustále sledují odbavovací procesy na letišti a konkrétní postupy při odbavování, které musí za všech okolností odpovídat legislativním požadavkům.

K analýze parametrů, které jsou systémy schopny sledovat, bylo přistoupeno formou porovnání existujících objektů monitoringu provozu na odbavovací ploše s možnostmi automatizovaných systémů, jež byly poskytnuty developery systémů Assaia AI a ZeroG.

Příloha č. 1. popisuje sledované odbavovací postupy auditem ISAGO a nabízí porovnání s možnostmi daných systémů. Tabulka 6.1 je ukázkou analýzy.

Oblast procesu odbavení	Popis sledovacího parametru v ISAGO	Reference na IGOM (r. 2015) a AHM (r. 2007)	Schopnost sledování parametru: společnost ZeroG	Schopnost sledování parametru: společnost Assaia AI
Aircraft Handling and Loading (HDL)	<p>Splněny postupy po zastavení motorů a vypnuté antikolizních světel:</p> <ul style="list-style-type: none"> Na hlavním podvozku jsou umístěny zakládací klíny a posádce pilotní kabiny je dáno ústní nebo vizuální potvrzení o zašpalkování Před umístěním zařízení pro nastupování byly zkontrolovány dveře kabiny a jejich okolí, zda nejsou poškozeny Bezpečnostní kužely jsou umístěny podle typu letadla Provedena inspekce kolem letadla se provádí před udělením povolení pro GSE k umístění v letadle 	IGOM 4.9.1 Action Prior to Arrival, AHM 462 Safe Operating Practices In Aircraft Handling	<p>ANO (detekce klínů na hlavním podvozku), NE (vizuální a ústní potvrzení nerozpoznává)</p> <p>NE (nedetekuje poškození kvůli rozlišitelnosti kamery)</p> <p>ANO (detekce umístění kuželů podle typu letadla)</p> <p>NE (nedetekuje postupy personálu)</p>	<p>ANO (detekce klínů na hlavním podvozku), NE (vizuální a ústní potvrzení nerozpoznává)</p> <p>NE (nedetekuje poškození kvůli rozlišitelnosti kamery)</p> <p>ANO (detekce umístění kuželů podle typu letadla)</p> <p>ANO (detekce pěší příletové kontroly)</p>

Tabulka 6.1: Analýza možností systémů.[23]

Pro přehlednost zpracované analýzy je níže představena tabulka 6.2, která popisuje celkový souhrn možných parametrů, jež dokážou systémy po zaučení sledovat. Některé sledované parametry se vyskytují v tabulce několikrát. Dané parametry byly zkoumány zvlášť, protože se vyskytují v různých obdobích odbavení letadla. Například kontrola polohy nástupního mostu se provádí před příletem letadla a před jeho odjezdem ze stání. Jsou to stejné kontroly pro personál, ale pro systém jsou to různé sledované parametry vyskytující v různém období sledovaného procesu.

6. ANALÝZA MOŽNOSTÍ AUTOMATIZOVANÝCH SYSTÉMŮ

Období	ZeroG	Assaia AI
Před přiletem letadla	Kontrola stání na FOD (detekce předmětu na rampě v závislosti na rozlišitelnosti kamery)	Kontrola stání na FOD (detekce předmětu na rampě v závislosti na rozlišitelnosti kamery)
	Detekce GSE (vozidel v ERA před přiletem letadla)	Detekce GSE (vozidel v ERA před přiletem letadla)
	Kontrola polohy nástupního mostu (výsunut/zasunut)	Kontrola polohy nástupního mostu (výsunut/zasunut)
	Kontrola bezpečnostní zóny nástupního mostu (detekce zóny a předmětů v ni)	Kontrola bezpečnostní zóny nástupního mostu (detekce zóny a předmětů v ni)
		Kontrola provedení inspekce FOD personálem
		Detekce stavu plochy stání (led, voda, sníh)
Přilet letadla	Detekce umístění klínů (ANO/NE)	Detekce umístění klínů (ANO/NE)
	Detekce připojení GPU	Detekce připojení GPU
	Detekce umístění kuželů (poloha a počet)	Detekce umístění kuželů (poloha a počet)
	Detekce připojení PCA (ANO/NE)	Detekce připojení PCA (ANO/NE)
		Detekce pěší přiletové kontroly
		Detekce trajektorii letadla při pohybu na stání
		Detekce zastávení letadla na stop linii
		Detekce antikolizních světel (ON/OFF)
		Detekce motorů (ON/OFF)
	Kontrola typu stání pro vhodnost k typu letadla	
Odbavování letadla	Detekce rychlosti GSE	Detekce rychlosti GSE
	Detekce PPE u personálu	Detekce PPE u personálu
	Detekce bezpečnostních zastávek GSE	Detekce bezpečnostních zastávek GSE
	Detekce vzdálenosti mezi objekty (v závislosti na rozlišitelnosti kamery)	Detekce vzdálenosti mezi objekty (v závislosti na rozlišitelnosti kamery)
	Detekce bezpečnostní zastávky nástupního mostu	Detekce bezpečnostní zastávky nástupního mostu
		Detekce pohybu GSE v omezených oblastech (pod křídly, pod trupem)
		Detekce rozlití paliva
	Detekce pohybu vozidel v noci bez zápnutých světel	
Odlet letadla	Kontrola rychlosti pushbacku	Kontrola rychlosti pushbacku
	Kontrola stání na FOD (detekce předmětu na rampě v závislosti na rozlišitelnosti kamery)	Kontrola stání na FOD (detekce předmětu na rampě v závislosti na rozlišitelnosti kamery)
	Detekce GSE v ERA	Detekce GSE v ERA
	Detekce personálu v ERA	Detekce personálu v ERA
	Kontrola polohy nástupního mostu (výsunut/zasunut)	Kontrola polohy nástupního mostu (výsunut/zasunut)
		Kontrola vhodnosti pushbacku k typu letadla
		Detekce trajektorii pohybu letadla při pushbacku
		Detekce přítomnosti wingwalkerů
	Detekce stavu plochy stání (led, voda, sníh)	

Tabulka 6.2: Možností sledovacích systémů

Některé sledované parametry se vyskytují v tabulce několikrát. Dané parametry byly zkoumány zvláště, protože se vyskytují v různých procesech odbavení letadla. Například kontrola polohy nástupního mostu se provádí před příletem letadla a před jeho odjezdem ze stání. Jsou to stejné kontroly jednoho objektu, ale pro systém jsou to různé sledované parametry vyskytující v různých částech sledovaného procesu odbavení.

Z analyzovaného checkistu ISAGO kromě parametrů, které systémy dokážou detekovat a sledovat, byli proanalyzované i parametry, které systémy nebudou schopny z technických důvodů sledovat.

Příklady procesů, které nejsou detekovány sledovacími systémy, jsou v tabulce 6.3. Tady se analyzoval proces pushbacku letadla ze stojánky a automatizované systémy v tomto procesu schopny detekovat jenom rychlost tažení, typ pushbacku a trajektorii tažení.

Pushback and Towing	U letadel, které nejsou vybaveny obtokovým systémem řízení příďového podvozku, bude hydraulický systém řízení odtlakován nebo odpojeny momentové spoje příďového převodu, podle potřeby	IGOM 4.12.4 Pre-Departure Table AHM 463 Safety Considerations for Aircraft Movement Operations	NE (není v dohledu kamery)	NE (není v dohledu kamery)
	Když pushback letadla prováděn za špatných povrchových nebo povětrnostních podmínek, pohyb letadla je omezen na nižší rychlost než za normálních podmínek	IGOM 4.12.9.3 Ground Crew in Charge of Pushback, IGOM 4.12.11 Maneuvering During Adverse Weather Conditions	NE (nedetekuje špatné povětrnostní a povrchové podmínky)	NE (nedetekuje špatné povětrnostní a povrchové podmínky), ale detekuje stav plochy (led, sníh, voda)
	Operátor traktoru při zastavení nebo zpomalení pohybu letadla během provozu provedl jemné brzdění	IGOM 4.12.9.3 Ground Crew in Charge of Pushback, IGOM 4.12.9.5 Tractor Driver	NE (není v dohledu kamery)	NE (není v dohledu kamery)
	Nejsou překročeny limity natočení příďového podvozku	IGOM 4.12.9 Aircraft Pushback	NE (není v dohledu kamery)	NE (není v dohledu kamery)
	Během vytlačování nebo vlečení letadla probíhá verbální komunikace mezi personálem pozemního odbavování a pilotní kabinou	IGOM 4.12.10 Open Ramp Departure AHM 463 Safety Considerations for Aircraft Movement Operations	NE (nedetekuje postupy personálu)	NE (nedetekuje postupy personálu)

Tabulka 6.3: Analýza možností systémů - příklad neshopnosti.[23]

Celkový počet analyzovaných parametrů je 179 (součet všech parametrů sledovaných auditem ISAGO v oblasti handlingu a pohybu na stání letadla). Počty parametrů, které dokážou sledovat automatizované systémy, jsou: u systému ZeroG – 18 parametrů (10,05%), u systému Assaia AI – 33 parametrů (18,4%).

7. Návrh řešení sledování provozu

Hlavním cílem této bakalářské práce je posouzení možnosti využití automatizovaných sledovacích systémů pro sledování provozu na odbavovacích plochách letiště v rámci SMS. Provedená analýza současného přístupu k sledování provozu na Letišti Praha a analýza dostupných technologií v dané oblasti poskytuje řešerši pro návrh procesu sledování provozu, který zahrnuje monitorování provozu sledovacím systémem na základě strojového učení a technické podmínky infrastruktury letiště, jež budou určovat rozsah sledování.

7.1. Hodnocení požadavků s existujícími řešení

Na základě analýzy současných přístupů ke sledování provozu automatizovanými kamerovými systémy a požadavků ze strany bezpečnostního oddělení Letiště Praha bylo provedeno porovnání vlastností systémů s požadavky a jejich zhodnocení.

- Počet sledovacích parametrů

Podle analýzy checklistu ISAGO a informací převzatých o jednotlivých systémech jsou počty možných sledovacích parametrů u porovnávaných systémů následující: 18 parametrů u systému ZeroG a 33 parametrů u systému Assaia AI. Existuje několik důvodů rozdílného počtu parametrů sledovacích systémů.

Prvním důvodem je rozdílný přístup systémů a společností ke sledování pohybu personálu. Nejvíc parametrů, které nejsou (v porovnání se systémem Assaia AI) sledovány systémem ZeroG, jsou totiž právě postupy personálu. Systém je schopen detekovat člověka a jeho PPE, ale podle předpisů GDPR a CCPA rozmazává obraz osoby takovým způsobem, že její pohyby vedle letadla nemůžou být rozpoznány, příkladem je obrázek 7.1.[18] Pro porovnání přístupu k rozmazávání obrazů personálu na obr. 7.2 představeno jakým způsobem se to provádí v systému Assaia.[26]



Obrázek 7.1: Rozmazávání personálu na obrázku u systému ZeroG [18]



Obrázek 7.2: Rozmazávání personálu na obrázu u systému Assaia AI [26]

Kvůli této vlastnosti systém nedetekuje například inspekce kolem letadla a inspekci stání před přiletem letadla. Výjimkou z nedetekování pohybu personálu je detekování přítomnosti osob v ERA.

Dalším důvodem rozdílu v počtu sledovacích parametrů je záměry společností ve vztahu ke sledování provozních postupů na stání letadla. Systém ZeroG nejvíc se zaměřuje na sledování procesů odbavení z pohledu času, příčin zpoždění a výkonnosti odbavovacího procesu. Sledování bezpečnosti u tohoto systému vzato jako doplňující nastavení pro sledování nejdůležitějších z pohledu společnosti parametrů. [18]

Požadavkem na sledovací systém je zachycení co nejvíce detailů z odbavovacích procesů. Podle počtu sledovacích parametrů má systém Assaia AI více možností detekování objektů a procesů.

- Instalace systému

Požadavkem je minimální zásah systému do infrastruktury letiště při jeho fyzické instalaci externí firmou.

Systém společnosti Assaia AI splňuje požadavek letiště tím, že se skládá pouze ze softwaru, který je potřeba nainstalovat do letištního systému. Systém ZeroG potřebuje doplňující instalaci grafického procesoru pro zpracování obrazů.

- Výstupy ze systému

Výstupy ze sledovacích systémů jsou hlavním objektem, který bude použit pro analýzu a další zpracování bezpečnostních dat. Představení výsledků sledování u obou společností probíhá prostřednictvím tabulek a grafů, které jsou vytvořeny samotným systémem a ukládány pro jejich další použití. Systém Assaia AI navíc nabízí výpočet vývoje detekovaných neshod v čase. Pro zadaný určitý práh negativního vývoje umí systém poskytnout výstrahu o zvýšení počtu chyb za určité období a doporučení k provedení školení personál.

- Použití stávajícího kamerového systému

Oba systémy používají současné letištní kamery. Podle rozlišitelnosti a polohy stávajících kamer společnosti určují, jaké možnosti systém může nabízet podle současných podmínek kamerového systému.

- GDPR a CCPA

Systémy podporují politiku ochrany osobních údajů definovanou GDPR a CCPA. The General Data Protection Regulation (GDPR) je právním rámcem pro ochranu osobních údajů na území EU, zatímco California Customer Privacy Act (CCPA) se vztahuje pouze na občany Kalifornie. [25] Společnosti Assaia AI a ZeroG podporují ochranu osobních údajů v souvislosti s personálem pracujícím na odbavovací ploše. Oba sledovací systémy detekují přítomnost personálu a přítomnost PPE oblečení, ale nedetekují konkrétní osobu. Rozdíl je však ve sledování pohybu personálu. Systém ZeroG sleduje pouze přítomnost personálu v ERA, zatímco systém Assaia AI dokáže detekovat inspekci kolem letadla po příletu a inspekci FOD před příletem letadla.

- Spojení dodavatele a zákazníka (společnosti a letiště)

Nezanedbatelným požadavkem na systém, který provozuje externí společnost, je poskytování technické podpory a ochrana dat zákazníka. Obě společnosti poskytují v případě potřeby nepřetržitou technickou online podporu. Ochrana dat je dodavatelem systému garantována, tj. společnosti nemají k datům letiště přístup.

- Povětrnostní podmínky pro fungování systému

Jasným požadavkem letiště na sledovací systém je jeho schopnost fungovat za jakýchkoliv světelných a meteorologických podmínek. Systémy fungují na základě stávajícího kamerového systému, proto schopnost rozlišovat objekty závisí na rozlišení kamer. Systémy nepotřebují doplňující nastavení při změně povětrnostních podmínek.

- Kvalita bezpečnostních dat

Samostatným požadavkem na sledovací systém je zajištění vysoké kvality bezpečnostních dat, který musí být naplněn podle několika kritérií stanovených v ICAO Doc. 9859. Obě společnosti zajišťují kvalitu dat, ale tento požadavek nebude autorem práce hodnocen. Kvalitu bezpečnostních dat, která bude poskytovat sledovací systém, musí zjistit a ohodnotit oddělení kvality letiště.

Tabulka 7.1 je souhrnem požadavků na sledovací systém a jejich splnění ze strany dodavatelů.

7.2. VÝBĚR ŘEŠENÍ

Požadavky na sledovací systémy	ZeroG	Assaia AI
Počet sledovaných parametrů	18	33
Fyzická instalace systému	Potřeba nainstalovat software + doplňující hardware (GPU)	Instalace softwaru
Výstupy systému	Statistická data v podobě počtu událostí (resp. neshod) + představení dat v podobě grafů	Statistická data v podobě počtu událostí (resp. neshod) + představení dat v podobě grafů + automatické doporučení systému k provedení kontroly procesu nebo bezpečnostního zaškolení personálu
Hardware pro vstupní data	1, 2 nebo 3 kamery na odbavovací ploše v závislosti na určitých sledovaných parametrech	1, 2 nebo 3 kamery na odbavovací ploše v závislosti na určitých sledovaných parametrech
GDPR a CCPA	Dodržuje	Dodržuje
Spojení dodavatelů a zákazníka	Technická podpora online, dodavatel nemá přístup k datům	Technická podpora online, dodavatel nemá přístup k datům
Povětrnostní podmínky pro fungování systému	Mlha, déšť, tma, sněžení. Nevyžaduje doplňující nastavení v těchto podmínkách	Mlha, déšť, tma, sněžení. Nevyžaduje doplňující nastavení v těchto podmínkách
Kvalita safety dat	Bude hodnoceno oddělením kvality	Bude hodnoceno oddělením kvality

Tabulka 7.1: Porovnání požadavků na systém s jeho splněním. Zdroj: vlastní

7.2. Výběr řešení

Z provedeného hodnocení vlastností systémů vzhledem k požadavkům vyplývá, že společnost Assaia AI splňuje požadavky Letiště Praha na více úrovních.

Požadavkem bezpečnostního oddělení letiště je, aby byl systém schopen zachytit co nejvíc detailů a postupů odbavovacího procesu. Systém Assaia AI nabízí víc možností sledovacích parametrů. Díky tomu, že systém používá speciální nastavení programu pro rozpoznávání některých postupů osob na odbavovací ploše, systém dokáže zachytit některé postupy personálu, například inspekci stání na FOD nebo příletovou inspekci letadla.

Použití stávající infrastruktury bez zásahu externího systému systém ZeroG nesplňuje z důvodu potřeby instalace grafického procesoru pro zpracování obrazů. Systém ZeroG pro rozpoznávání

objektů používá speciální grafický procesor, který je mozkiem tohoto systému. Kvůli doplňujícímu hardwaru systém musí zasáhnout do infrastruktury letiště, tím nespĺňuje požadavek na instalaci.

Z těchto důvodů byl pro návrh procesu monitorování provozu vybrán systém společnosti Assaia AI.

7.3. Technické požadavky na sledovací systém

V rámci SMS monitoringu je hlavním požadavkem na systém jeho schopnost zachytit co nejvíc objektů/detailů. Počet parametrů, které je systém schopen sledovat, závisí na několika technických aspektech stávajícího kamerového systému na Letišti Praha.

- Poloha kamer na odbavovacích plochách (výška, poloha kamery vzhledem k ose stání)

Prvním technickým aspektem stávajícího kamerového systému je poloha kamer na odbavovacích plochách. Poloha kamery (výška, poloha kamery vzhledem k ose stání) určuje oblast parametrů, které systém bude schopen detekovat, a naopak upozorní na parametry, které systém nebude schopen zachytit.

- Plocha zachycení kamery

Dalším důležitým aspektem je plocha zachycení kamerou, jestli stávající kamery schopny zachytit celou odbavovací plochu. Tento technický parametr bude určovat, jestli systém bude schopen detekovat konce křidel letadla a parametry související s tím.

- Úhel otáčení kamery

Úhel otáčení kamery dává možnost kontrolovat jednou víc než jedno letadlové stání. Developery AI sledovacího systému však doporučují používat kameru pro jedno letadlové stání pro nejpřesnější výsledky sledování provozu.

- Počet kamer na odbavovacích plochách

Počet kamer na odbavovacích plochách určuje počet sledovacích parametrů. Pokud jedna kamera nebude schopna detekovat určitou oblast, jiná kamera namířená na odbavovací plochu z jiného úhlu může objekt zachytit.

- Rozlišovací schopnost kamer

Rozlišovací schopnost kamer na odbavovacích plochách určuje detekování objektů různé velikosti. Na rozlišovací schopnosti závisí schopnost systému detekovat co nejmenší objekty na ploše. Tento technický aspekt je základní například pro detekování FOD na ploše nebo malých vzdáleností mezi objekty.

- Kamerový okruh na nástupních mostech

Kamery nacházející se na nástupním mostu mohou být též připojeny do automatického sledovacího systému. Těto kamery využívá operátor nástupního mostu při pohybu mostu směrem k letadlu pro přesnější a bezpečnější dotknutí trupu letadla. Sledovací systém těmito kamerami může sledovat

objekty, které obecné kamery na odbavovací ploše nebudou schopny zachytit, například poškození kabinových dveří letadla pro cestující.

- Správa kamerového systému

Dalším aspektem je správa kamerového systému. Kamery, které se nacházejí na odbavovací ploše, jsou ve správě oddělení Security. V rámci safety monitoringu odbavovacího procesu je nutné zajistit, že k datům z kamerového systému bude mít přístup bezpečnostní oddělení letiště, a to pro sledování provozu v reálném čase i pro zhlédnutí chyb, které se vyskytly za určitou dobu.

7.4. Nastavení procesu sledování provozu

Návrh procesu sledování provozu s využitím automatizovaného sledovacího systému představen na diagramu 7.3

Výběr potřebných sledovaných parametrů z množství možných

Prvním krokem k organizaci a provozu systému na letišti je výběr parametrů, které bude systém sledovat. Tento krok umožní letišti vybrat parametry, které bude vyžadovat pro monitorování. Na základě diskusí vedených s odborníky bezpečnosti byl požadavek na počet parametrů takový, aby systém dokázal detekovat a sbírat data o největším počtu objektů na stání letadel.

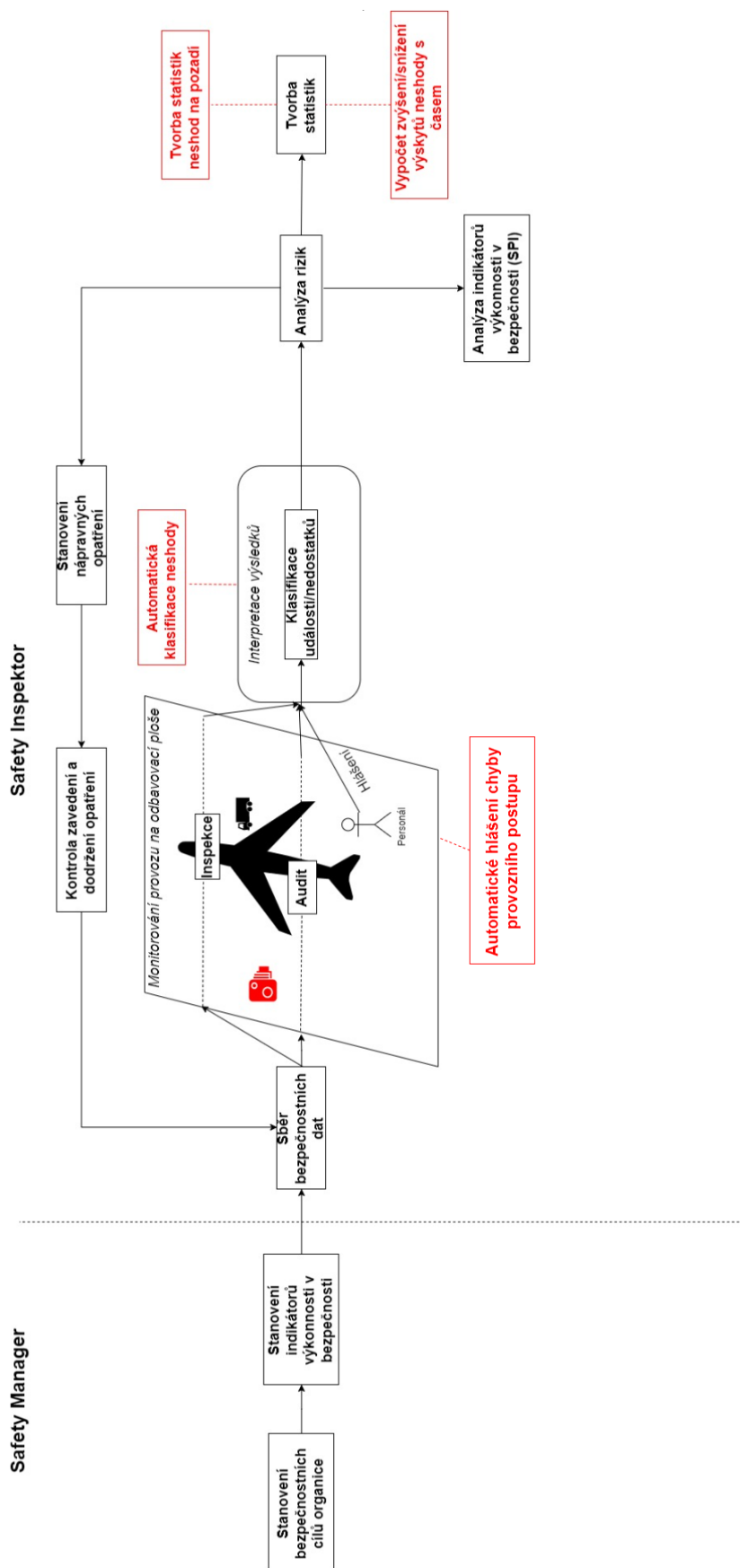
Čas vyhrazený pro zaučování AI systému se pohybuje od 3 do 6 měsíců.

Instalace systému do infrastruktury letiště

Prvním krokem návrhu implementace systému do letištní infrastruktury je návrh fyzické instalace systému do letiště. Jelikož sledovací systém nepotřebuje instalaci doplňujícího hardwaru, řeší se pouze implementace softwaru a jeho připojení k letištnímu systému.

Automatizovaný sledovací systém sbírá a vyhodnocuje nasbíraná data z provozu v reálném čase. Pro ukládání bezpečnostních dat musí být systém připojen do letištního registru bezpečnostních informací (databáze). Tato databáze obsahuje veškeré záznamy o incidentech, interních auditech, hlášení událostí, záznamy o školení personálu a ukazatele výkonnosti v bezpečnosti (SPI). Připojení k letištní databáze dává možnost pro uchování historických dat ze systému pro jejich další analýzu spolu s dalšími bezpečnostmi informacemi.

Dalším aspektem je přístup do tohoto systému, který budou využívat především inspektoři oddělení bezpečnosti na letišti. Systém představuje aplikaci, která je připojena ke stávajícím letištním kamerám a získává z nich data prostřednictvím internetového připojení. Systém je aplikace, která bude umístěna v letištním softwaru a bude se používat na jednotlivých počítačích v oddělení bezpečnosti.



Obrázek 7.3: Diagram SMS procesů safety monitoringu s využitím automatizovaného sledovacího systému. Zdroj: vlastní

Příprava k zavedení do provozu

Příprava na zavedení automatizovaného systému do procesu monitoringu na letišti zahrnuje kontrolu systému, kontrolu kvality výstupních dat a školení personálu pro využití systému v reálném provozu.

Před uvedením systému do provozu musí být výstupní data, která poskytuje sledovací systém, zkontrolována oddělením kvality z hlediska splnění kritérií bezpečnostních dat podle SMM ICAO. Jedná se o požadavky kladené na bezpečnostní data, tak aby jejich obsah poskytoval co nejpřesnější informace pro řízení bezpečnosti.

Bezpečnostní oddělení musí pro seznámení se sledovacím systémem a pro pochopení všech jeho funkcí absolvovat školení. Po školení budou inspektoři schopni využívat systém v rámci sledování provozu a čerpat data pro jejich další vyhodnocení a použití pro SMS procesy.

Podstata systému a role aktérů v procesu monitoringu

Sledovací systém používá infrastrukturu letiště, resp. letištní kamerový systém. Systém funguje na pozadí, neustále sbírá data z kamer na jednotlivých stánkách letadel. Na rozdíl od procesů inspekcí a auditů není automatizovaný sledovací systém procesem, který má začátek a konec. Systém neustále detekuje určité objekty a jejich vlastnosti v odbavovacích procesech na letadlových stánkách. Díky tomu, že systém funguje za jakýchkoliv povětrnostních podmínek a nepotřebuje doplňující nastavení, je fungování systému zajištěno jenom zapnutými kamerami na odbavovacích plochách, které z bezpečnostních důvodů neustále sledují provoz.

Proces monitoringu odbavovacího procesu je jedním z nástrojů pro sběr bezpečnostních dat pro systém řízení bezpečnosti. Jak bylo zmíněno v předchozí kapitole, AI systém je nástrojem pro sběr bezpečnostních dat, který je v podstatě neustálou inspekcí odbavovacích činností a procesů. Jelikož systém není z technických důvodů schopen sbírat některá data z provozu, například objekty FOD, které kamera není schopna podle rozlišení detekovat, jak bylo stanoveno při analýze auditu ISAGO, nemůže nahradit procesy auditů a inspekci. Použití tohoto systému je omezeno na sběr určitých dat z procesu, jedná se o automatizaci procesu monitoringu, ale musí být vzaty v úvahu omezení systému.

Hlavním aktérem procesu sledování, který bude systém využívat pro analýzu poskytovaných dat, je inspektor oddělení safety na letišti. Inspektoři bezpečnostního oddělení monitorují provoz prostřednictvím inspekcí a auditů, vyhodnocují nálezy a analyzují indikátory bezpečnosti. Automatizovaný systém je zdrojem bezpečnostních dat, resp. statistik neshod odbavovacích procesů s pravidly a postupy. Inspektor bude data používat v rámci SMS procesů pro sledování provozu a bezpečnosti. V tomto případě inspektor obdrží další zdroj bezpečnostních dat, se kterým se bude muset naučit pracovat, správně a efektivně používat pro SMS procesy. Systém zpracovává velký objem dat kvůli nepřetržitému fungování, proto i výstupy z tohoto systému nesou velký objem dat. Tady safety inspektor bude muset pracovat i jako datový analytik.

Safety Manager má na starosti sledování úrovně bezpečnosti, sledování bezpečnostních indikátorů a řízení bezpečnosti v rámci organizace. Do automatizovaného sledovacího systému bude mít přístup pro kontrolu dat, hodnocení přínosů systému a navrhování použití a rozvoje v rámci jiných letištních procesů.

Monitorovací proces

Jak bylo popsáno v předchozích kapitolách automatizovaný sledovací systém využívá kamery letiště pro rozpoznávání objektů z kamerového obrazu. Fungování je zajištěno pro všechny připojené letištní kamery na odbavovacích plochách najednou. Podle předem definované klasifikace neshod systém automaticky vyhodnotí neshodu a vydává výstrahu o chybě v určitém odbavovacím procesu na určitém stání letadla.

Dalším procesem, který je součástí systému, je tvorba statistik odchylek, jež systém detekuje. V současnosti je proces tvorby statistik manuální prací inspektora bezpečnostního oddělení, který po analýze bezpečnostního rizika a faktorů k němu přispívajících vytváří statistiky nálezů pro jejich další analýzu v rámci procesu sledování úrovně bezpečnosti. Automatizovaný systém tvoří statistiky nálezů z odbavovacích procesů automaticky a je schopen vypracovat statistiky pro libovolné určité období. Tento proces automatizuje tvorbu statistik určitých neshod nyní zpracovávaných inspektorem a tvoří je též na základě většího objemu dat, jelikož je sbírá neustále v reálném čase.

Získané statistiky bude bezpečnostní oddělení používat pro sledování jednotlivých odchylek a nebezpečí v odbavovacím procesu. Statistická data můžou navazovat na sledování jednotlivých bezpečnostních indikátorů vztahujících na provoz na odbavovací ploše v závislosti na tom, jaké indikátory jsou pro tento proces stanoveny. Systém umožňuje bezpečnostnímu oddělení sledovat odchylky a reagovat na ně ještě před tím, než začnou ovlivňovat bezpečnost procesu.

Pokud sledovaný proces resp. neshoda v procesu bude navazovat na bezpečnostní indikátor, automatické vedení statistiky umožní sledování tohoto indikátoru s časem. Safety inspektor bude schopen použít této statistiky pro analýzu tohoto rozvoje. Díky možnosti systému ukazovat tuto statistiku podle požadovaného období, tato analýza by mohla být širší a hlubší. Kromě toho tato statistika bude zpracovávána na základě většího objemu dat, což jí dělá mnohem přesnější.

Dalším aspektem je výpočet sledovacím systémem vývoje chybovosti v odbavovacím procesu. Systém stanoví zvýšení nebo snížení počtu výskytů chyb u jednotlivých sledovacích parametrů a představí tento vývoj uživateli. Popsaný proces umožňuje sledování vývoje jednotlivých chyb a reagování na negativní vývoj chybovosti školením nebo opatřením anebo analýzou příčin chybovosti v závislosti na období.

Stanovené statistické údaje pro konkrétní objekty, neshody, bezpečnostní problémy jsou zdrojem ne jen pro kontrolu a sledování těchto aspektů, ale i pro tvorbu nových bezpečnostních indikátorů. Pokud systém bude sbírat data pro určitý sledovaný parametr a z tohoto tvořit statistiku chybovosti, safety oddělení resp. safety manager bude schopen proanalýzovat daný vývoj a pokud k tomu bude potřeba stanovit nový bezpečnostní indikátor.

Další možnosti systému vztahující na odbavovací proces

Významnou možností automatického systému sledování provozu je hlášení chyby (neshody) v reálném čase, které se zobrazí na příslušném výstupním zařízení. Díky tomu, že je systém aplikací, jež může být nainstalována na jakémkoliv zařízení, může být využíván pracovníkem Ramp Control. Ten má v odbavovacím procesu za úkol jeho kontrolu a koordinování od zavedení letadla na stání až do jeho pushbacku. Při kontrole nákladu používá Ramp Control speciální tablet, v němž má veškeré informace o letu. Aplikace systému nainstalovaná na daný tablet může koordinátorovi letu vydat rychlou výstrahu o nedodržení postupu odbavovacího procesu. Ramp Control dostane příslušnou informaci a pokusí se chybu co nejrychleji odstranit, aby se předešlo incidentu. Daná funkce systému smí být využita po kontrole kvality výstupních dat ze systému.

Ještě jednou významnou možností systému je ukládání a poskytování video záznamů podle požadovaného období. Daná funkce je důležitá z pohledu analýzy a představení konkrétního příkladu situace, například v rámci safety meetingu, kde účastníkům bude představena konkrétní situace pro detailnější pohled na ní. Samozřejmě provoz kamer na odbavovacích plochách patří do oddělení Security a povolení poskytování video záznamů musí být schválen z jejich strany.

8. Hodnocení dopadů návrhu na současné nastavení a SMS

Letiště Václava Havla se v současnosti zabývá analýzou možností využití systémů automatizované detekce pro sledování provozu na odbavovacích plochách. Podle odborníků bezpečnostního oddělení by měl být systém užitečným zdrojem bezpečnostních dat, která jsou základem systému řízení bezpečnosti. Důležitým aspektem systému je jeho rozvoj, rozšíření jeho možností a analýza toho, do jakých procesů by mohl zasahovat a jaká data poskytovat. Rozvoj AI systémů poskytuje nejenom data, ale i rozvoj možností systémů ve vztahu k provozním datům.

Hodnocení dopadů návrhu na současné nastavení a SMS systémy sumarizuje vliv modelu implementace na letištní infrastrukturu a procesy SMS.

8.1. Dopad na letištní infrastrukturu a SMS procesy

Implementace nabízeného sledovacího systému do letištní infrastruktury má minimální dopad. Systém nevyžaduje instalaci doplňujících zařízení, která by mohla zasáhnout do stávající infrastruktury letiště.

Postupy a požadavky na odbavovací proces mají ve vztahu k němu velký význam. Monitorování tohoto procesu zajišťuje sběr provozních dat, která jsou vyhodnocována pro účely řízení bezpečnosti. Jejich sběr je v současnosti prováděn v určitém časovém období a není zajištěno, že každá chyba odbavovacího procesu bude odhalena.

Nabízený systém je řešením pro sběr a shromažďování bezpečnostních dat při sledování odbavovacího procesu, neboť tato data sbírá a vyhodnocuje nepřetržitě.

Automatizovaný sledovací systém má největší dopad na inspektora safety oddělení na letišti Praha, neboť právě on bude s tímto systémem přímo pracovat, analyzovat výstupní data ze systému pro účely systému řízení bezpečnosti. Systém poskytující velký objem dat by měl potřebovat určitý objem času pro zpracování. Avšak daný systém je automatický a poskytuje statistická data bez potřeby zpracování inspektorem, stačí požádat data z určitého období a určitého typu chyby. Systém stane pomocným zdrojem, který bude využíván pro analýzu současné situace v bezpečnosti procesu odbavení.

Systém má určité dopady na proces sledování provozu. Díky tomu, že systém automaticky detekuje a klasifikuje chyby v procesu odbavení letadla, proces interpretace a klasifikace události safety inspektorem bude probíhat rychleji, protože systém upozorní na chybu a pojmenuje ji podle stanovených názvů (taxonomie). Kromě toho systém shromažďuje neshody ze všech odbavovacích procesů na letadlových stáních a vytváří statistiky těchto neshod podle typu chyby a podle požadovaného časového období. Tato funkce zjednodušuje proces vytváření statistik safety

8.2. OČEKÁVÁNÉ PŘÍNOSY

inspektorem. Navíc systém počítá rozvoj chyb s časem a upozorní o zvýšení chybovosti určitého postupu. Tímto inspektor bude rychle upozorněn, což umožní rychlejší reakci na negativní vývoj nápravným opatřením. Funkce automatického hlášení neshody ze systému poskytuje rychlou informaci o chybě v procesu. V případě závažné chyby bude inspektor schopen reagovat, například zavolat na příslušné oddělení nebo Ramp Control, aby tuto chybu odstranili ještě před tím, jak to bude mít dopad na bezpečnost provozu.

AI systém má i své omezení. Počet sledovacích parametrů, které systém schopen sledovat je 18,4% od celkového počtu sledovaných parametrů auditem ISAGO. Daný aspekt ukazuje, že systém není schopen poskytovat data ze všech sledovaných postupů odbavení. I přes to, že systém sleduje cca 18,4% od celého množství sledovaných parametrů, implementace systému je přínosem pro letiště, protože automatizuje inspekci některých odbavovacích postupů a poskytuje k tomu velký objem dat pro jejich využití v rámci SMS procesů.

8.2. Očekávané přínosy

Zavedení automatizovaného systému má pozitivní přínos pro různé účastníky leteckého provozu na odbavovací ploše.

Přínosem pro letiště, zejména pro oddělení bezpečnosti, bude přehlednost odbavovacích procesů v reálném čase a sledování oblastí a postupů, v nichž se vyskytly chyby a neshody s požadavky a postupy odbavení. Výstup ze systému je zdrojem statistických dat, která lze využít v rámci sledování úrovně bezpečnosti a oblastí, v nichž se chyby vyskytují. Využití tohoto systému vede k částečné automatizaci inspekční činnosti díky tomu, že systém provádí kontrolu určitých objektů a procesů bez přestávek. Díky schopnosti systému poskytovat a ukládat historická data bude moci safety oddělení propojit systém s letištní databází a rozšiřovat jeho použití pro ověřování úrovně bezpečnosti. Dalším přínosem je včasné doporučení školení personálu. Díky tomu, že systém poskytuje přesné oblasti, ve kterých se zvýšil počet chyb v odbavovacím postupu, následně samostatně doporučuje provedení školení pro určitý proces/postup.

Přínosem pro odbavovací společnosti bude zpětná vazba od letiště, která bude obsahovat širší přehled o oblastech, v nichž vznikají chyby. Nastavená opatření pro nápravu zjištěných nebezpečí a chyb společností zvyšují nejen bezpečnost provozu, ale i výkonnost organizace, což v důsledku zlepšuje také jejich postavení na trhu. Včasné odhalení chyb předchází škodám na zařízeních odbavovacích společností a letadlech aerolinek.

Přínos pro letecké společnosti odvozuje od přínosu pro Ground Handling. Rozsáhlejší přehled o odbavovacím procesu a včasná nápravná opatření snižují pravděpodobnost výskytu opakovaných chyb, a tím snižují rovněž pravděpodobnost poškození letadla.

8. HODNOCENÍ DOPADŮ NÁVRHU NA SOUČASNÉ NASTAVENÍ A SMS

Dalším přínosem je to, že AI systémy v současnosti rychle rozvíjí a společnosti, provozující systémy, neustále zdokonalují je a otevírají nové možnosti systémů pro využití v dalších oblastech provozu letiště.

9. Závěr

Bezpečnost je a bude jednou z největších priorit letectví. Stále větší počet leteckých společností vyžaduje nejvyšší úroveň zabezpečení letišť, což má velký význam jak pro letiště, tak pro letecké společnosti a společnosti pro pozemní odbavování letadel. Systém řízení bezpečnosti je postaven na různých přístupech k rizikům, nebezpečím a chybám. S rozvojem nových technologií přichází na technologický trh stále více systémů, jež pomohou nejen analyzovat velké množství dat, ale také je využít v rámci široké škály leteckých procesů.

Umělá inteligence pro letectví není novinkou. Mnoho systémů se již vyvíjí a používá pro sledování bezpilotních letadel nebo například pro vylepšení a automatizaci systémů řízení letového provozu. Tato bakalářská práce je zaměřena na analýzu moderní technologie, která je založena na chytré inteligenci, pro sledování provozu na stáních letadel. Tento projekt může letišti pomoci nejen sledovat provoz, ale také přijímat zpracovaná data pro širší analýzu provozu, analýzu procesů a přijímání opatření pro zmírnění odhadnutých nebezpečí.

V této bakalářské práci byla provedená analýza využití automatizovaného systému pro sledování provozu na letišti v rámci SMS. Analýza procesu sledování provozu ukázala problematiku tohoto procesu a podle existujícího standardu byly proanalyzované objekty sledování. Pro analýzu moderní technologie na základě strojového učení byly vybrány dvě společnosti provozující automatizované systémy. Po provedených schůzkách se společnostmi byly upřesněny možnosti dvou systémů, které v souhrnu mohly sledovat 10,05% (ZeroG) a 18,45% (Assaia AI) sledovaných objektů a procesů ze zkoumaného checklistu ISAGO. Na základě konkrétních požadavků od Letiště Praha byl vybrán systém Assaia AI, který nejlépe odpovídal požadavkům na systém. Návrh procesu sledování provozu s pomocí AI systému obsahuje kroky od přípravy zavedení systému po samotný monitorovací proces a možnosti využití systému v dalším letištním procesu.

Letiště Václava Havla tento systém zaujal, a proto návrh, jak by tento systém fungoval za provozu a co by bylo potřeba pro jeho zavedení, byl postaven v podmínkách tohoto letiště. Proběhlo několik diskusí s odborníky i ředitelem bezpečnosti Letiště Praha, ze kterých bylo čerpáno mnoho informací o aktuálním sledování provozu a podmínkách zavedení tohoto chytrého systému.

Systém, který byl v této práci analyzován, lze použít pro další letištní procesy i pro hlubší analýzu a vybudování řetězce procesů souvisejících s využitím dat z tohoto systému pro řízení bezpečnosti. Tento faktor činí systém moderním a připraveným pro další navazující studium a implementaci pro letištní procesy. Příkladem je projekt společnosti Assaia AI nazvaný Turnaround Control, který se zaměřuje na řízení odbavovacích procesů z pohledu času pro analýzu a zlepšení výkonu, a projekt Stand Manager, který se zaměřuje na optimální přidělování stání letadla k letu a jeho lepší přehled a řízení.

Model sledování provozu sledovacím systémem měl určité omezení. Práce je omezená informací o monitorovacím procesu, technickém stavem letištní infrastruktury a dostupem k vnitřním

aspektům a procesům AI sledovacích systémů. Kvůli tomu, že práce má své limity v informačním a technickém směru, tato problematika může být rozšířená pro hlubší průzkum a navrhování projektu implementace automatizovaného systému včetně všech technických aspektů Letiště Václava Havla a úrovně kvality poskytovaných dat. Proto v oblasti safety táto práce může být začátkem další analýzy systému pro SMS procesy.

Literatura

- [1] ICAO. *Safety Report*, 2020. Dostupné z: https://www.icao.int/safety/Documents/ICAO_SR_2020_final_web.pdf
- [2] PELSSER, Albert. *The Portal history of ICAO*. [online]. [cit. 2021-05-22]. Dostupné z: <https://applications.icao.int/postalhistory/index.html>
- [3] Letecký předpis, *Řízení bezpečnosti, L-19*. [online]. [cit. 2021-05-23]. Dostupné z: https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-19/data/print/L19_cely.pdf
- [4] VITTEK, Petr. KRAUS, Jakub. SZABO, Stanislav *Moderní přístup k hodnocení provozní bezpečnosti v letectví*, Brno, CERM, 2016. ISBN 978-80-7204-944-8
- [5] Ing. František Vlček. *Směrnice CAA-FOD-01/2013: Poradní materiál k požadavku ORO.GEN.200 systém řízení*, 2013, 103 s. [cit. 2021-06-02]. Dostupné z: https://www.caa.cz/wp-content/uploads/2019/07/CAA-FOD-01_2013.pdf
- [6] KURZWEIL, Libor. *10th anniversary of SMS at Prague Airport*, 2017. Dostupné z: <https://www.internationalairportreview.com/article/37201/10th-anniversary-sms-prague-airport/>
- [7] Letiště Praha. *Safety*[online]. Dostupné z: <https://www.prg.aero/airport-safety>
- [8] SIMAU, Gift. *Why is monitoring and evaluation important?*, 2017, [online]. [cit. 2021-08-25]. Dostupné z: <https://www.scribd.com/document/351159045/Why-is-Monitoring-and-Evaluation-Important>
- [9] EASA. *Acceptable Means of Compliance (AMC) and Guidance Material (GM) to Part-ORO*, 2012, [online]. [cit. 2021-08-22]. Dostupné z: <https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/agency-measures-docs-agency-decisions-2012-2012-017-R-Annex-to-ED-Decision-2012-17-R.pdf>
- [10] ICAO. *Doc 9981, Procedures for Air Navigation Service - Aerodromes*, 2020. Dostupné z: http://www.icscc.org.cn/upload/file/20210609/20210609075754_51045.pdf
- [11] ACI World Operational Safety Sub-Committee. *Airside Safety HANDBOOK, 4th edition*, 2010. Dostupné z: https://applications.icao.int/tools/RSP_ikit/story_content/external_files/Airside%20Safety%20Handbook%202010.pdf
- [12] ICAO. *Doc 9859, Safety Management Manual (SMM)*, 2013. Dostupné z: <https://skybrary.aero/sites/default/files/bookshelf/5863.pdf>

- [13] ACI World Safety and Technical Standing Committee. *Safety Management Systems HANDBOOK, First Edition*, 2016. Dostupné z: https://applications.icao.int/tools/RSP_ikit/story_content/external_files/2016%20ACI%20SMS%20Handbook_WEB_FINAL.pdf
- [14] Copeland, B.J.. "artificial intelligence". Encyclopedia Britannica, 18 Mar. 2022. Dostupné z: <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence>. Accessed 5 July 2022.
- [15] Moor, J. (2006). The Dartmouth College Artificial Intelligence Conference: The Next Fifty Years
- [16] European Parliament. *Briefing. Artificial intelligence in transport*, 2019. Dostupné z: [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI\(2019\)635609](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI(2019)635609)
- [17] Assaia - *The Apron AI, 2019, Turnaround Timestamping and Awareness*, YouTube video.[24.05.2022]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=1Uvq2dWj7h>
- [18] Manuel Van Esch. *DeepTurnaround*. Prezentace na online schůzce: [online: 11.08.2021]
- [19] Jan Willem Kappes. *Risk Control*. Prezentace na online schůzce: [online: 12.03.2022]
- [20] VITTEK, P., PLOS, V. *Metodika pro vytváření indikátorů bezpečnosti a jejich využívání pro potřeby řízení bezpečnosti leteckých organizací*. Dostupné z: <https://www.mdcz.cz/Dokumenty/Veda-a-vyzkum/Certifikovane-metodiky/Letecka-doprava/Metodika-pro-vytvareni-indikatoru-bezpecnosti-a-je>
- [21] VITTEK, P., PLOS, V., NĚMEC, V. *Bezpečnostní indikátory - vývoj a využití v letecké dopravě*, 2012.
- [22] National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. *Guidebook for Airport Safety Management Systems*, 2009. Dostupné z: <https://airbossmac.com/ACRP%204-05%20Revised%20Final%20SMS%20Guidebook.pdf>
- [23] IATA. *ISAGO Standards Manual, 7th edition*, 2018, ISBN 978-92-9229-549-3
- [24] IATA. *IATA Ground Operations Manual (IGOM), 4th edition*, 2015, ISBN 978-92-9252-464-7
- [25] VOSS, W. Gregory *The CCPA and the GDPR Are Not the Same: Why You Should Understand Both*, 2021. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/348606611_The_CCPA_and_the_GDPR_Are_Not_the_Same_Why_You_Should_Understand_Both
- [26] Assaia - *The Apron AI, 2019, People Blurring Example*, YouTube video. [25.05.2022]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=dUBvjyhEmuM>

10. Seznamy

10.1. Seznam použitých zkratk a symbolů

SMS	Safety Management System - Systém řízení bezpečnosti
ICAO	International Civil Aviation Organization - Mezinárodní organizace pro civilní letectví
GASP	Global Aviation Safety Plan - Globální plán bezpečnosti letectví
SMM	Safety Management Manual
SLA	Stereolitografie
SSP	State Safety Programme - Státní program bezpečnosti
FOD	Foreign Objekt Debris - Úlomky cizích předmětů
VDGS	Visual Docking Guidance System
PANS	Procedures for Air Navigation Services
SDCPS	Safety Data Collection and Processing Systems
IATA	International Air Transport Association - Mezinárodní asociace leteckých dopravců
GSE	Ground Support Equipment
AI	Artificial Intelligence
GPU	Graphics Processing Unit
CPU	Central Processing Unit
SPI	Safety Performance Indicators - Ukazatele výkonnosti v bezpečnosti
ISAGO	IATA Safety Audit for Ground Operations
ORM	Organization and Management
LOD	Load Contro
PAB	Passanger and Baggage Handling
HDL	Aircraft Handling and Loading
AGM	Aircraft Ground Movement

CGM	Cargo and Mail Handling
IGOM	IATA Ground Operations Manual
AHM	Airport Handling Manual
ERA	Equipment Restriction Area
PCA	Preconditioned Air
GPU	Ground Power Unit - Pozemní zdroj elektrické energie
PPE	Personal Protective Equipment
GDPR	The Global Data Protection Regulation
CCPA	California Consumer Privacy Act
CCTV	Closed-Circuit Television - Uzávřený televizní okruh
GHD	Ground Handling

Seznam obrázků

1.1	Statistika incidentů za rok 2020 [1]	3
3.1	Proces auditu [13], [10]	13
4.1	Detekování objektů systémem AI [17]	16
4.2	Technické části systému ZeroG [18]	17
4.3	Aplikace ZeroG [18]	18
4.4	Aplikace Assaia AI [19]	19
5.1	Diagram SMS procesů safety monitoringu. Zdroj: vlastní	21
7.1	Rozmazávání personálu na obrázu u systému ZeroG [18]	29
7.2	Rozmazávání personálu na obrázu u systému Assaia AI [26]	30
7.3	Diagram SMS procesů safety monitoringu s využitím automatizovaného sledovacího systému. Zdroj: vlastní	35

Seznam tabulek

5.1	Příklad z ISAGO checklistu [23]	23
5.2	Analýza ISAGO checklistu [23], [24]	24
6.1	Analýza možností systémů.[23]	26
6.2	Možností sledovacích systémů	27
6.3	Analýza možností systémů - příklad neshopnosti.[23]	28
7.1	Porovnání požadavků na systém s jeho splněním. Zdroj: vlastní	32