

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Institut dopravy

Moderní technické bezpečnostní systémy pro
kontrolu osob na letišti

Modern Technical Safety and Security Systems for
Control of Persons at Airport

Student:

Bc. Ondřej Musil

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. František Martinec, CSc.

Ostrava 2017

Zadání práce

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Institut dopravy

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Ondřej Musil**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301T003 Dopravní technika a technologie
Specializace: 40 Letecká doprava
Téma: **Moderní technické bezpečnostní systémy pro kontrolu osob na letišti**
Modern Technical Safety and Security Systems for Control of Persons at Airport
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Cíl práce: Návrh použití nových technologií pro bezpečnostní systém pro kontrolu osob na letišti.

Obsah:

1. Analýza současných bezpečnostních systémů pro kontrolu osob na letišti.
2. Analýza možností využití nových technologií pro kontrolu osob na letišti.
3. Návrh použití nových technologií pro bezpečnostní systém pro kontrolu osob na letišti.
4. Ekonomická hlediska řešení kontroly osob.

Seznam doporučené odborné literatury:

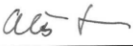
Volner, R., Martinec, F.: Bezpečnostní management v letectví. Ružomberok, Verbum 2013.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. František Martinec, CSc.**


Datum zadání: 09.12.2016

Datum odevzdání: 15.05.2017



doc. Ing. Aleš Slíva, Ph.D.
vedoucí katedry





doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci, včetně příloh, vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 10. 5. 2017



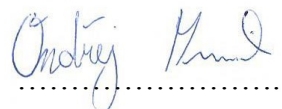
.....

Podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 10. 5. 2017



Podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce

Ondřej Musil

Adresa trvalého pobytu autora práce

Velká Strana 30

Háj ve Slezsku 747 92

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

MUSIL, O. *Moderní technické bezpečnostní systémy pro kontrolu osob na letišti*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2017, 73 s., Vedoucí práce: doc. Ing. František Martinec, CSc.

Cílem předložené diplomové práce je návrh použití nových technologií pro bezpečnostní systém pro kontrolu osob na letišti.

Úvod práce je věnován popisu vývoje a současné situace hrozeb pro bezpečnostní systémy letišť. První kapitola práce je věnována popisu používaných bezpečnostních zařízení pro kontrolu osob.

Další část se zabývá popisem aspektů a kritérií, které musí navrhovaný systém splňovat.

V závěru práce je představen schématický návrh systému spolu s popisem jeho vlastností a využitých technologií. Součástí toho je také popis ekonomických vlastností a dopadů.

ANNOTATION OF DIPLOMA THESIS

MUSIL, O. *Modern Technical Safety and Security Systems for Control of Persons at Airport*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Transport, 2017, 73 p., Thesis head: doc. Ing. František Martinec, CSc.

The aim of this diploma thesis is to propose the use of new technologies for security check of persons at the airport.

The introduction is dedicated to description of history and pointing out current situation of threats for airport security systems.

The first chapter describes current usage of security measures for personal and luggage check. Next part deals with aspects and criterias of the designed system.

The chart of the system introduced alongside with description of it's attributes and used technologies is found at the end of this thesis. Description of economic statements and impacts is also part of system proposal.

Obsah

Obsah.....	6
Seznam použitých zkratek.....	8
1. Úvod	10
2. Analýza současných bezpečnostních systémů pro kontrolu osob na letišti.....	13
2.1. Prostředky pro kontrolu osob	13
2.1.1. Kamerový systém	13
2.1.2. Odposlech.....	14
2.1.3. Řízená kontrola vstupů.....	14
2.1.4. Biometrie	15
2.1.5. Infrakamery – selekce nemocných.....	15
2.1.6. Pasová kontrola e-gate.....	15
2.1.7. Biometrické cestovní pasy.....	16
2.1.8. Kontrola otisku prstů	19
2.1.9. Spektroskopie kůže.....	19
2.1.10. Využití údajů o cestujících ke zvýšení bezpečnosti letecké dopravy a systém předběžného hodnocení cestujících.....	20
2.1.11. Systém Malintend.....	21
2.1.12. Terahertzové zobrazování	22
2.1.13. Detekční rámy	25
2.1.14. Personální rentgeny a skenery	28
2.1.15. Personální skenery založené na milimetrovém záření.....	31
2.2. Prostředky pro osobní kontrolu osob a zavazadel	32
2.2.1. Bezpečnostní rentgeny zavazadel.....	32
2.2.2. Přepážky pro vlastnoruční odbavení zapsaných zavazadel.....	39
2.2.3. Kontrola tekutin.....	40

2.2.4.	Detekce založená na spektrometrii pohyblivosti iontů.....	42
3.	Analýza možností využití nových technologií pro kontrolu osob na letišti	44
3.1.	Interpretace a požadavky na systém	44
4.	Návrh použití nových technologií pro bezpečnostní systém pro kontrolu osob na letišti	49
4.1.	Odlétající cestující	49
4.2.	Přilétající cestující	58
4.2.1.	Cestující pokračující vnitrostátním letem.....	58
4.2.2.	Cestující pokračující na mezinárodním letu	58
4.2.3.	Cestující vstupující do země z vnitrostátní linky	58
4.2.4.	Cestující vstupující do země ze třetí země	59
5.	Ekonomická hlediska řešení kontroly osob	61
6.	Závěr	66
7.	Seznam použité literatury	68
	Seznam použitých obrázků.....	71
	Seznam použitých tabulek.....	73

Seznam použitých zkratek

Zkratka	Anglický název	Český název
	Safety	Bezpečnost
	Security	Bezpečnost
LOS		Lehký Optický Systém
Lux		Jednotka intenzity osvětlení
CCTV		Uzavřený kamerový a dozorový systém
MHz		Mega Hertz
GHz		Gigahertz
ČSN EN		Československá norma Evropská norma
	Secure Flight	Bezpečný let
THz		Tera Hertz
	fingerprint	otisk
M		Metr
Ps		Pikosekunda
µs		Mikrosekunda
Km		kilometr
2D		2 dimenzový
TSA	Transport security administration	Úřad pro bezpečnost dopravy
Gy		Gray
SÚJB		Státní ústav jaderné bezpečnosti
sb.		sbírky
Cm		centimetr
Mm		milimetr
3D		3 dimenzový
ATR	Automatic Target	Automatické

	Recognition	rozpoznávání cílů
	e-gate	Elektronické brány
ICAO	International Civil Aviation Organisation	Mezinárodní organizace civilního letectví
JPEG	Joint Photographic Experts Group	
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory	Elektronicky mazatelná programovatelná paměť ROM
ISO	International Organization for Standardization	Mezinárodní organizace pro standardizaci
IEC	International Electrotechnical Commission	Mezinárodní Elektrotechnická komise
PKT	Public Key Infrastructure	
BCA	Basic Access Control	Řízení základního přístupu
PA	Passive Authentication	Pasivní ověření
AA	Active Authentication	Aktivní ověření
EAC	Extended Access Control	Rozšířené řízení přístupu
SAC	Supplemented Access Control	Doplňkové řízení přístupu
V		Volt
kV		kilovolt
ml		mililitr
RF		
min.		minuta
	Gate	brána
Kč		Koruna česká
	HUB	Rozbožovač
CT	Computer Tomography	Počítačová tomografie

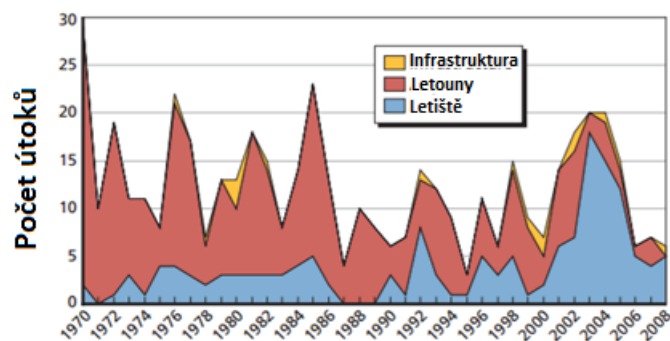
1. Úvod

Obchodní letecká doprava hraje významnou roli v životě téměř každého jedince na planetě a je nedílnou součástí národní finanční politiky většiny států. Důležitost letecké dopravy pro komerční i privátní sektor přináší obavy o tom, jaká je zde úroveň bezpečnosti a jak může být tento sektor zneužit k ideologickým či politickým protiprávním činům, ovlivňujícím jeho funkčnost, užitečnost, bezpečnost a ekonomický přínos.

První otázky bezpečnosti se začaly řešit s rozvojem letového provozu a na to návazným rozvojem letišť, který se odehrával po konci 2. světové války. Protiprávní činy v letecké dopravě byly v této době spíše ojedinělé. Postupem času síť letišť a leteckých spojení prošla velkým rozvojem a tím také atraktivita pro zneužití počínaje únosy v 70. letech 20. století. Následným hlavním impulzem k řešení letištní bezpečnosti byl rok 2001, kdy byly civilní letouny zneužity teroristickou organizací k útoku na veřejné civilní budovy. Tento akt zapříčinil rozsáhlou změnu ve struktuře předpisů týkajících se bezpečnostní kontroly i jejího provádění. V současné době je snaha o minimalizaci vzniku podobných situací prostřednictvím aktivního vyhledávání možných míst selhání, vývojem nových technologií pro kontrolu osob i zavazadel a sjednocování předpisové základny.

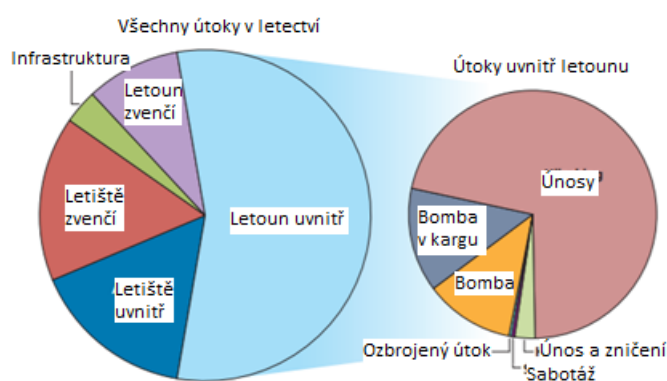
Bezpečnost je v rámci letecké dopravy rozdělena do dvou odvětví a to „safety“ a „security“. Pojmem „safety“ je myšlena bezpečnost osob, zvířat a věcí při vykonávání činností spojených s leteckou dopravou či provozem letiště a v této práci nebude dále rozebírána. Naopak pojem „security“ reprezentuje bezpečnost a ochranu před protiprávními činy. Technické bezpečnostní systémy pro kontrolu osob rozebírány v této práci budou vázány právě na bezpečnost typu „security“.

Na obrázku č. 1.1 lze vidět vývoj počtu teroristických útoků v rozmezí 38 let. Data jsou rozdělena podle barev do částí reprezentující místa útoku. Na první pohled graf vykazuje klesající trend, nicméně při bližším prozkoumání zjistíme, že se razantně změnil podíl útoků v letadle a na letišti. Rostoucí množství útoků na letišti signalizuje nedostatečnou úroveň rozvoje bezpečnostních systémů a proto je nutno se touto problematikou zabývat a posílit slabá místa celého odvětví bezpečnosti letecké dopravy.



Obr. č. 1.1: Vývoj teroristických útoků [1]

Na obrázku č. 1.2 je specifikováno rozdělení útoků. Pomocí bezpečnostního kvalitního systému lze snižovat útoky nejen ve vnitřních i vnějších prostorách letiště, ale také množství bombových útoků z nákladových prostor letadla nebo únosy, protože pokud se jedná o bombu, tak zcela jistě musela projít bezpečnostním systémem letiště. Podobně tomu je s únosy, které jsou ve většině případů realizovány za pomoci nebezpečných předmětů, které se opět dostanou do letounu skrz bezpečnostní systém letiště.



Obr. č. 1.2: Podílové zastoupení teroristických útoků [1]

Hlavním předmětem bezpečnostní kontroly osob je:

- kontrola pohybu osob na letišti a proniknutí do kritických zakázaných prostor,
- kontrola identity osob vstupujících a vystupujících z daného státu,
- kontrola zakázaných předmětů při vstupu do neveřejných prostor letiště,
- kontrola zakázaných předmětů v osobních příručních i zapsaných zavazadlech.

K realizaci zmíněných druhů kontrol částí leteckého přepravního procesu jsou neustále vyvíjeny nové technologie cílené na rychlejší a přesnější provádění kontrolních činností.

Původně byly principy fungování technologií založeny převážně na elektromagnetických zákonech a nutnosti přímé přítomnosti a asistence personálu, čím se také zabezpečovala dvojitá kontrola. Avšak s rostoucí spolehlivostí prvků prostředků kontroly a rozvíjející se automatizací bylo mnoho zaměstnanců nahrazeno samostatně pracujícími biometrickými či rentgenovými systémy. Cílem tohoto procesu redukování lidských zdrojů je primárně snížení provozních nákladů a tedy ziskovosti dané organizace.

K zabezpečení fungování celého bezpečnostního systému samozřejmě nestačí pouze vlastnit moderní zařízení pro kontrolu, ale je zapotřebí také vhodně uspořádat organizaci systému. Tím se rozumí vhodné implementování mezinárodních standardizovaných postupů a norem, aktivní vyhledávání slabých míst systému, adekvátní výběr a školení zaměstnanců, definování a rozdělení kompetencí a realizace zpětnovazebních procesů o funkci systému. Tato část realizace systému však nebude předmět práce. Práce se bude v první části zabývat teoretickým popisem současných i moderních či potenciálních technologií. V další části budou popsány požadavky na systém a poté konkrétně využity technologie z teoretické části pro návrh systému splňující tyto požadavky. V poslední části práce jsou srovnány vybrané finanční ukazatelé obou systémů.

Hlavním cílem práce je navrhnout bezpečnostní systém využívající vhodnou posloupnost řazení detekčních a kontrolních zařízení. Současně jsou stanoveny druhotné cíle práce, které mají zaručit, aby byl systém výhodnější pro provozovatele letiště z hlediska pravděpodobnosti odhalení nebezpečných předmětů, redukce provozních nákladů vzhledem k využívaným systémům a také pohodlnější pro cestujícího.

2. Analýza současných bezpečnostních systémů pro kontrolu osob na letišti.

Bezpečnostním systémem letiště se rozumí široké pojetí technických zařízení, lidských zdrojů a forem organizační struktury a řízení. Každá z těchto složek je nedílnou součástí systému a představuje místo pro zlepšování. Stejně jako je nutné renovovat technická zařízení používaná na letišti je potřeba také vzdělávat a cvičit zaměstnance a rozvíjet organizační strukturu vždy v závislosti na současné situaci, hrozbách, trendech vývoje nebo intenzitě provozu. Tato práce je však zaměřena pouze na část technickou, tedy popisuje a hledá možnosti inovace cestou využití technických prostředků.

Technologie jsou nepřetržitě inovovány a tento trend také zasahuje do oblasti letištních kontrol, proto je nutné tyto technologie využívat pro adekvátní zabezpečení současně vznikajících hrozeb plynoucích z jejich zneužívání.

2.1. Prostředky pro kontrolu osob

2.1.1. Kamerový systém

Pro přímé sledování pohybu a chování osob v okolí, ale také uvnitř objektu letiště se využívají kamerové systémy.

„Pro pozorování a monitorování větších územních celků za normálních i ztížených pozorovacích podmínek, kterými může být perimetr a přistávací a vzletová dráha letiště, byly vyvinuty mobilní pozorovací systémy. V ČR jsou v současné době používány dva systémy, mobilní pozorovací systém LOS (Lehký Optický Systém) a průzkumný a pozorovací komplet SNĚŽKA. Systém LOS sestává z denní přehledové a zaměřovací kamery s dosahem 5 až 10 km, infračervené kamery s dosahem 4 – 6 km, navigačního systému a soupravy GPS. Průzkumný a pozorovací komplet SNĚŽKA zahrnuje denní a zaměřovací kameru s dosahem 6 km, noktovizní kameru s dosahem 1,6 km, termovizní kameru s dosahem 9 km, laserový dálkoměr s dosahem 20 km, navigační aparaturu systém družicové komunikace. Vzhledem k tomu, že tento komplet může být použit i v krizových situacích, je vybaven radiolokátorem s dosahem až 33 km a vyvíječem mlhy.

Jednou z podmínek zřetelného vidění je dostatečné osvětlení pozorovaného objektu. Poklesne-li jeho hodnota pod mez, která je zpravidla 0,1 Lux, nelze objekt prostým okem pozorovat. Vzhledem k tomu, že nekoherentní světlo vydávané běžnými zdroji jako je Slunce, hvězdy, žárovky, výbojky apod. nelze přímo zesilovat, jsou využívány přístroje, které pozorování umožňují. Lze je rozdělit podle principu na noktovizory a termovize.“

„Uzavřený kamerový a dozorový systém (CCTV) je určen k monitorování daných prostorů pomocí kamer. Zajišťuje přenos a eventuálně záznam signálu pro další zpracování. CCTV systém je využíván k zajištění bezpečnosti návštěvníků a obsluhy, identifikaci osob vně i uvnitř objektu letiště, prevenci kriminality, dále sledují parkoviště a zprostředkovávají kontrolu nad technologickými procesy. Kamery lze vybavit noktovizory pro monitorování v noci nebo v situaci zamoření kouřem.“ [2]

2.1.2. Odposlech

Informace v rozhovorech cestujících, signály nebo akustické zvuky zařízení mohou poskytovat podpůrné informace pro hodnocení situace či osob komplexními systémy. V prostorách letiště jsou proto instalovány skryté mikrofony a detektory. Ideální postup je v množství šumů a slov pomocí algoritmu vyhledávat pouze určité zvuky a termíny z předem vytvořené databáze. Tento systém však nepokryje všechny jazyky a skryté významy slov. [2]

2.1.3. Řízená kontrola vstupů

„Systémy kontroly vstupu se spravují pomocí normy ČSN EN 50 133, která slouží k autorizaci, autentizaci a identifikaci osob. Úlohou přístupového systému je řízení přístupu osob do jednotlivých částí objektu a ochrana objektu letiště před neoprávněným vniknutím. V rámci režimové ochrany se kontrola vstupů a výstupů realizuje nejčastěji kontrolou průkazů fyzickou ostrahou doplněná jednoduchými kontrolními nebo signalizačními prostředky. Dále se využívá technická kontrola vstupu. Prověření osoby probíhá akusticky, vizuálně, vložením kódu, nebo dotýcný vlastní médium s nezbytnými informacemi. Identifikačním prvkem může být magnetická karta, číselný kód nebo čipový přívěsek. Jeden z těchto prvků má každý uživatel. Na dveře zabezpečených prostor se instalují magnetické kontakty. Pomocí snímače karet, kódovací klávesnice nebo bezdotykové čtečky hodnotí systém nárok ke vstupu do určitého chráněného prostoru. Systém zprostředkovává a zajišťuje technické pochody týkající se řízení pohybu osob po budově. Funkce systému kontroly vstupu zabezpečují hlídání a sledování polohy dveří pomocí zámkového kontaktu s aktivováním poplachu při násilném otevření dveří, monitorování otevření dveří prostřednictvím odchodového tlačítka, otevření dveří po přiložení příslušné karty ke čtečce. V objektu se účelně rozmisťují vstupní branky nebo turnikety s ovládáním pro průchozí osoby a s monitorováním průchodu osob do střeženého prostoru.“ [2]

2.1.4. *Biometrie*

Aplikace biometrie do oboru kontrol cestujících je nepopíratelně perspektivní. Využívá rysy jedinečnosti každé osoby. Hlavními identifikačními prvky využívané ke kontrole cestujících jsou zejména oko (duhovka, sítnice), struktura kůže, otisky prstů, geometrie ruky a stavba těla, barva hlasu ale také identifikace podle chůze (lokomoce). Hojně využívaná je také identifikace parametrů struktury obličeje. Identifikátor pracuje na základě promítnutí infračervené sítě na hlavu identifikované osoby, sejmutí zakřivení kamerou a přenesení dat do počítače. Počítač zpracuje nasnímané data a zhotoví v některých případech i 3D model hlavy. Na základě srovnání modelu s údaji uchovanými v biometrickém pasu je provedena kontrola. Identifikace podle parametrů obličeje je využívána v boji proti terorismu a trestné činnosti, dále také řízení vstupů do objektů či států. Pomocí snímání obličeje lze mimo jiné určit údaje, jako vlhkost rtů, očí a jiné tělesné parametry ke zjištění psychického stavu osoby. [2]

2.1.5. *Infrakamery – selekce nemocných*

V období epidemií, jakou byla například ptačí chřipka, byly na letištích při vstupu přilétajících cestujících dočasně instalovány kamery, disponující funkcí měření tělesné teploty, založeném na principu detekce intenzity infračerveného záření.

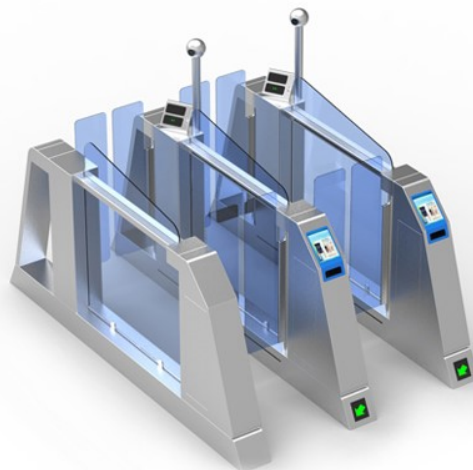
2.1.6. *Pasová kontrola e-gate*

Jedná se o samoobslužné automatické brány, které na základě porovnávání údajů uložených v čipu biometrického pasu s údaji snímanými kamerami a čidly realizují pasovou kontrolu. Jedná se o alternativu k přepážkám s pracovníkem celní správy. Realizace kontroly trvá zhruba 12 – 18 sekund. Hlavní výhodou nahrazování lidské pracovní síly automatickým zařízením spočívá ve snížení provozních nákladů na systém. K realizaci srovnání dat z dokumentu s daty nasnímanými je zapotřebí elektronický pas s biometrickými údaji.

Z hlediska historického vývoje byly prvotním systémem využívány databáze často cestujících osob a následné srovnávání jejich uloženého portfolia s realitou při kontrole totožnosti. Tento způsob byl poměrně zdlouhavý a nepraktický, proto velký rozvoj e-gate nastal s hromadným zaváděním elektronických cestovních pasů.

Zjednodušení a snížení nákladů tato metoda v současné době přináší pouze v případě vnitrostátních letů pro přilétající občany nebo například vnitroeurospécké lety pro občany EU. Po příletu z třetí země je často zapotřebí vyplnit imigrační formulář, který se následně

musí předložit pracovníkovi imigračního oddělení, pro další prozkoumání a v některých případech jsou požadovány dodatečné biometrické údaje, jako například otisky všech prstů, fotografie, apod. Potenciál je také ve využití občanských průkazů s integrovaným čipem místo cestovních pasů.



Obr. č. 2.1: E-gate pasová kontrola [3]

2.1.7. *Biometrické cestovní pasy*

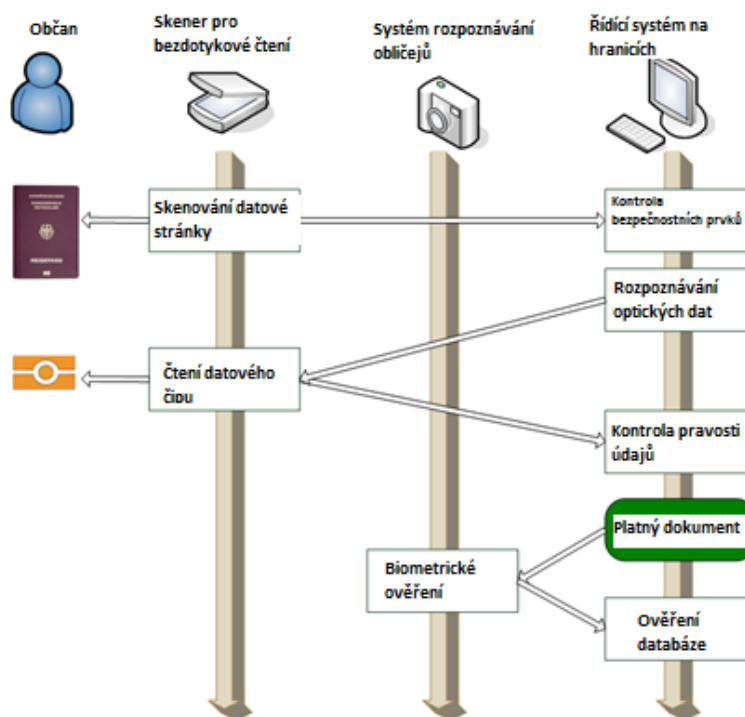
Tyto cestovní pasy jsou také známy pod názvem elektronický cestovní pas nebo digitální cestovní pas. Jedná se o kombinaci klasické papírové formy cestovního pasu se zabudovaným elektronickým čipem obsahujícím biometrické informace o držiteli. [4]

Tento pas využívá tzv. technologii bezkontaktní chytré karty, se zabudovaným mikroprocesorem a anténou. Konkrétní požadavky na parametry a charakteristiky samotného dokladu, ale i čipu v něm umístěném jsou definovány Mezinárodní organizací civilního letectví (ICAO) dokumentem 9303. ICAO také přesně definuje formát údajů (např. fotografie ve formátu JPEG) a komunikační protokoly. Údaje v čipu jsou uloženy na 32 kilobyte paměti typu EEPROM, tedy paměť určená pouze ke čtení dat a s možností jejich mazání. Funkce je řízena dokumentem ISO/EIC 14443, týkajícím se využíváním dokladů mezi různými státy a také různými výrobci cestovních dokladů. [5]

Základní informace jsou vytištěny na pasu i uloženy v čipu. Metoda, která zabezpečuje autentičnost dat a odolnost proti falšování se nazývá Public Key Infrastructure (PKI).

Mezi základní biometrické údaje, které jsou standardně využívány k identifikaci osob, patří:

- obraz tváře,
- otisky prstů,
- oční duhovka.



Obr. č. 2.2: Znázornění systému biometrických pasů [6]

Ochrana dat v biometrických pasech je zabezpečena pomocí několika opatření:

Nemožnost stopování – algoritmy pro odpovědi čipů na verifikační dotazy zařízení jsou nastaveny tak, aby každá odpověď byla realizována pod jiným, náhodným identifikačním číslem.

Basic Acces Control (BCA), neboli základní řízení přístupu využívá metod šifrování dat a chrání tak komunikační kanál mezi čipem a zařízením pro čtení.

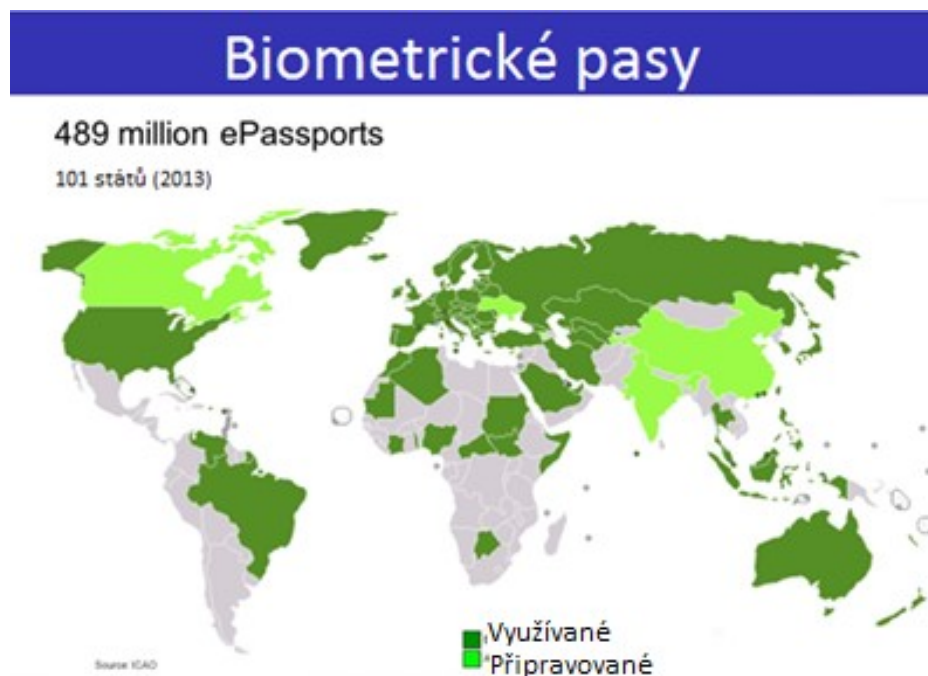
Passive authentication (PA) – pasivní ověření pravosti. Zde se v podstatě jedná opět o šifrovaný dotaz, kterým jsou ověřeny informace v čipu (zda nebyly změněny nebo upraveny). V čipu jsou uloženy unikátní kódy pro jednotlivé informace, jako jsou otisky prstů, fotografie atd. Tyto kódy jsou také uloženy v databázích vedených podle ICAO PKD (ICAO Public Key Directory) a při jejich srovnání je možno vyhodnotit shodu či rozdílnost. [7]

Active Authentication (AA) – aktivní ověření pravosti, využívá se primárně k zamezení kopírování čipů uložených v biometrických cestovních pasech. Každý čip obsahuje vlastní kód, který zařízením nelze přečíst ani zkopírovat, avšak jeho existence může být při důkladnější kontrole prokázána.

Extended Access Control (EAC) – metodou rozšířeného řízení vstupů se ověřuje oboustranná pravost, tedy čipu uloženého v dokladu, ale také čtecího zařízení. Tato metoda využívá silnější šifrování, než BAC a hlavním úkolem je ochránit data týkající se otisků prstů a duhovky. Celosvětově je využívání EAC volitelné, avšak v případě dokladů vydaných státy Evropské Unie po datu 28. června 2009 je užívání této metody povinné.

Supplemented Access Control (SAC) – metoda doplňkového řízení přístupu bylo představeno organizací ICAO v roce 2009 a jedná se o doplněk k metodě BAC, která je jako samostatná považována za slabou kontrolu. V budoucnu se plánuje, že tato metoda zcela nahradí BAC.

Mechanická ochrana před čtením, neboli štít čipu je využíván k ochraně před neautorizovaným čtením. V případě, že je doklad zavřen, vnější část čipu je potažena tenkým kovovým plátkem. Využití této metody je opět volitelné a není využíváno ve všech vydaných dokladech. [8]

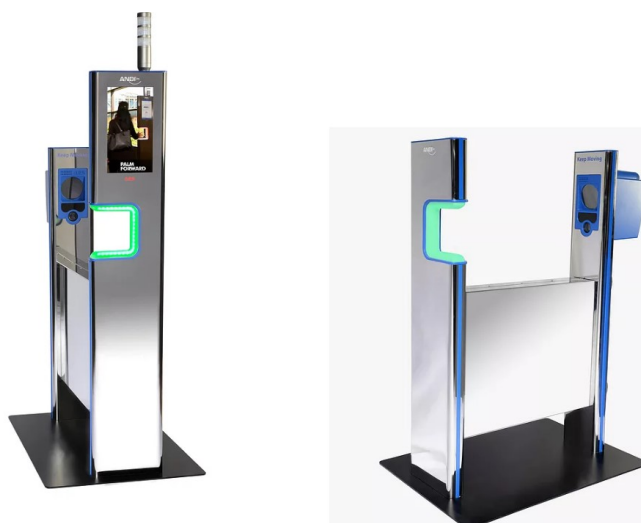


Obr. č. 2.3: Země užívající biometrické pasy [4]

Nedílnou součástí realizace automatických kontrol stále zůstávají policisté. Jeden policista je však schopen provádět dohled nad provozem až 5 bran současně.

2.1.8. *Kontrola otisku prstů*

Jedena z možných realizací kontroly unikátních vlastností každého člověka je snímání otisků prstů. Tato technologie v podstatě funguje na principu skenování tvaru povrchu kůže na prstech. Na základě hloubky a tvaru uspořádání povrchu je sestaven elektronický obraz. Využití této metody se postupně ve veřejných sektorech upouští z důvodu odmítání na základě hygienických důvodů. Revoluční přínos by pro toto odvětví mohla mít technologie bezkontaktního skenování, která je v současné době testována na letištích v Nizozemí. Cena zařízení je přibližně 25 000 USD a s jeho pomocí již bylo v Amsterdamu dosaženo kapacity 3 000 kontrolovaných osob za hodinu. [9]

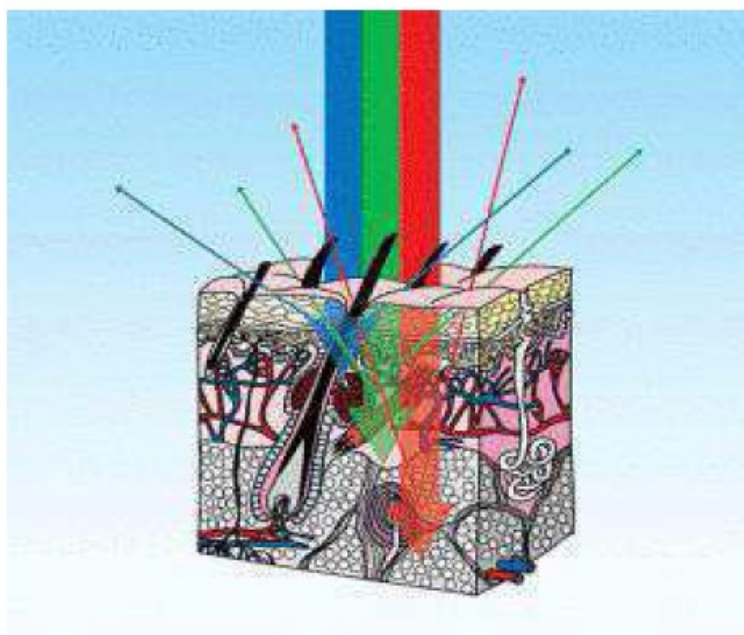


Obr. č. 2.4: Země užívající biometrické pasy [10]

2.1.9. *Spektroskopie kůže*

Zcela novým směrem rozvoje biometrických technologií kontroly osob je spektrometrie kůže. Metoda je založena na identifikaci podle lidské kůže. Lidská kůže je složena z několika vrstev, z nichž každá má své specifické charakteristiky (zvlněnost, tloušťka,...). Podobně jako v případě jedinečnosti otisků prstů, je i rozložení kapilárního lůžka a buněk pleťových vrstev unikátní u každého jedince.

Princip spektroskopie spočívá v ozáření vybrané části pokožky světlem o různých vlnových délkách. Ty se poté odráží a lámou v jiné vlnové délky světla, v jednotlivých vrstvách pokožky. Odraz je zachycován přijímačem složeným z fotodiód a následně předán k dalšímu rozboru a analýze. [11]



Obr. č. 2.2: Princip spektroskopu [11]

Aplikace tohoto principu je předpokládána ve spojení s dalšími biometrickými zařízeními (biologickými, radiologickými a explozivními snímači) a senzory sledujícími a vyhodnocujícími chování člověka. Cílem je definovat a vyčlenit potenciálně nebezpečné osoby. [11]

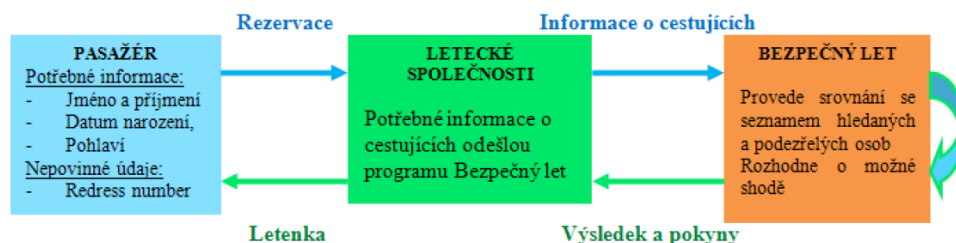
2.1.10. Využití údajů o cestujících ke zvýšení bezpečnosti letecké dopravy a systém předběžného hodnocení cestujících

Při neustálém trendu zvyšování nároků na bezpečnost letecké dopravy je jedním z možných směrů rozvoje zavádění systému předběžného hodnocení cestujících, v místech jeho absence. Princip funkce tohoto systému je propojení s rezervačními, odbavovacími, bezpečnostními a vyhledávacími systémy. Výsledný systém tak shromažďuje maximum možných informací o cestujícím od dopravců a následně je poskytuje k vytváření databází a následné analýze státními bezpečnostními složkami. Databáze je postupně doplňována o aktivity cestujícího.

Prvním průkopnickým systémem, založený na tomto principu byl sestaven v 90. letech 20. století v USA. Po dalším rozvoji a doplnění o další funkce byl v roce 2010 jako součást zákona o reformě výzvědných služeb a prevenci terorismu zaveden program pojmenovaný Bezpečný let (Secure Flight).

Totožnost a údaje každého cestujícího, který si zakoupí letenku, jsou pomocí utajovaného algoritmu porovnávány a ověřovány s údaji ve státních, komerčních

a kriminálních databázích, následně jsou také vyhodnocovány potenciální vazby na teroristické organizace. Zpětnou vazbou zaslanou leteckému dopravci je barevné ohodnocení cestujících podle předem definované stupnice, v závislosti na tom, jaké riziko představuje. [12]



Obr. č. 2.6: Proces programu Bezpečný let [12]

2.1.11. Systém Malintend

V případě velkých letišť, kudy každý den projdou tisíce cestujících, jsou čím dál vyšší požadavky na hromadnou kontrolu, ideálně ve veřejných prostorech letiště, protože ty představují vysoké riziko teroristických útoků z důvodů velké koncentrace osob (cestující a doprovod). Kontrolovat osobně každého cestujícího je poměrně náročné, proto výzkum spěje k automatické analýze a kontrolování fyziologických a behaviorálních znaků.

Za využití jemných senzorů systém snímá neverbální projevy těla (srdeční tep, tělesná teplota, rytmus dýchání atd.). V případě detekce odchylky od standardu, jsou data přenášena k podrobnější analýze a vyhodnocení, zda je osoba podezřelá a musí podstoupit detailnější testy.

Dalším krokem v kontrole je skenování kontrakcí obličejových svalů. Zařízení je schopno rozpoznávat, určovat a kvantifikovat projevy sedmi základních emocí.

Z časového hlediska je cílem provést bezpečnostní kontrolu osoby během intervalu 2 – 4 minut, často i rychleji.

Poslední část měření před vyhodnocením údajů je provedení měření pomocí snímacího zařízení očí feromonové technologie rozboru tělesného pachu. Systém by měl být na tolik citlivý a správně kalibrován, aby byl schopen při analýze naměřených údajů rozeznat mezi teroristou, spěchajícím a úzkostlivým člověkem podle intenzity pocení.

Jako podezřelé chování může být také považován způsob nákupu cestovního dokladu. V případě, že osoba zakoupí pouze jednosměrnou letenku a platí v hotovosti, může být

automaticky zařazena do skupiny určené k důkladnější kontrole, jelikož tento druh cestování není běžný.

V případě konečného vyhodnocení některého z cestujících jako podezřelou osobu, je proveden pohovor a důkladná kontrola bezpečnostní službou. [13]

2.1.12. Terahertzové zobrazování



Obr. č. 2.7: Terahertzový detektor [14]

Prostředky založené na využití THz frekvencí při zobrazování se v současnosti vyvíjí velmi rychle. Hlavními výhodami, díky kterým je v těchto technických prostředcích velký potenciál, jsou: terahertzové záření je neionizující, vzniká pouze vibračními a rotačními stavy molekul, a zároveň ponechává elektrický náboj nezměněný, tím je jeho využití výhodnější z hlediska bezpečnosti cestujících, než například záření rentgenové. Současně je také schopno prostoupit mnoha nevodivými materiály, jako například plast, guma, látky, tkáň. Tyto materiály zanechávají při kontrole THz zařízením typický otisk („fingerprint“). Násobně větší vlnová délka také potlačuje Rayleighův rozptyl, v porovnání s vlnovou délkou viditelného spektra.

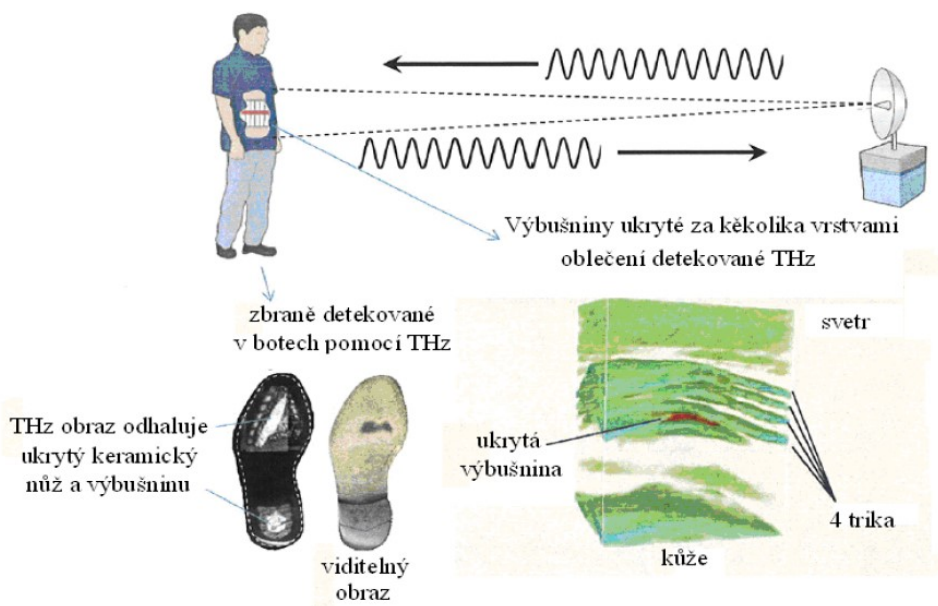
Obecně se zvyšující frekvencí klesá prostupnost, avšak ve většině případů je dostatečná ke vzdálené detekci předmětů ukrytých u/v osobách. [15]

Hlavní aplikací THz zobrazování v letecké dopravě bude detekce ukrytých výbušnin, zbraní u osob nebo v zavazadlech a poště. Místo pro aplikaci je také v kontrole biometrických údajů cestujících.

Princip identifikace

„Existuje několik charakteristických absorpčních rysů při frekvencích od 0 do 5 THz, což může být využito pro identifikaci konkrétní výbušniny nebo drogy. Hlavní

charakteristikou THz spektra je strmost absorpčního maxima zapříčiněného stavu fotonů přímo závislých na křišťálové mřížce. Tyto výsledky pochází z výsledků interakce molekul s intramolekulárními vibracemi. Vibrační stavy jsou jedinečnou a zřetelnou vlastností krystalických výbušných materiálů. Přítomnost mnoha rysů může být zapříčiněna rozptylem ze struktury o rozměrech srovnatelných s délkou THz vlny, což se obvykle vyskytuje v materiálech obsahujících vlákna nebo zrna.“ [16]



Obr. č. 2.8: Princip odhalování terahertzovými frekvencemi [16]

Metody detekce

Obecně lze rozdělit terahertzové zařízení na dva druhy:

- a) Vzdálené zobrazování
- b) Blízké zobrazování

Dále se systémy dělí na pasivní, které pouze snímají záření z okolí, až například ve vzdálenosti 25 m a aktivní systémy, které vysílají záření a přijímají jeho odraz.

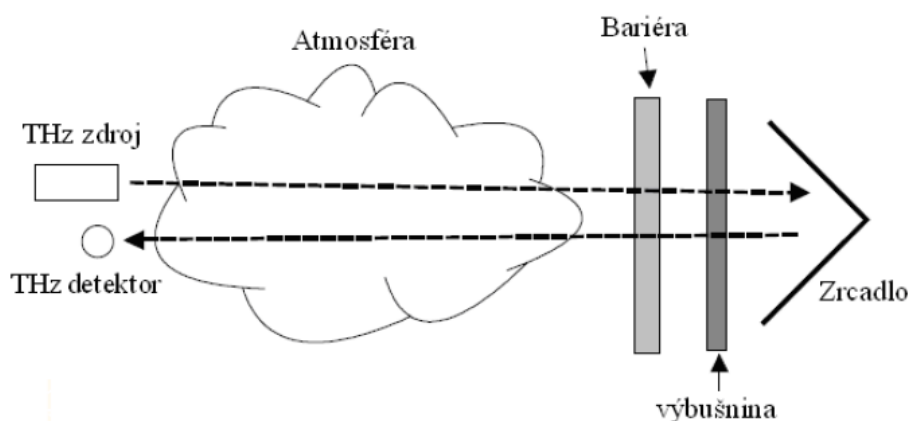
Zobrazování je zabezpečeno pomocí generování a detekce pulsním laserem nebo zařízením se spojitou rozdílovou frekvencí.

Pulsní lasery jsou více využívány v případě blízkého zobrazování a to díky jejich schopnosti získávat údaje o hloubce. Hlavní výhodou této časové závislé spektroskopie je, že poměrně obsáhlá spektrální informace (0,1 až 3 THz) je získávána v časovém rozmezí

jednoho p-sekundového pulzu. Stejně tak může být analyzován rozdíl příchoďů krátkých pulzů pro získání informací o hloubce.

Výhodu spojitých systémů představuje vysoký THz výkon při variabilních frekvencích. Úzké spektrální charakteristiky spojitých frekvencí kladou nižší nároky na měření díky úzkému spektrálnímu spojitému THz záření a také absenci dlouhé snímací zpoždovací linie.

Při potřebě vzdálené detekce je primárním parametrem pro učinění rozhodnutí o využití pulsního nebo spojitého konstrukčního typu zdroje potřeba šíření vyzařované energie skrz atmosféru. Pro vzdálenou detekci připadá v úvahu pouze omezené množství frekvenčních pásem. Zde se jeví výhodně pulsní systémy, jelikož se spektrum jejich THz pulsů rozprostírá přes několik pásem. Nevýhodu představuje fakt, že výkon nacházející se mimo daná pásma je rapidně pohlcován. V důsledku tohoto jevu může být velká část účinného výkonu v pulzu markantně redukována. Při šíření záření přes 2.4 m ovzduší s vysokou vlhkostí je čas 1 ps zvýšen na 30 ps. Při vzdálenosti 100 m čas vysoce převyšuje 100 ps. [16]



Obr. č. 2.9: Princip odhalování terahertzovými frekvencemi [17]

Hlavní perspektivou vývoje těchto systémů je vzdálená detekce nebezpečných předmětů. Při zvětšování požadovaného prostoru a vzdáleností působnosti od zdroje záření je potřeba brát v úvahu znečištění atmosféry (vlhkost, smog, prach, apod.). Z toho vyplývá, že měření na vyšší vzdálenosti je problematické a tyto systémy budou muset projít dalším zdokonalováním, například zesilováním zdrojů a zvyšováním citlivostí přijímačů.

Tyto systémy by následně mohly být umístovány do veřejných prostorů, ke vchodům do letištní haly. Rychlá kontrola v kombinaci se zmíněnou škálou detekovaných předmětů

by potenciálně mohla zamezit vzniku útoků ve veřejných prostorech, jakým byl například v Bruselu, roku 2016.

2.1.13. Detekční rámy

Nejrozšířenějším způsobem provádění bezpečnostní kontroly při vstupu do SRA zón na letišti je kontrola za pomoci rámových detektorů. V minulosti bezproblémově plnily svůj účel, protože většina zbraní byla z materiálu kovových slitin a tudíž pro její odhalení byly detektory kovů dostačující. Avšak s rozvojem technologií a zbrojařského průmyslu se objevila otázka zneužití nově vyvíjených zbraní v civilním prostředí. Jedná se například o plastické trhavinu, plastové, keramické či skleněné sečné a střelné zbraně, jejichž detekce byla klasickým způsobem obtížná, proto se doporučuje minimálně dvojitá kontrola, tedy kombinace klasického detekčního rámu a další technologie či postupu kontroly (detektor výparů, ruční kontrola zaměstnancem,...).

Technologie detekce je založena na fyzikální interakci budícího a elektromagnetického pole s kovy, které na rozdíl od ostatních chemických prvků mají specifické fyzikální vlastnosti.

Na základě principu detekce se detektory kovů dělí:

- detekce na bázi indukce vířivých proudů (detekce neferomagnetických kovů),
- detekce na bázi změn orientací magnetických domén (detekce feromagnetických látek),
- detekce na bázi relativního pohybu magnetu vůči cívice (detekce permanentních magnetů).

Konstrukčně mohou být detektory řešeny jako:

- ruční,
- průchozí (rámové).

Z hlediska vývoje se dělí do tří generací:

- detektory I. generace (systém s útlumem cívky rezonančního obvodu),
- detektory II. generace (frekvenční systémy),
- detektory III. generace (pulsně-indukční systémy).

Detektory I. generace

Detekční systém obsahuje jednu cívku. Kondenzátor udržuje rezonanční obvod tvořený cívkou v rezonanci. Ve chvíli, kdy se dostane cizí feromagnetická látka do elektromagnetického pole cívky, dojde k jejímu utlumení a změnám charakteristik rezonančního obvodu. Tuto interakci zapříčiní natáčení magnetických domén. V případě, kdy se do pole dostane neferomagnetický kov, dojde k utlumení cívky z důvodu naindukovaných Foucaultových vířivých proudů. Tyto detektory se již v současné době neužívají.

Detektory II. generace

Systém těchto detektorů obsahuje cívku budící a přijímací. V případě rámových průchozích detektorů se v jedné vertikální stěně nachází cívky vysílací a ve druhé stěně cívky přijímací. Budící cívka nepřetržitě vysílá sinusové magnetické pole. V okamžiku, kdy se mezi těmito cívkami nenachází vodivý předmět, je v přijímací cívce indukován proud o stejném sinusovém průběhu, jako proud budící. Vodivé těleso způsobí indukci Foucaultových vířivých proudů, které následně zapříčiní fázový posun indukovaného proudu v přijímací cívce, oproti proudu budícímu. Nevýhodou představuje nutnost pohybu vodivého předmětu kolmo na rovinu mezi budící a přijímací cívkou. V opačném případě nebude vířivý proud indikován.

Detektory III. generace

Moderní detektory obsahují stejně jako detektory II. generace budící a přijímací cívku, které jsou umístěny ve vertikálních stěnách rámového detektoru. V tomto případě však dochází k rychlému střídání fáze buzení a fází měření odezvy. Cívka budící je střídavě po dobu přibližně 0,5 ms napájena lineárně rostoucím proudem, který je následně velmi rychle snížen na nulu. Následně jsou vyhodnocovány signály z přijímací cívky po dobu zhruba 1,5 ms. V důsledku rychlého snížení budícího proudu je snížena také intenzita elektromagnetického pole na nulu a tím i indukovaného proudu v přijímací cívce.

Ve chvíli, kdy se nachází vodivé těleso mezi budící a přijímací cívkou, dojde k indukci Foucaultových vířivých proudů. Vířivé proudy následně klesají k nule, tudíž i intenzita elektromagnetického pole klesá, což je zapříčiněno nenulovým ohmickým odporem vodivého předmětu. V důsledku toho je v přijímací cívce indikováno časově závislé napětí. Průběh poklesu hodnoty intenzity elektromagnetického pole závisí na vodivosti tělesa (materiálu) a velikost (plocha kolmá na elektromagnetický tok).

Tento jev nastane i v případě, kdy se vodivý předmět nebude pohybovat kolmo na rovinu mezi přijímací a vysílací cívkou, což eliminuje nedostatek detektorů II. generace.

V případě, že se u kontrolované osoby nachází kovový předmět větších rozměrů, průchozí detektor vydá zvukový a optický signál. Tento krok slouží primárně k zjišťování střelných a chladných zbraní větších rozměrů. Pokud je detektor nastaven na vyšší citlivost, dovoluje vyhledávat také elektrické zdroje roznětných částí výbušných systémů. Detekce kovových pláštíků rozbušek je také možná, avšak časově náročná, protože je zde nutnost eliminace (odložení a prověření) většiny kovových částí oděvu kontrolované osoby. Moderní přístroje jsou vybaveny také optickou signalizací indikující přibližnou vertikální polohu objektu a stranu nebo střed těla v případě zónové detekce. Osoby, u kterých je přístrojem detekován vodivý předmět jsou vyzvány druhotné prohlídce pracovníkem bezpečnostní kontroly za využití ručního detektoru kovů k přesné alokaci předmětu. Z důvodu zvýšení bezpečnosti jsou rámové detektory nastaveny na namátkové prohlídky i v případě, že žádný vodivý objekt detekován nebyl. Tyto namátkové kontroly jsou realizovány zhruba v 10 % kontrol negativních na výskyt vodivého předmětu. Postup je následně stejný jako u předchozího případu. Náhodný výběr 10 % populace je záměrně přenechán na přístroji, jelikož není ovlivněn sociálními aspekty. [18]



Obr. č. 2.10: Průchozí detektor kovů [19]

2.1.14. *Personální rentgeny a skenery*

Jednou z možností aplikace moderních technologií, ke zvýšení bezpečnosti letecké dopravy jsou personální rentgeny. Ze zdravotního hlediska sice některé druhy vykazují horší parametry, než klasické rámové detektory, ale účinnost je nesrovnatelně vyšší. Je snaha, aby kontrolované osoby byly prozařovány v co nejnižší míře, která v současné době dosahuje hodnot menších než $2,5 \mu\text{S}$. Tato hodnota je přibližně ekvivalentem záření, které na člověka dopadne při dvouhodinovém letu ve výšce 10 km. Toto prozáření představuje prostředek k úplné kontrole a tím i prověření nepřítomnosti nebezpečných látek ukrytých v nitru těla. Pokud by se jednalo pouze o povrchovou kontrolu zakázaných předmětů ukrytých v oděvu, nikoliv v těle, bylo by dostatečné tělo ozářit rentgenovým paprskem o hodnotě $0,5 \mu\text{S}$, který tělem neprojde. Při vyhodnocování se měří zpětné rozptýlené Comptonovo záření. Značnou výhodou obou metod je zobrazování a vyhledávání, bez závislosti na materiálu předmětu.

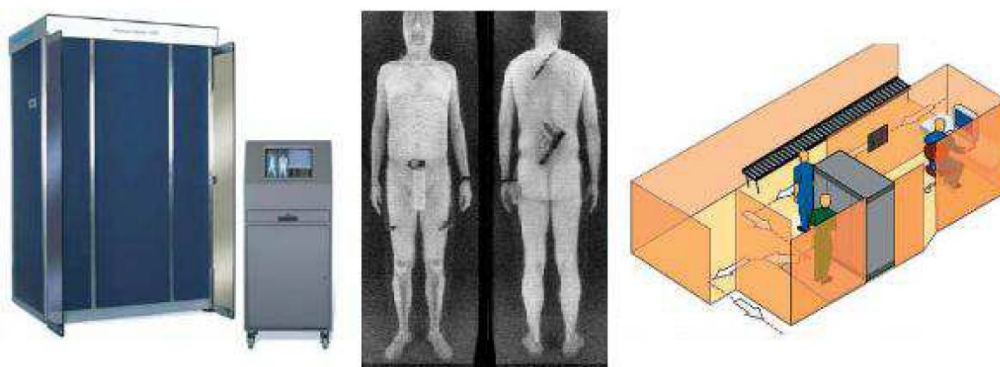
I přes svou technologickou vyspělost a výhodnost jsou veřejností tyto rentgeny z psychologického hlediska často odmítány a to z důvodu, že pracovník obsluhy rentgenu vidí obraz kontrolované osoby bez ošacení. Z tohoto důvodu byly Evropskou Unií vydány předpisy, kterými se tato kontrola musí řídit, vztažmo k ochraně soukromí. Základními jsou:

- kontrolu snímku musí provádět osoba stejného pohlaví jako kontrolovaná osoba,
- pracovník bezpečnostní kontroly vyhodnocující snímky se nachází z důvodu zachování anonymity v oddělené místnosti,
- obraz kontrolované osoby je rozmazaný, tak aby osobu nebylo možno identifikovat a zvýraznily se pouze ukryté předměty,
- ukládání ani tvorba databáze není možná, protože každý následující snímek nahradí předcházející a tím ho vymaže, pracovník nesmí u sebe mít žádná záznamová zařízení.

Vždy však musí mít cestující možnost odmítnout tento typ kontroly a podstoupit jiný, například ručním detektorem. Vedle vysoké důkladnosti kontroly je zde i časový aspekt, který je jednoznačně v tomto případě kontroly také výhodný, při délce trvání kontroly pouze několika sekund.

Stěny personálních rentgenů jsou sestaveny tak, aby žádné záření nepronikalo mimo kabinu a neohrožovalo tak zdraví okolních pracovníků a cestujících. V případě skleněných stěn bývá využíváno neprůstředné sklo.

V budoucnu je také možné uvažovat o propojení těchto rentgenů se spektrometrickou nebo jinou biometrickou kontrolou – pasová kontrola, tep, rytmus dýchání, oči. [20]



Obr. č. 2.11: Rentgenové pracoviště [20]

Jak již bylo zmíněno, na rozdíl od signálu mobilních telefonů nebo skenerů s milimetrovými vlnami je energie, emitována tímto typem skeneru ionizačním zářením, které rozbíjí chemické vazby. Toto záření je karcinogenní i v malých dávkách, avšak množství využívané v letištních skenerech lze považovat za zanedbatelné. Studie ukázala, že pokud by byl 1 milion lidí vystaven 520 kontrolám takového typu za rok, u populace by se objevila rakovina zhruba pouze ve čtyřech případech, na rozdíl od 600 nových případů pramenících ze zvýšené radiace obdržené během letu.

Na rozdíl od klasických rentgenových zařízení, které měří množství záření procházejícího přes objekt, toto zařízení funguje na principu měření záření odraženého od objektu. Tento typ se obecně používá v místech, kde je snaha o méně destruktivní zkoušky. Další výhodou spočívá v tom, že stačí kontrolovaný objekt ozářit pouze z jedné strany. Výstupem je 2D snímek.

Nicméně i přesto, že tyto systémy mají velký potenciál hlavně v rizikových oblastech, protože dokáží kontrolovat i vnitřní obsah tělesné schránky, byly zařízení fungující na tomto principu v Evropské Unii zakázány úřadem TSA (Transport Security Administration). V USA byl pro ochranu osobních údajů cestujících vyvinut software, který nahrazuje postavu kontrolované osoby smyšlenou kreslenou postavou. Systémy jsou vybaveny automatickým systémem rozpoznávání, proto tato záměna obrazu nepředstavuje problém z hlediska kvality provedení kontroly. [21]

Hlavním konkurentem a v tomto případě i pravděpodobně nástupcem tohoto zařízení jsou skenery založené na milimetrovém záření.

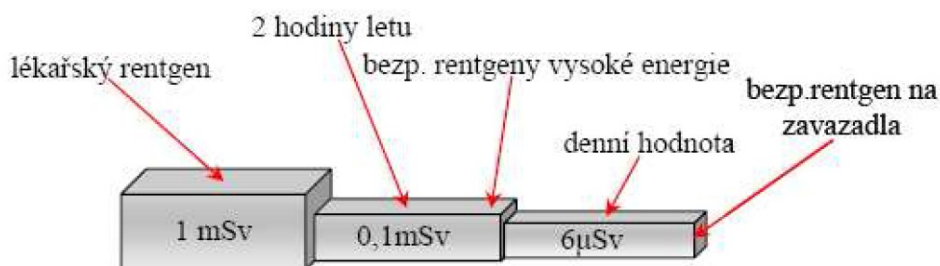
Ionizační záření

K určení velikosti a míry ionizačního (rentgenového) záření se využívá dozimetrie. Jedná se o fyzikální obor zabývající se měřením a stanovováním veličin určujících míru a velikost ionizačního záření. Základní veličiny ionizačního záření jsou uvedeny v tabulce níže: [22]

Veličina	Jednotka SI	Zvláštní název	Stará jednotka	Převodní vztah
dávka	$\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$	Gy (gray)	rad	1 rad = 0,01 Gy
dávkový ekvivalent	$\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$	Sv (sievert)	rem	1 rem = 0,01 Sv
aktivita	s^{-1}	Bq (becquerel)	Ci (curie)	1 Ci = $3,7\cdot 10^{10}$ Bq

Obr. č. 2.12: Veličiny ionizačního záření [22]

Veličina, která určuje energii ionizačního záření absorbovaného v látce, se nazývá dávka. Obecná jednotka dávky je definovaná jako 1 Gy – jeden gray. V praxi se také k vyjádření absorpce ionizačního záření v látce využívá příkon dávkového ekvivalentu, který je definován jako přírůstek dávkového ekvivalentu za čas s jednotkou $\text{Sivert} \cdot \text{h}^{-1}$. [22]



Obr. č. 2.13: Srovnání množství rentgenového záření [22]

Bezpečnostní předpisy spojené s využíváním rentgenových zařízení

Rentgenové zařízení využívají v provozu ionizační záření, které vždy představuje určité radiační riziko. Hlavním důvodem vzniku bezpečnostních předpisů týkajících se rentgenových zařízení je ochrana zdraví osob, které s ním přijdou do kontaktu.

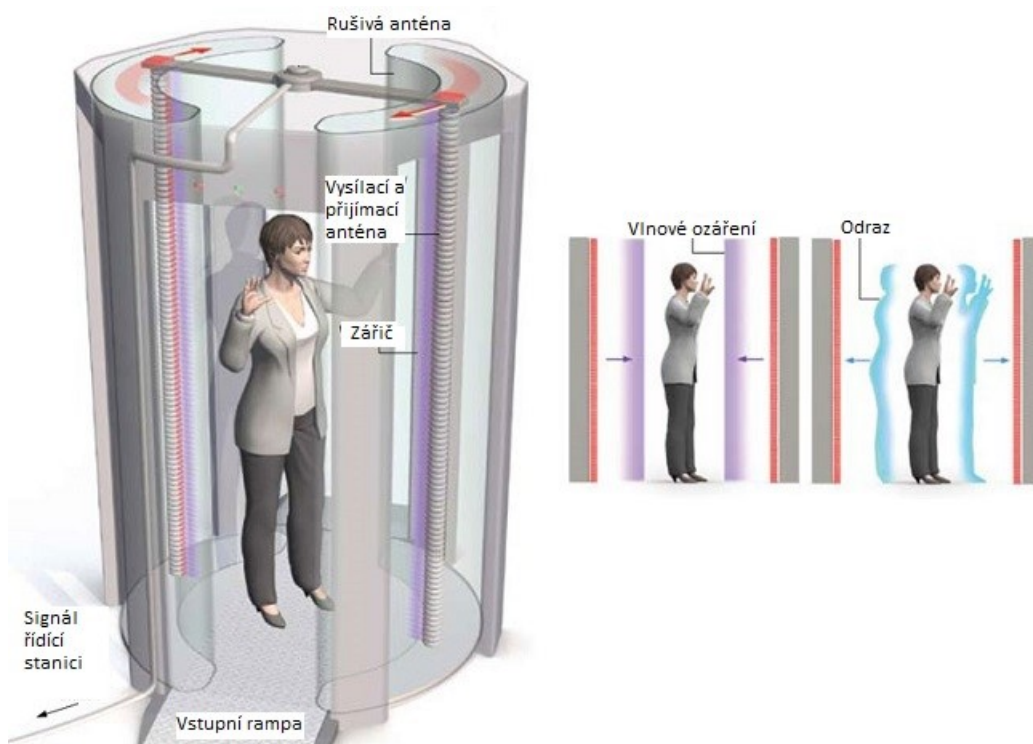
Bezpečnostní rentgeny jsou technické zařízení spadající do regulované sféry, kde se obecně řadí výrobky, které mohou bez dalšího přičinění ohrozit zdraví osob či majetku. Odvětví záležitostí regulované sféry jsou řízeny státem. Konkrétně je však

dohled nad zařízeními produkujícími ionizující záření delegován na Státní úřad pro jadernou bezpečnost. Primárním legislativním dokumentem vydaným SÚJB pro tuto záležitost je: Vyhláška státního úřadu pro jadernou bezpečnost o radiační ochraně.

Každý rentgen se zamýšleným využitím v České Republice musí obdržet povolení Státního úřadu pro jadernou bezpečnost. Stejně i dodavatel těchto zařízení musí být certifikován oprávněním k nakládání se zdroji ionizujícího záření. Samotný provoz rentgenových zařízení je řízen Vyhláškou o radiační ochraně č. 499/2005 Sb. [22]

2.1.15. Personální skenery založené na milimetrovém záření

Tyto zařízení, stejně jako předcházející jsou určena k letištní bezpečnostní kontrole osob za pomoci skenování a tím vytváření snímků cestujících. Také toto zařízení umožňuje odhalit objekty ukryté pod ošacením za využití elektromagnetického záření. Mimo letiště je tento systém často využíván pro kontrolu vstupu do vládních budov, prevencí ztrát, krádeží či pašování v továrnách, hraničních přechodech apod.



Obr. č. 2.14: Princip odhalování milimetrovými frekvencemi [23]

Pro kontroly je využíváno záření o extrémně vysokých frekvencích, řádově zde spadají frekvence 20 až 300 GHz (podmnožina mikrovlnného záření). Rozsah vlnových délek je mezi 1 cm až 1 mm.

Z konstrukčního hlediska mohou být tyto zařízení provedeny ve 2 typech – aktivní a pasivní. Aktivní skener ozařuje subjekt kontroly přímo, tzv. milimetrovými vlnami, pomocí dvou antén, které zároveň rotují kolem těla. Následně interpretuje odraženou energii, kterou vyhodnotí a zformuje do 3D obrazu.

Pasivní systémy vytvářejí obraz pouze pomocí zachycování okolního záření a záření emitovaného lidským tělem a ostatními objekty na něm.

Zásady týkající se ochrany soukromí jsou pro tento systém stejné, jako pro předcházející. Snímky jsou opět automaticky upravovány a kontrolovány buď na odděleném pracovišti, nebo v případě, že je systém vybaven automatickým rozpoznáváním cílů (ATR) je potenciální objekt lokalizován přímo zařízením za základě srovnání objektů uložených v databázi. [24]

Oproti předcházejícímu zařízení založenému na ionizačním záření představuje tento typ skeneru jednu hlavní výhodu, ale také jednu nevýhodu. Hlavní výhodou je zdravotní riziko, které je využitím neionizačního elektromagnetického záření eliminováno, avšak na základě toho, není skener schopen kontrolovat nitro tělesné schránky člověka.

Další zdravotní dopad, který je diskutován, avšak nedostatečně podložen je tepelné působení množství emitované energie na lidskou kůži.

Efektivita je u těchto systémů diskutabilní, zatím není znám žádný případ odhalení plánovaného teroristického aktu pomocí těchto zařízení. Také jejich finanční rentabilita je nízká z důvodu vysokých pořizovacích nákladů. Navíc je uváděna jejich špatná schopnost čtení skrz pot. V testovaných případech, kdy bylo simulováno nadměrné pocení, nastal falešný pozitivní poplach až v 54% případů. [25]

2.2. Prostředky pro osobní kontrolu osob a zavazadel

2.2.1. Bezpečnostní rentgeny zavazadel

Rentgenování patří v dnešní době mezi základní způsoby prověřování objektů. Spolu s dalšími technologiemi a postupy pracovníků umožňují prověřit obsah kontrolovaného objektu a odhalit tak nebezpečné předměty. Na letišti jsou rentgeny primárně využívány ke kontrole zapsaných a kabinových zavazadel, automobilů, poštovních zásilek, kontejnerů a nedávno se také hojně rozvíjí rentgeny osob.

- Rentgeny se skládají ze tří základních částí:
- zdroj záření,

- detekční část,
- zobrazovací část.

Při svém fungování rentgeny využívají rentgenové záření, které je specifikováno vlnovými délkami v řádech 10^{-10} [m]. Detekční část a zdroj záření jsou umístěny na protilehlých stranách kontrolovaného předmětu. Kontrolovaný objekt je ozařován zdrojem a detekční část je plocha za objektem. Podrobněji lze složení rentgenu popsat pomocí šesti částí:

- rentgenový zářič,
- zdroj elektrického napětí,
- korektor rentgenového záření,
- koncentrátor,
- filtr,
- rentgenový detektor.

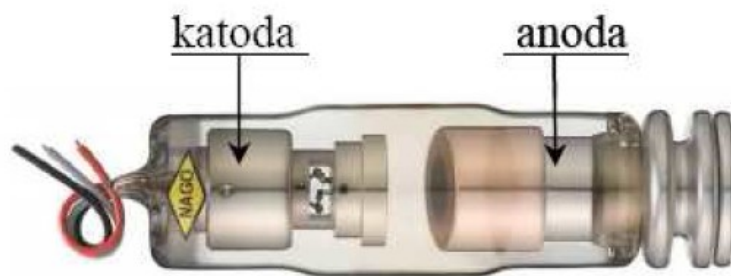
Rentgenový zářič

Tato část je v zásadě tvořena rentgenovou trubicí (rentgenka), která slouží jako přímý zdroj rentgenového záření. Rentgenka je složena z hermeticky uzavřené trubice s vysokým stupněm vakua, v jejíž ose jsou umístěny dvě elektrody – katoda a anoda. Zjednodušeně je možno si rentgenovou trubicí představit jako polovodičovou diodu s vysokým napětím v polovodičovém směru.

Katoda je tvořena vláknem ve spirálovitém tvaru, vyrobeného z materiálu s vysokým bodem tání. Pro své vysoké protonové číslo je nejvíce využíván wolfram. Anoda je tvořena trojvrstvou kruhovou plochou, z níž každá je vyrobena z jiného druhu materiálu. Povrch anody zpravidla tvoří tenká vrstva těžkého kovu, dále následuje vrstva materiálu s vysokou teplotou tání, který odvádí teplo vznikající při interakci dopadových elektronů. Poslední vrstva je základ celé anody.

Aby byla zabezpečena směrovost záření, tedy že bude vycházet z jednoho bodu anody, umísťuje se žhavé vlákno na katodě do fokusační štěrbiny. Tímto typem konstrukce se docílí jevu, kdy emitované elektrony letí v úzkém svazku a jejich dopad je na anodě lokalizován do jednoho určitého místa obdélníkového tvaru. Sklon anody 19° zajišťuje zkrácení dopadového ohniska. Z důvodu, že dopad elektronového paprsku je lokalizován stále do stejného místa a dochází tak k lokálnímu přehřívání anody a následnému poklesu

výsledného rentgenového záření, jsou dnes již využívány konstrukce s rotační anodou nebo typu Straton. [22]



Obr. č. 2.15: Konstrukce rentgenové trubice s rotační anodou [22]

Anoda je tvořena diskem rotujícím kolem své osy, díky tomu je dopad svazku emitovaných elektronů lokalizován vždy na jinou část anody, což má za následek rovnoměrné rozložení emitovaného tepla.

Otáčivý pohyb je založen na principu asynchronního motoru. Kovový váleček uložený v hrdle anody slouží jako rotor a je s anodou spojen pomocí hřídele. Cívky na stranách tvořící stator jsou buzeny střídavým proudem. K otáčení rotoru dochází vlivem elektromagnetické indukce. Počet otáček za minutu se pohybuje mezi hodnotami 3000 až 20 000. V místech, kde jsou zapotřebí vyšší rentgenové výkony je využívána anoda s dutinou, kterou protéká chladicí kapalina.

Zdroj elektrického napětí

Pro funkci rentgenového zářiče je zapotřebí zdroj vysokého napětí a zdroj žhavení, k čemu se využívá jednofázový síťový a žhavicí transformátor. Důvodem využití síťového transformátoru je potřeba převádět síťové napětí 230 V / 50 Hz na hodnoty napětí v řádech desítek až stovek kV. Jeho části jsou: primární a sekundární vinutí, usměrňovače, filtry, regulační prvky, a odrušovač. Žhavicí transformátor má za úkol přivádět na elektrody katody proud o velikost až desítek ampérů.

Korektor rentgenového záření

Touto částí se rozumí blok elektrických obvodů, které slouží k nastavování parametrů rentgenového záření. Mezi základní parametry se řadí: velikost anodového proudu a napětí. Změna anodového napětí se využívá k nastavování tvrdosti výsledného rentgenového záření. Pro nastavení anodového napětí je využíváno velké rozmezí hodnot. Se zvyšujícím

se anodovým napětím se zvyšuje také tvrdost záření. Čím je záření tvrdší tím je méně absorbováno materiály s vyšším protonovým číslem.

Intenzita záření vyzařovaného z rentgenky se nastavuje pomocí anodového proudu, který je ovlivňován změnou žhavicího proudu vlákna katody. V případě zvýšení proudu katoda emituje více elektronů, anodový proud následně roste, stejně jako intenzita vyzáření rentgenového záření.

Koncentrátor

Tato složka zabraňuje širokému rozptylu záření, při jeho šíření od zářiče. Je instalován jako součást krytu rentgenového zářiče, přičemž vycházející záření je na základě požadavků (tvaru koncentrátoru) transformováno do úzkého svazku.

Filtr

Filtr je určen k zachycování zvolené definované energetické úrovně rentgenového záření šířícího se od zářiče. Spojité spektrum rentgenového záření je ve své první části sestaveno z nízkoenergetických fotonů, které se označují jako měkká složka.

Cílem umístění filtru je zachycení této složky, která by způsobovala na detektoru rušení. Propuštěná je tedy pouze tvrdá složka.

Rentgenový detektor

Tato část rentgenového přístroje plní funkci podkladu pro vyhotovení rentgenového snímku, nachází se za ozařovaným objektem, naproti zářiči. Při rentgenování prochází emitované záření kontrolovaným objektem, kde je část fotonů pohlcena a zbytkové fotony dopadají na detektor. Hlavní roli zde opět hraje energie vyzářených fotonů a protonové číslo materiálu kontrolovaného objektu.

Používají se dva druhy filmů:

- a) klasický, který je po pořízení snímku potřeba vyvolat, nebo
- b) film tvořen speciální světlocitlivou maticí, kde výstupem je převedené dopadající rentgenové záření na elektrické signály.

Detektory se dělí na analogové, které jsou tvořeny filmy s paměťovými fóliemi a digitální, které jsou tvořeny polovodičovými maticemi.

Hlavní atributy definující kvalitu detektoru jsou expozice, kontrast a ostrost. Expozice je čas, po který musí být detektor vystaven rentgenového záření. Tento čas je závislý na anodovém proudu rentgenového zářiče. Detektory s kratší dobou expozice produkují

kvalitnější snímky. Kontrast detektoru je definován jako poměr mezi nejtmaším a nejsvětlejším místem snímku. Finální kvalita rentgenového snímku je závislá na ostrosti, tedy rozlišovací schopnosti.

Stínění

Tento prvek je určen k zabezpečení ochrany proti úniku rentgenového záření do okolí a tím snížení rizika újmy na zdraví osob. Je povětšinou zhotoven z wolframu nebo olova, z důvodu jejich vysoké hustoty a schopnosti zachytit téměř všechny vyzařené fotony. Tloušťka stínění je závislá na energetických parametrech použitého záření.

Z konstrukčního hlediska mohou být rentgeny přenosné, pásové nebo rentgenové komory. Pro tuto práci jsou však zásadní pouze pásové rentgeny.

Pásový rentgen pro kontrolu zavazadel

Pro kontrolu zapsaných a kabinových zavazadel je nejrozšířeněji využíván pásový rentgen. Ať už se jedná o zavazadlo zapsané nebo kabinové, je vždy vloženo na pásový dopravník, na kterém projede přes tunel. Kontrolovaný předmět je běžně ozařován v rovině kolmé na dopravníkový pás, avšak některé z rentgenů využívají metodu zpětného rozptýlení, detekční plocha je tedy umístěna na straně zdroje. Po ozáření předmětu je obraz vyhodnocen jednak pracovníkem na základě obrazu ze zobrazovací části, ale současně také automaticky zařízením, které dokáže na základě barevné škály rozlišit např. organické, anorganické a kovové předměty. Zařízení je schopno vyhodnotit předměty s vysokou hustotou, často střelné zbraně, ruční granáty, ale tento výstup slouží pouze jako pomůcka pro operátora, protože automatické vyhodnocení monochromatického obrazu je stále považováno za nepřesné. [22]



Obr. č. 2.16: Pásový rentgen [26]

Tyto rentgeny mají na rozdíl od rentgenů zdravotnických nebo určených pro kontrolu materiálů pár odlišností. Rentgen pro kontrolu zavazadel je použit podobný, jako pro nedestruktivní kontrolu, tedy přibližně s výkonem 150 kV. K detekci je využíván jednořádkový polovodičový detektor. Na základě konstantní rychlosti pohybu kontrolovaného předmětu je počítač schopen z jednořádkového detektoru konstruovat celý obraz. Proti rozptýlenému záření je svazek velice úzce vystíněn kolimátorem.

Zásadní rozdílnost představuje způsob zobrazování. Klasické zobrazení rentgenových snímků je černobílé, avšak v případě letištní kontroly nejsou kladeny velké nároky na malá rozlišení, ale na zvýraznění míst, kde je záření nejvíce absorbováno. Z tohoto důvodu se používají barevné monitory. Snímek je vytvořen v odstínech šedi a následně jsou jednotlivým úrovním přiřazeny barvy (pseudobarevné zobrazení). To umožňuje, na základě znalosti barevné škály, velmi rychle a jednoduše určit předměty s vysokou absorpcí (kovové předměty, zbraně). V praxi se také využívá vizuální či akustické upozornění v případě výskytu specifické barvy. I přes výhodnost barevného zobrazení se povětšinou využívá duální provoz monitoru se zobrazením barevným a černobílým. Snímky jsou digitalizovány a po provedení kontroly archivovány.



Obr. č. 2.17: Srovnání snímků [27]

Z důvodu, že existuje mnoho druhů průmyslových i vojenských výbušnin, které mají rozličné hustoty a protonová čísla, nastává problém, že se může vyskytnout látka (často organického původu), jejíž hustota a průměrné protonové číslo se budou s nějakým druhem výbušniny shodovat.

Každý pracovník obsluhy rentgenového zařízení musí být adekvátně proškolen na praktický provoz, a také mu musí být předány znalosti o funkci rentgenových zařízení a způsobu zobrazování, druhu maskování apod. K udržení pozornosti a eliminaci snížení motivace důkladné kontroly, způsobené monotónností práce nebo časovým tlakem v době

špičky, jsou pracovníkům bezpečnostní kontroly v určitých intervalech do obrazu automaticky zařízením přikreslovány zakázané předměty. Úkolem zaměstnance je tyto předměty odhalit a tím splnit namátkový test. V opačném případě, pokud pracovník neprojde několika testy, musí být vyslán na školení a důkladnější prověrku, kde jsou prověřeny jeho schopnosti. [27]

Inovace v konstrukci rentgenů přinesla využití rotujícího zářiče, známého jako CT skener. Zavazadlo projíždí tunelem jako v případě klasického zařízení, avšak rychlost je nižší a zářič kontroluje zavazadlo po celém obvodu. Tomografie využívá zobrazování v řezech, tedy strukturní zobrazování stavby objektu bez jeho fyzického narušení. Tuto metodu v současné době nelze využívat pro kontrolu každého cestujícího, i přes přínos úspory pohodlí ve smyslu eliminace nutnosti vytahovat elektronické zařízení a tekutiny před vložením do zařízení. Místo provádění bezpečnostních kontrol na letišti představuje úzké místo systému, kde se kumulují cestující. Rozhodujícím parametrem rychlosti odbavení cestujících je právě čas pro kontrolu příručních zavazadel, který v některých případech může trvat až řady minut na rozdíl od osobní kontroly cestujícího, která zabírá řádově sekundy. Z toho vyplývá nutnost redukce tohoto času, který zabezpečí redukci prostoru a potřebného personálu pro odbavení celkového počtu cestujících.

2.2.2. Přepážky pro vlastnoruční odbavení zapsaných zavazadel

Rozvoj letištní infrastruktury a obecně růst přepravených cestujících v letecké dopravě si pro udržení rentability také žádá zavádění nových systémů pro odbavení zapsaných zavazadel.

Princip je podobný klasické odbavovací přepážce, kde zavazadla následně putují ke kontrole pomocí rentgenu popsaného v předchozí kapitole. Přepážka je však tvořena pouze prostorem, kde cestující odloží své zavazadlo na dopravník a počítačem s displejem umístěným na straně přepážky, odkud je cestující instruován a dostává pokyny k provedení odbavení. Poté, co cestující umístí zavazadlo na dopravník a naskenuje QR kód ze své palubní vstupenky nebo mobilního telefonu je zavazadlo zváženo, zda vyhovuje váhovým limitům pro daný tarif. Cestující je následně vyzván ke kontrole osobních údajů a dále je vytištěn zavazadlový pásek, který si cestující vlastnoručně přilepí k zavazadlu.



Obr. č. 2.18: Samoobslužné check-in přepážky [28]

Klíčovými přínosy tohoto systému jsou:

- a) Snížení potřebných počtů zaměstnanců. Průměrně na dvanáct přepážek je zapotřebí pouze jeden zaměstnanec pro řešení problému popř. instruování nezkušených cestujících.
- b) Redukce prostorové náročnosti. V novém systému se nepočítá s místem pro zaměstnance u každé přepážky, což může ušetřit i 2 metry šířky pro každou dvojřadu. V případě velkých letišť mohou úspory představovat i desítky metrů. Tyto prostory mohou následně sloužit ke komerčnímu účelu, dalšímu rozvoji při růstu dopravy nebo v případě projektování nových letišť tato úspora představuje snížení ceny výstavby a provozních nákladů na vytápění, klimatizování a osvětlení.

- c) Snadná instalace. Jak již bylo zmíněno, návazné systémy dopravníků a rentgenů jsou totožné, proto se jedná pouze o změnu interface s cestujícím.
- d) Krátké časy odbavení. V počátku zavádění těchto systémů se počítalo se 100 sekundami na kompletní odbavení jednoho cestujícího, který se v praxi snížil na 65 sekund. V případě často létajících cestujících je průměrný čas odbavení 30 sekund. Tyto časy se budou pravděpodobně nadále snižovat, z důvodu růstu operativní znalosti systému cestujícími.
- e) Fungování 24 hodin denně, tedy žádná závislost na nedostatku personálu. Tato výhoda také do určité míry kompenzuje nutnost pronájmu přepážky a personálu malými společnostmi, protože přepážka je schopna v závislosti na propojenosti dopravníkového systému odbavovat lety kombinovaně.
- f) Možnost plánování odbavení na odlehlých místech, jako jsou například parkoviště, smluvní řetězce hotelů apod.

Samozřejmě tento systém přináší také určité nevýhody. Jedná se například o pořizovací náklady a instalaci systému. Dále je pravděpodobné, že někteří business cestující budou požadovat nadstandartní servis a budou preferovat klasický druh odbavení, kde úkony odbavení vykoná zaměstnanec.

I tento systém může být doplněn o biometrickou identifikaci cestujícího při odkládání svých zavazadel namísto identifikace pomocí palubní vstupenky.

Zjistěte musí být sestaven tým pracovníků určených k údržbě zařízení a pro situaci případného výpadku systému. V této situaci by přestalo fungovat celé letiště, pokud by se spoléhalo pouze na samoobslužný systém.

2.2.3. *Kontrola tekutin*

Cestování leteckou dopravou je spojeno se zákazem vnášení tekutin z veřejných prostor letiště do části neveřejných s objemem převyšujícím 100 ml, navíc umístěných v neprodyšném sáčku o objemu maximálně 1 000 ml. Prostřednictvím tohoto opatření je snaha docílit, že tekutina neobsahuje nebezpečné látky. Tento proces eliminace je ovšem nevlídně přijímán cestujícími. Nově zaváděné technologie však umožňují detekovat nebezpečnou tekutinu při vnější kontrole láhve, která z časového hlediska zabere pouze 1 – 3 sekundy. Chyba je většinou výrobců uváděna v 0,4 – 5 % případů v závislosti na druhu kontrolovaného obsahu. Vyšší výskyt chyb je v případě alkoholických výrobků.

Výhodou tohoto druhu zařízení je, že nepracuje s ionizačním zářením a není tedy škodlivé pro zdraví osob. Při kontrole jsou využívány technologie dvou módového RF mikrovlnného, infračerveného záření a gravimetrické snímací technologie. [29]



Obr. č. 2.19: Detektor tekutin [29]

Na pozitivní a negativní ekonomický dopad praktického zavedení tohoto systému lze pohlížet ze tří úhlů:

- a) Zvýšení pohodlí cestujících, zlepšení povědomí o letišti, spokojenost s odbavením a možná preference při příští cestě.
- b) Snížení dopadů na životní prostředí, jelikož jsou před bezpečnostní kontrolou cestujícími vyhazovány někdy i plné láhve, což zvyšuje produkci odpadů, které jsou sice často recyklovatelné, ale jejich zpracování přináší další potřebné návazné činnosti, jako je sběr pracovníky letiště, svoz a následná recyklace. Některé z těchto činností přinášejí také zvýšené náklady pro provozovatele letiště. Avšak případné snížení těchto nákladů, by bylo nahrazeno, ne-li převýšeno částkou na zavádění tohoto systému, proto zde zůstává pouze faktor environmentální, který je v rozporu s bodem 3.
- c) Z hlediska provozovatele letiště je důležitý zisk, který se potažmo k této problematice může snížit, v případě že cestující nakoupí tekutiny mimo prostory letiště a následně je bude konzumovat v neveřejné části letiště. Naopak současný zákaz vnášení tekutin z veřejné do neveřejné části letiště, který je stále využíván ve většině případů a vyvolává potřebu nákupu v obchodech neveřejné části. Prodejce je následně více

motivován v těchto prostorách umístit svůj obchod nebo restauraci a provozovatel letiště si může dovolit požadovat vyšší nájem. Také provozní výnosy z prodeje mohou mít dopad na provozovatele letiště, v případě, že uplatňuje nájem fixní sazbou v kombinaci s procentuálním odvodem zisků.

Z hlediska provozování letiště bude pravděpodobně uvažováno mezi bodem 1) a 3). Zde však hraje významnou roli sociální situace a postoj cestujících k tomuto problému.

2.2.4. Detekce založená na spektrometrii pohyblivosti iontů

Tato metoda je v současné době z technologického hlediska velmi rozvíjena, protože umožňuje odhalování drog, výbušných látek a střelných zbraní s poměrně vysokou přesností.

Princip této metody je založen na analýze stopových částic ve vzduchu. Zařízení pracující na tomto principu mohou být z konstrukčního hlediska podobné průchozím detekčním rámcům nebo také zmenšené přenosné zařízení pro analýzu stěrů z kůže nebo ošacení.

V případě konstrukce průchozího zařízení je vzduch obsahující stopové částice nasáván do komory, kde probíhá ionizace za pomoci slabého radioaktivního zářiče a tím vznikají reakční ionty. Následně proběhne interakce s dalšími molekulami detekované látky a vzniknou produkční ionty. Tím vznikají záporně a kladně nabitá fragmenty o různé pohyblivosti a hmotnosti. Dále se zde nachází elektricky nabitá vstupní mřížka, která brání iontům vstoupit do vlastní driftové trubice.

Vstupní mřížka je otevírána ve předem určených intervalech pouze na velmi krátkou dobu, přibližně 200 μ s. Při otevření vstupní mřížky jsou ionty přitahovány silným elektrostatickým polem driftovou oblastí při atmosférickém tlaku proti proudu driftového plynu k elektrodě kolektoru. Při tomto pohybu se srážení s molekulami proudícího driftového plynu. Ačkoliv jsou všechny ionty přitahovány stejnou silou elektrostatického pole, jejich různá hmotnost má za následek rozlišnou rychlost pohybu. Srážky s molekulami driftového plynu v různých hodnotách zrychlení v důsledku ovlivní rychlost proudění.

Na základě toho, že každý z iontů má specifickou iontovou pohyblivost, dosáhnou skupiny jednotlivých iontů kolektoru v různém čase. Množství dopadajících iontů v každý okamžik vytváří funkční závislost zesilování a úbytku proudu na kolektoru v čase. Tato závislost je nazývána plazmagram.

V případě mobilních detektorů je princip podobný s tím rozdílem, že výpary jsou sebrány stěrem pomocí kusu speciálního papíru z povrchu kontrolované osoby či předmětu a následně umístěny do zařízení, kde proběhne stejný proces ionizace.



Obr. č. 2.20: Zařízení pro analýzu výparů [30]

Na detektorech mohou být nastaveny dva módy:

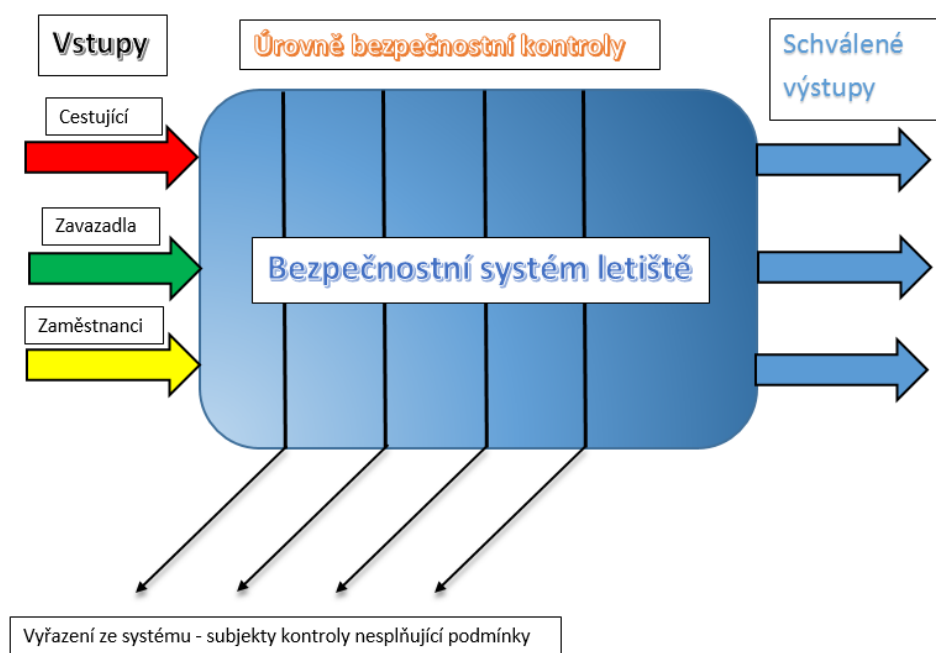
- a) mód pro záporné ionty výbušnin,
- b) mód pro kladné ionty drog.

Z analýzy výparů přístroj vyhodnotí, zda osoba či věc přišli v nedávné době do kontaktu s výbušnou látkou či drogou. [30]

3. Analýza možností využití nových technologií pro kontrolu osob na letišti

3.1. Interpretace a požadavky na systém

Bezpečnostní systém letiště může být interpretován jako systém obsahující množinu vstupujících členů (cestujících, jejich zavazadla, zaměstnanci) a proces selekce v něm probíhající za využití technických prostředků a sociálně behaviorálních poznatků s cílem vyloučení potenciálně nebezpečných cestujících z přepravy.



Obr. č. 3.1: Schéma fungování bezpečnostního systému [autor]

Sekundárním cílem je také snížit celkový dopad procesu kontrol na cestující, jelikož v současné době jsou na velkých letištích instalovány systémy, pro maximalizaci bezpečnosti, avšak časová a prostorová náročnost je často vysoká a prodlužuje tak čas cestujícího při odbavení. Tento jev může mít dopad na provozovatele letišť z hlediska snížení potenciální kapacity ve špičce. Vhodným uspořádáním a využitím efektivních, neredundantních technologií, je možno zvýšit nejen úroveň bezpečnosti, ale také velikost toku cestujících a zároveň snížit provozní náklady.

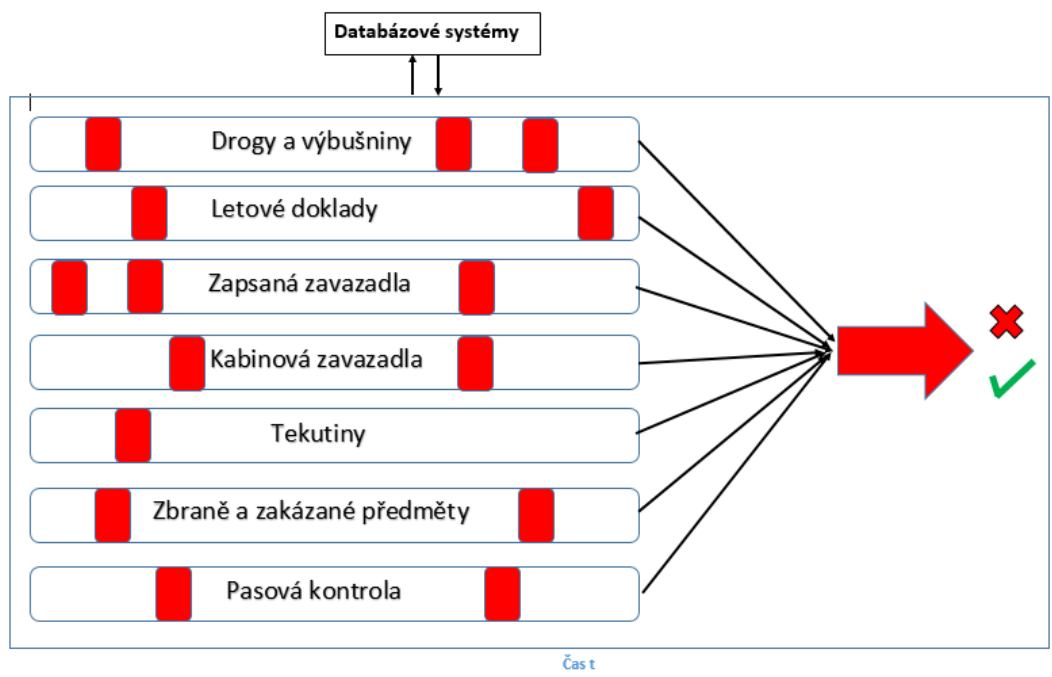
Zabezpečení zmíněného sekundárního cíle lze dosáhnout implementací moderních systémů vzdálené kontroly. Cestující bude těmito systémy kontrolován bez jeho vědomí a nebude tedy nadměrně zatěžován fyzicky ani psychicky. Hlavní výhodou těchto systémů je, že ve většině případů pracují automaticky na základě algoritmů a dokáží kontrolovat

velkou skupinu osob současně. Díky tomu lze v jednu chvíli dosáhnout zvýšení bezpečnosti pomocí procesu prověřování spojitě pobíhajícího v čase bez náročnosti na personální obsluhu, čímž se dosáhne snížení nákladů a eliminaci lidské chyby či sociálně emočnímu zaujetí.

Konkrétně lze bezpečnostní systém letiště rozdělit do skupin, podle cíle detekce. Do jednotlivých skupin mohou spadat různé prostředky, jejichž funkce se navzájem zastupují nebo jsou rozlišné z hlediska efektivity a hloubky prováděné kontroly. Úkolem návrhu systému je poskládat jednotlivé zařízení tak, aby výsledná kontrola byla v rámci možností nejúplnější a ekonomická náročnost naopak nejnižší.

Základní rozdělení objektů kontroly do skupin může být:

- kontrola výbušnin a drog,
- kontrola letových dokladů,
- kontrola obsahu zapsaného zavazadla,
- kontrola obsahu kabinového zavazadla,
- kontrola tekutin,
- kontrola zbraní a zakázaných předmětů,
- kontrola totožnosti (pasová kontrola).



Obr. č. 3.2: Vyobrazení sledu kontrol v čase [autor]

Obecné zobrazení zamýšleného moderního systému je vykresleno na obrázku č. 3.2. Jednotlivé části vyobrazují druh detekovaných předmětů. Červené body zobrazují technologie detekce, lze si povšimnout, že odhalování některých předmětů může probíhat ve více úrovních, pokud není zařízení dostatečně spolehlivé či citlivé. Vždy musí být technologie poskládány tak, aby na konci kontroly byla jistota detekce a odhalení blízka 100 %. Tento systém také předpokládá selekci cestujících, až na konci kontrolního procesu, během kterého není cestující zatěžován, s výjimkou nevyhnutelných situací, jako je kontrola při přechodu hranice veřejné a neveřejné části letiště. Základním předpokladem je, že většina cestujících nemá zlé úmysly a tudíž jim tento systém zvyšuje pohodlí. Naopak technologie musejí být navrženy tak, aby případný zamýšlený trestný čin odhalily před jeho započítím. Jedná se hlavně o výbušniny a střelné zbraně.

Vývoj v současné době spěje k využití automatických kontrol, bez nutnosti přítomnosti pracovníků, stejně jako je tomu v ostatních odvětvích výroby či poskytování služeb. Při rostoucím počtu cestujících by v budoucnosti pro udržení úrovně kontrol a dostatků místa pro kontroly musely být prostory terminálů enormní. S tím se pojí zvýšené pořizovací náklady, provozní náklady, ale také zvýšení pohybové náročnosti na cestující, kteří musí procházet dlouhé vzdálenosti. Tento aspekt, lze kompenzovat pohyblivými chodníky, ale opět za předpokladu zvýšení nákladů na jejich instalaci. Mimo snížení prostorové náročnosti jsou klíčovými výhodami automatických typů především:

- Schopnost nepřetržité kontroly velkého počtu osob v reálném čase.
- Propojení s interními i externími databázemi.
- Eliminace lidského emocionálního faktoru a chyby lidského činitele.
- Nezávislost na směnách, nedostatku zaměstnanců, denní době.
- Snížení nákladů na zaměstnance, spojených s příplatky, školeními a personálními záležitostmi.

Na druhou stranu se ovšem staví nevýhody jako:

- Nutnost instalace, stavební úpravy prostor.
- Školení obsluhujícího personálu.
- Vysoké pořizovací náklady.

Z hlediska udržitelnosti růstu a úrovně bezpečnosti je nezbytné, aby byly tyto systémy instalovány do bezpečnostního systému letiště ve správném pořadí a správných místech.

Dopad na cestujícího

Vnímání tohoto systému cestujícím se bude jistě lišit. Hlavním aspektem druhu vnímání bude mít cestovní třída cestujícího a také frekvence využívání letecké dopravy.

Cestující v business nebo první třídě

Je pravděpodobné, že cestující využívající business nebo první třídu jsou zvyklí na vyšší standard pohodlí a samoobslužné systémy je tak mohou zatěžovat. Kompenzační výhodou může být, že jejich užití při odbavení může přinést časovou úsporu, až například do snížení doporučeného času přítomnosti na letišti před odletem.

Stejně jako databáze aerolinií mohou i letiště využívat systém „frequent flyer program“, ve kterém cestující obdrží určitý status na základě uskutečněného počtu letů a odbavení bude jednodušší například využitím čipových karet.

Cestující v ekonomické třídě

Tito cestující s velkou pravděpodobností také uvítají snížení doporučeného času přítomnosti na letišti před časem odletu. Navíc, pokud se jedná o osoby nevyužívající leteckou dopravu frekventovaně, ocení snížení stresu při osobních kontrolách.

Větší problémy mohou nastat v případě cestujících starších generací, kteří například nemají rutijní vztah s technikou. Tento problém je však řešen přítomností asistenčních pracovníků.

Marketing a proces zavádění inovací

Významnou roli bude při zavádění nových pracovníků hrát marketing. Hlavním cílem bude seznámit cestující s nově zavedeným systémem, tedy redukovat vytváření záporných spekulací a zdůraznit jeho operativní výhody. Cestující následně upustí od intuitivních obav ze změny a neporozumění novým technickým zařízením. Také samotný proces zavádění si vyžádá navýšení nákladů na zaměstnance, kteří budou ve větší míře napomáhat prvotním cestujícím.

Vhodným marketingovým kanálem bude pravděpodobně rádio či televize v případě cestujících ekonomickou třídou vzhledem k využívaným mediím. Business cestující mohou být informováni digitální či tištěnou formou reklamy skrz ekonomické zpravodajství.

Informace přenášené k zákazníkovi by měly primárně klást důraz na:

- Zvýšení rychlosti odbavení a časovou úsporu.

- Zvýšení pohodlí a jednoduchost.
- Zvýšení bezpečnosti.

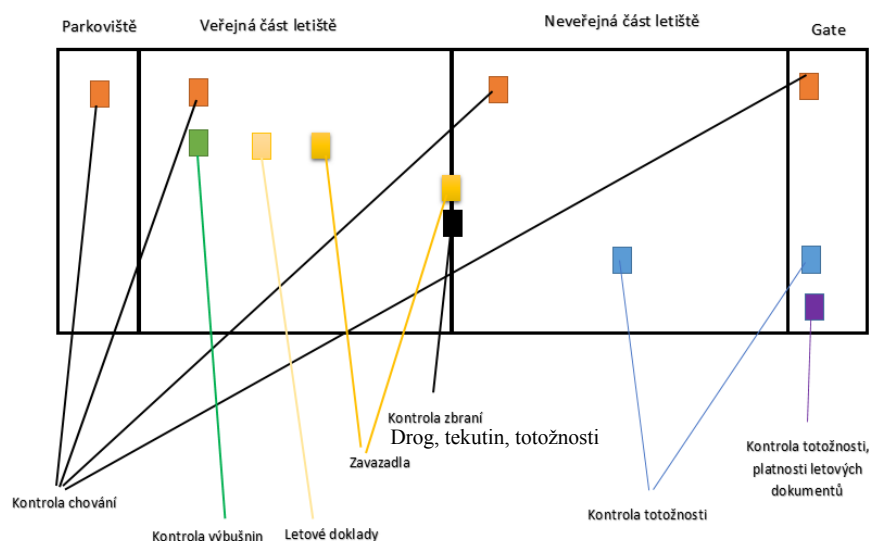
Tímto krokem dané letiště eliminuje odliv turistů k ostatním letištím ve spádové oblasti a ustálí konkurenční postavení na trhu, vzhledem ke změnám ve vnímání cestujícími.

4. Návrh použití nových technologií pro bezpečnostní systém pro kontrolu osob na letišti

Cílem této kapitoly je popsat systém, který zabezpečí všechny druhy kontrol za pomoci moderních, velmi spolehlivých a účinných systému a zároveň bude cestující zatěžovat v co nejnižší míře.

Jednotlivá zařízení jsou popsána v teoretické části a následně vyobrazena v této části na schématu letiště jako celku.

4.1. Odlétající cestující



Obr. č. 4.1: Uspořádání jednotlivých druhů kontrol navrhovaného systému [autor]

Zcela základní a nejdůležitější předmět, jehož přítomnost by se měla eliminovat již ve veřejné části letiště je jakýkoliv druh výbušniny nebo střelné zbraně. Tento typ zakázaných předmětů byl již v minulosti použit pro útok ve veřejné části, konkrétně v místě pro odbavení zapsaných zavazadel. Stěžejním problémem je absence důkladné kontroly osob vstupující do neveřejných částí letiště i přes jejich velkou kumulaci v této části letiště. Důvod je ten, že cestující často přicházejí s doprovodem, který nebude následně podroben kontrole před letem, a proto mohl vnést výbušninu do prostor letiště.

Až do nedávné doby byla detekce výbušnin a střelných zbraní vázána na aktivní kontroly za využití detekčních rámců, rentgenů, speciálně cvičených psů nebo zařízeními pro detekci výpadů a stopových prvků. Provádění některého ze zmíněných typů kontrol ihned při vstupu do prostor letiště by bylo krajně neekonomické z následujících důvodů:

- Nutnost většího počtu zaměstnanců a také technologických zařízení pro provedení dané kontroly, při udržení stejné kapacity provozu letiště. Doprovod cestujících by musel také procházet kontrolou, což by zvyšovalo dobu bezpečnostního odbavení na jednoho cestujícího reálně uskutečňujícího přepravu.
- Bezpečnostní kontrola by musela být zdvojená. V případě první kontroly je kontrolováno příruční i zapsané zavazadlo, ve kterém se mohou při přepravě nacházet nebezpečné předměty jako např. nože. V případě, že by nebyla prováděna druhotná kontrola odlétajících cestujících, nic nezamezí přeložení nože ze zapsaného zavazadla do příručního, před vykonáním obchodního odbavení.
- Velká část doprovodu by odmítla průchod kontrolou z důvodu časové úspory nebo pohodlí, a proto by tato část potenciálních zákazníků připravila provozovatele komerčních prostor o část zisků. Tento jev by se nevhodně odrazil také na ekonomické stránce letiště.

Na základě výše zmíněných důvodů byly náklady na zvýšení úrovně bezpečnosti uznány vyšší, než náklady na likvidaci následků vzhledem k míře rizika.

Vnímání hrozeb vztahmo k této problematice, se na základě vzniku situace v Evropě v průběhu roku 2016 razantně změnilo. Nově jsou navíc dostupné systémy detekující výbušniny a střelné zbraně do určité míry pasivně. Jedná se o terahertzové systémy popsané v teoretické části této práce.

Z hlediska principu jejich fungování a charakteru vyhovujícímu cílům eliminace přítomnosti výbušnin a střelných látek ve veřejné části letiště, měly by být umístěny na první místo v bezpečnostním systému letiště. Ideální umístění je v místě dveří letištní haly nebo místech vzdálených v dostatečné míře, aby systém dokázal spolehlivě určit přítomnost těchto látek.

Součástí využití monitorování pomocí technických zařízení terahertzových frekvencí, by musely být pracovníci ostrahy, kteří by vytipované osoby ihned odebrali k detailní bezpečnostní prohlídce. I přesto, že základní výhodou elektronických systémů je schopnost provádění kontroly několika subjektů současně, musejí terahertzové systémy projít dalším rozvojem, primárně softwarové části, aby byly schopny v množství záření vzhledem k velkému množství procházejících osob rozeznat a určit přesný subjekt.

Alternativou k tomuto typu kontroly s redundantním účinkem je kontrola výparů každého člověka vstupujícího do prostor letiště. Existují zařízení podobná bezpečnostním rámcům, avšak jejich obsluha by v tomto případě byla více ekonomicky náročná.

Tímto způsobem je možno kontrolu realizovat ve státech, kde jsou mzdové náklady na zaměstnance letiště nižší. Doba kontroly je zhruba 10 sekund a pohodlí kontrolovaného subjektu není příliš narušováno, avšak je náročnější, než kontrola pomocí terahertzových frekvencí.

Tento druh kontroly je konkrétně využíván na druhém nejrušnějším letišti na světě, v Pekingu. Zde jsou u každého vstupu do letiště umístěni tři pracovníci ostrahy s mobilním detektorem výparů. Provádí kontrolu náhodným výběrem vstupujících osob. První pracovník oddělí vybranou skupinu stranou do vyhrazeného prostoru, následně další pracovník provede stěry z ošacení a zavazadel, provede kontrolu přístrojem a v případě vyhovujících výsledků je osobám třetím pracovníkem umožněno pokračování ve vstupu na letiště.

Tento druh je poměrně frustrující pro cestující a navíc nelze kontrolou pokrýt všechny vstupující cestující.

Na základě výše popsaných aspektů bude do navrhovaného systému zařazeno zařízení detekující pomocí terahertzových frekvencí. Druhým systémem v pořadí, který by měl být propojen i s detekcí pomocí terahertzových frekvencí je systém malintend. Tento systém vyhodnocuje osoby na základě chování snímaného pomocí kamerových systémů. Tato kombinace systémů může pomoci eliminovat falešné poplašné upozornění, které vznikají při odrazu terahertzových frekvencí u předmětů, majících podobný charakter odrazu, avšak často rozlišné složení. Zařízení terahertzových frekvencí, tak může vydat signál upozorňující na danou nebezpečnou látku a systém malintend se následně zaměří na danou osobu snímáním například míry stresu, za pomoci měření teploty povrchu těla, intenzity potu, výrazu v obličeji či analýzou prováděných pohybů. Dále také srovnáváním s databází hledaných nebo v minulosti trestaných osob. Taková kontrola by měla být prováděna v průběhu celého pobytu cestujících na letišti. Některé faktory stresu nebo nestandardního chování se projeví později, když se kontrolovaný subjekt přiblíží k zamýšlenému trestnému činu. Zde však může nastat jev, známý jako „interface“ v bezpečnostním systému, neboli vzájemné ovlivnění technologií, které v důsledku špatně vyhodnotí situaci. Konkrétně lze uvést příklad, kdy neznalý cestující přichází k personálnímu skeneru, bez informací o jeho funkci či parametrech zobrazování a jeho stupeň nervozity je velmi vysoký a taktéž s tím spojené tělesné hodnoty měřené systémem malintend, které následně vyhodnocují tuto osobu jako potenciálně nebezpečnou.

Díky systému malintend je provedeno zdvojení všech jednotlivých kontrol v bezpečnostním systému, při udržení poměrně nízkých provozních nákladů pro letiště velkých kapacit provozu. Zavádění systému na celé letiště nese výhodu čerpání dat pouze z jedné databáze za využití jednoho algoritmu a nutnosti pouze vybavit všechny prostory snímacím zařízením. Dospěje se tím také k zmiňovanému snížení nátlaku na cestující, protože kamerové systémy mohou být na letišti umístěny bez povšimnutí. Pokud si cestující není vědom, že je neustále sledován, jeho chování je přirozenější a pro analýzu přínosnější. Zde také hrají roli aspekty neverbální komunikace, která se velmi těžce skrývá. Například v případě znalostí principu rentgenových zařízení je do určité míry možno je oklamat, zde však nastává situace, kdy je člověk ve stresové situaci a neverbální komunikace vychází mnohem více najevo. Snaha takto analyzovat každého cestujícího personálem, není proveditelná z důvodů nutnosti školení, znalostí apod.

V následujícím kroku jsou kontrole podrobeny zapsaná zavazadla. Cestující zprvu přistoupí k samoobslužnému kiosku, kde naskenuje svůj cestovní pas nebo doklad totožnosti, na základě kterého je mu vystavena palubní vstupenka v elektronické podobě a zaslána na mobilní telefon, popř. vytištěna. Dále, poté přistupuje k samoobslužné tzv. „drop off“ odbavovací přepážce, kde odloží své zavazadlo a po naskenování palubní vstupenky nebo otisků prstů cestující obdrží zavazadlový lístek tzv. label, který upevní na své zavazadlo. Důvod rozdělení této kontroly do dvou kroků je snížení nákladů. Pokud si cestující vytiskne palubní vstupenku dříve, u zařízení, jehož pořizovací cena i prostorová náročnost je menší, stráví následně u zařízení, jehož pořízení i provoz je náročnější kratší čas. Z hlediska dlouhodobého provozu tento systém přináší mnoho přímých i nepřímých finančních a provozních výhod. Cestující se například díky tomuto uspořádání nadměrně nekumulují u zařízení pro odkládání zapsaných zavazadel.

Zapsaná zavazadla jsou následně kontrolována klasickým způsobem, pomocí dvojité kontroly. Při prvotní kontrole je zavazadlo analyzováno samotným rentgenovým přístrojem, pomocí vyhodnocování nebezpečných předmětů z databáze. Následně jsou snímky zavazadel prověřovány pracovníkem obsluhy rentgenového zařízení.

V některých systémech se také zařazuje detailní kontrola zapsaných zavazadel bez přítomnosti cestujícího. Tato kontrola přináší nejen nedůvěru cestujících, ale také zvýšení nákladů na pracovníky vyhrazené k provádění této kontroly. Je nutno počítat s dalším aspektem této kontroly a tím jsou reklamace. V případě velkých letišť, kde je

počet takto kontrolovaných zavazadel velký, existuje také velká pravděpodobnost, že se cestující budou obracet zpět na letiště se stížnostmi na poškození zavazadel. Proto je také nutno zvýšit počet administrativních pracovníků, kteří mají v kompetenci řešení ztrát a poškození zavazadel s cestujícími a případné delegování těchto záležitostí na pojišťovací společnosti. Tato kontrola je určena primárně ke kontrole výbušnin a v navrhovaném systému je považována za redundantní a nerentabilní vzhledem ke kontrole za využití terahertzových frekvencí prováděné ihned při vstupu do letiště.

Další druh kontroly, které je nutno cestujícího podrobit, je pasová kontrola a ověření totožnosti. Jedná se opět o další z kontrol založených na snímání biometrických údajů, a proto i pro tento účel mohou být využity snímací systémy, jinak sloužící k realizaci systému malintend.

Navrhovaný systém předpokládá situaci, kdy bude legislativními ustanoveními umožněno uchovávat identifikační údaje biometrických pasů po dobu přítomnosti osoby na letišti. Tyto údaje mohou být snímány již ve veřejné části letiště, při odbavení pomocí kiosků sloužících k tisku palubních vstupenek. Od této chvíle budou biometrické údaje cestujícího spojeny s jeho letenkou a identifikační proces bude probíhat přímo za pomoci skenování otisků prstů. Tento proces je velmi rychlý a spolehlivý, navíc není příliš finančně náročný. Pomocí systému malintend bude také probíhat identifikační proces v místech, jako jsou úzké chodby nebo pohyblivé chodníky, kde nedochází k hromadění cestujících.

Tento druh kontroly umožní eliminaci časového prostoje cestujících v místech pasových kontrol. Pasová kontrola, která je v současnosti často prováděna pomocí automatizovaných snímacích bran zabere každému cestujícímu přibližně 43 sekund (čas od vstupu do brány, kontroly, až po její opuštění a otevření pro dalšího cestujícího), v závislosti na druhu a vytíženosti letiště a počtu instalovaných bran. Z tohoto času je čas samotného snímání přibližně 10 sekund. Cestující je navíc v případě některých typů zařízení nucen stále držet cestovní pas, kterým se prokazuje při vstupu do brány, což je z hlediska pohodlí krajně nevhodné. Provozovatel letiště je nucen dimenzovat prostory pasové kontroly v závislosti na provozu a délce fronty při provozu. Tento jev se záporně promítá do finančních a kapacitních limitů letiště.

Při vyřazení přímé pasové kontroly totožnosti, musí být alternativní kontrola přinejmenším zdvojená pro zabezpečení minimální chybnosti identifikace.

K realizaci tzv. „double check“ bude proto využito zmiňované databáze biometrických informací spojených s palubní vstupenkou a také zařízení pro čtení otisků prstů.

V současných bezpečnostních systémech letiště, je cestujícím před nástupem do letadla kontrolována palubní vstupenka spolu s cestovním pasem. Tento krok je opět poměrně zdoluhavý a náročný z hlediska pohodlí, cestující je neustále nucen schovávat a prezentovat své cestovní doklady.

Čipy moderních biometrických pasů obsahují informace o vlastníkovi, jejichž součástí jsou již zmiňované otisky prstů. Na základě toho je možné do „gate“, před vchod do nástupních mostů, popř. nástup do autobusů umístit zařízení pro snímání otisků prstů. Po cestujícím nastupujícím do letadla tak není žádáno prezentování se palubní vstupenkou a zároveň cestovním pasem, nýbrž pouze přiložením dlaně či prstů. Systém následně prověří spojení informací o totožnosti a letu. Jelikož se jedná o automatizovanou kontrolu, je možno snížit také personál nezbytný k odbavení letu v gate. V případě, že cestující nevyhovuje požadavkům nebo jeho identifikace není možná, je provedena záložní kontrola pracovníkem letiště pomocí metody cestovních dokladů. Obsluhující personál tedy bude vždy nezbytný, avšak v menší míře, než je tomu v současných systémech. V případě navrhovaného systému se pro konkrétní případ může jednat až o 75 % úsporu personálních nákladů.

V systému stále zbývá provést kontrolu nebezpečných předmětů, drog a tekutin. Tento krok nelze v současnosti při dodržení legislativních norem provést jiným způsobem, než personální kontrolou. K tomuto druhu kontroly existuje alternativa, která může být v budoucnu využívána a je postavena na vysoce výkonném snímacím a vyhodnocujícím kamerovém systému, spolupracujícím se zařízením pro vzdálenou kontrolu fungujícím na bázi terahertzových frekvencí, který bude schopen s vysokou přesností určit podezřelé osoby, které budou následně podrobené namátkové kontrole a ostatní cestující budou pokračovat bez prověření k letadlům. V takovémto případě by byla veřejná a neveřejná část letiště oddělena branami, které umožní postup po naskenování platné palubní vstupenky či branami pro otisky prstů.

Nicméně soudobé zařízení využití této technologie neumožňují, proto je potřeba se zaměřit na využití špičkových dostupných zařízení pro zachování vysoké úrovně bezpečnosti. Nejvýhodnějšími zařízeními pro tuto aplikaci se jeví personální skenery využívající milimetrové frekvence. Tyto zařízení neškodí lidskému zdraví, ani nijak nadměrně neodhalují lidské tělo při grafickém výstupu. Na základě trojrozměrného obrazu

lze přesně určit, kde se nachází případný nebezpečný předmět. Tato kontrola je z hlediska pořadí umístěna za odbavením zapsaných zavazadel a mimo jiné také slouží k oddělení veřejné a neveřejné části letiště.

Současně v místě personálních rentgenů jsou také umístěny rentgenové zařízení určené ke kontrole příručních zavazadel. Kontrola probíhá obdobně jako kontrola zapsaných zavazadel, taktéž inteligentním systémem vyhodnocení předmětů. Díky tomuto opět nastane snížení potřebných pracovních sil na jeden rentgen o 50%. Pracovník kontrolující snímky z rentgenu je nahrazen algoritmem pro vyhledávání nebezpečných předmětů. Avšak v momentě, kdy je zavazadlo analyzováno jako nebezpečné, je automaticky pomocí odboček na dopravníkovém pásu předáno zaměstnanci k detailní kontrole za dohledu cestujícího. Tento systém dopravníků je využíván například na letišti Amsterdam, Schiphol.

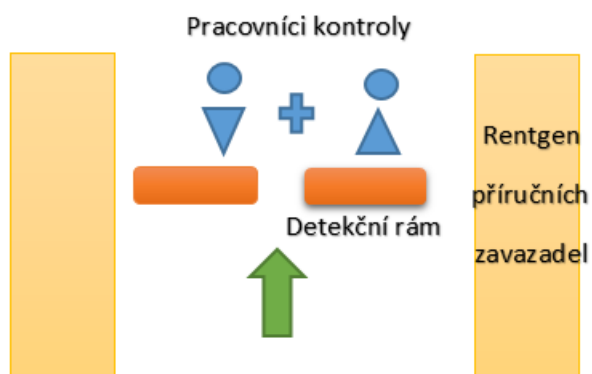
Před personální rentgeny jsou umístěny brány pro snímání otisků prstů, primárně určené pro realizaci pasové kontroly. Cestující tak vyčkává jednu frontu současně pro pasovou i bezpečnostní kontrolu, které na sebe přímo navazují. Cestujícímu je umožněn průchod k personálního rentgenu na základě naskenování otisku prstů. Tento způsob umožňuje systému určit, zda se jedná o cestujícího s platným cestovním dokladem, kterému má být umožněn vstup do neveřejné části, či nikoliv. Cestujícímu dále není umožněn postup do neveřejné části v případě, že se na jeho těle nebo ošacení nachází předmět, který je skenerem vyhodnocen jako nepřijatelný. Cestující vidí obraz výstupu ze skeneru a je schopen sám předmět vyhledat a následně se opětovně podrobit kontrole. V případě nadále neuspokojivého výsledku je cestující vyzván k osobní prohlídce. Z toho vyplývá, že cestující je opět odbavován samostatně a není potřebný přímý dohled pracovníka pro každé zařízení. Obraz samozřejmě vidí také zaměstnanec osobní prohlídky, proto existuje možnost, že mu umožní průchod již po prvním naskenování a následně provede dohledání předmětu. Tento způsob kontroly si ovšem žádá větší počet zařízení, jelikož v případě, že cestující bude uskutečňovat kontrolu několikrát, prodlouží se čekací doby na odbavení. Z dlouhodobého hlediska jsou však náklady na pořízení technologických zařízení kompenzovány úsporami na mzdách zaměstnanců. Pohodlí při tomto kroku je spekulativní. V případě, že cestující úspěšně vykoná kontrolu v prvním kroku, jednoznačně se jedná o kladný vliv. Naopak pokud je potřeba provést sekundární kontrolu skenerem, popř. terciální zaměstnancem bezpečnosti, je pohodlí rapidně snižováno. Z hlediska povahy zařízení a jeho schopnosti přesně vykreslovat předměty na těle, je algoritmus pomocí databáze schopen vyhodnotit, zda se jedná o potenciálně

nebezpečný předmět či nikoliv a tedy umožnit průchod při prvotní kontrole nebo naopak ihned po provedení prvotní kontroly vyřadit osoby nesoucí střelné či chladné zbraně z přepravy.

Pokud systém zaznamená přítomnost střelné zbraně, je automaticky uzamčen průchod, přičemž neprůstřelná skla neumožní subjektu páchat škodu. Cestující je předán do rukou policie.

Kontrola cestujících pomocí personálních rentgenů má také svá úskalí, z nichž nejdůležitější jsou vysoké pořizovací i provozní náklady a zvýšená doba provedení základní kontroly, která má v základním uspořádání za důsledek nezbytnost instalace vyššího počtu skenerů pro zachování neměnné kapacity odbavení cestujících.

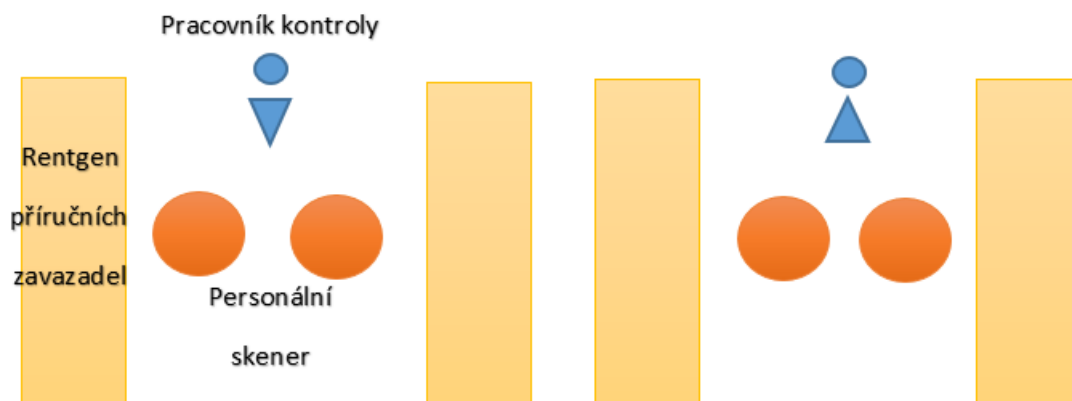
Tyto nedostatky jsou v navrhovaném systému do určité míry kompenzovány výhodným organizačním členěním. Předpisy pramenící z mezinárodní legislativy uvádí, že bezpečnostní prohlídka může být prováděna pouze osobou stejného pohlaví. Při reálném provádění bezpečnostní prohlídky, je dodržování tohoto předpisu zabezpečeno přidělováním dvojice pracovníků různého pohlaví každé dvojici bezpečnostních rámců. Při zaznění signálu upozorňujícího na možný nebezpečný předmět, je cestující mužského pohlaví kontrolován mužem a naopak. Tímto prakticky připadá na každý detekční rám jeden pracovník.



Obr. č. 4.2: Klasické uspořádání bezpečnostní kontroly [autor]

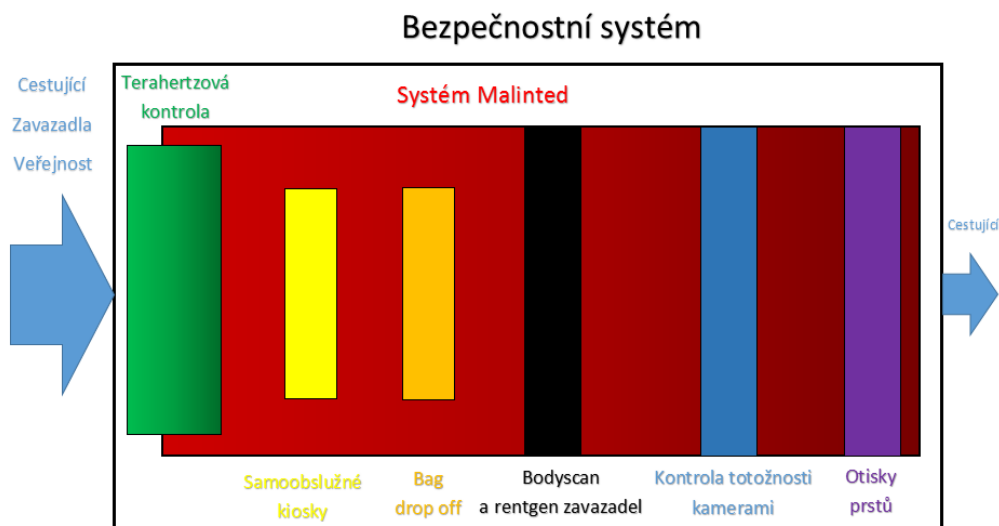
Na základě faktu, že v případě personálních rentgenů využívajících milimetrových frekvencí je falešný signál „časově zatěžující“ pracovníka osobní kontroly téměř eliminován a systém je schopen přesně vyhodnotit detekovaný objekt, vzhledem k hrozbám, které představuje a navíc, jak již bylo zmíněno, je doba trvání kontroly personálním rentgenem delší, vzniká delší časový interval mezi příchody cestujících,

u kterých kontrola pomocí personálního rentgenu selhala a je nutno provést osobní prohlídku pomocí ručního detektoru. Díky těmto okolnostem lze snížit personální náklady na pracovníky bezpečnostní kontroly až na 50 %, protože jeden pracovník bude schopen provádět kontrolu cestujících přicházejících ze dvou skenerů. Pro zachování kontrol pracovníky stejného pohlaví je však nutno učinit další krok, a to selekci podle pohlaví. Každá dvojice personálních skenerů spolu s přílehlými rentgeny příručních zavazadel bude věnována jednomu pohlaví. Toto členění lze využít pro vybrané přepážky.



Obr. č. 4.3: Navrhované uspořádání bezpečnostní kontroly [autor]

Schéma celého systému s vyznačením jednotlivých druhů kontrol je uvedeno na obrázku č. 4.4..



Obr. č. 4.4: Pokrytí jednotlivými kontrolami [autor]

Jednotlivé kontroly představují příčky přes bezpečnostní systém, které mají za úkol neumožnit pokračování v průchodu systémem osobám nevyhovujícím požadavkům. Celý systém je zaštitěn elektronickou databází a inteligentním algoritmem pro vyhodnocování

situace a také jednotlivých osob – Malintend. To znamená, že aktivně spolupracuje, komunikuje a následně provádí analýzu a syntézu dat snímaných každým jednotlivým systémem zapojeným do kontroly cestujících. Lze si povšimnout, že některé z kontrol netvoří příčku přes celý systém a to z důvodu, že nejsou zaměřeny na všechny osoby nacházející se v prostoru letiště (odbavení zavazadel), anebo nejsou schopná na základě svých výkonnostních parametrů provést danou kontrolu celé populace, ale pouze výběru, vyhodnocovaného systémem malintend.

4.2. Přilétající cestující

Velmi důležitým mezníkem je kontrola přilétajících cestujících, konkrétně osob vstupujících do daného státu. Důvody pro opatření vznikající v této části dopravního procesu jsou ve své podstatě politické a prakticky většinu z nich nelze význačně optimalizovat oproti stávajícím procesům, ale přesto budou popsány pro komplexnost navrhovaného systému.

Cestující po svém příletu vstupuje do neveřejné části letiště a zde je rozhodující milník, zda pokračuje ve své cestě nebo opouští letiště.

4.2.1. Cestující pokračující vnitrostátním letem

Tento druh cestujících je z hlediska kontrol nevýhodnější, primárně z důvodu, že byl kontrolován na předcházejícím letišti. Navíc pokud se jedná o let mezi jednotlivými státy USA nebo státy Shengenské dohody, nemusí být kontrolována ani totožnost cestujícího.

4.2.2. Cestující pokračující na mezinárodním letu

Zde nastává problém při řízení vstupů do některých států. Pro realizaci této kontroly je zapotřebí cestovního dokladu (pasu), palubní vstupenky a v některých případech také vízových dokumentů (při výstupu ze země s vízovou povinností, transitních víz, víz pro třetí zemi). V případě kompletní elektronizace těchto dokumentů je možno využít automatických systému popsaných v kapitole „4.1. Odlétající cestující“ pro kontrolu totožnosti. Ve srovnání se systémy kontroly, které jsou využívány v současnosti, opět dojde ke snížení náročnosti na pracovní sílu, v tomto případě navíc o pracovníka kontrolujícího platnost víz a potvrzování opouštění dané země.

4.2.3. Cestující vstupující do země z vnitrostátní linky

Tento případ nedoprovází žádné kontroly, jelikož pohyb osob i zboží není v rámci jednoho státu limitován. Je však třeba přijmout opatření týkající se oddělení těchto

cestujících a jejich zavazadel od ostatních, kteří přilétají ze třetí země a na jejich identitu i zavazadla se mohou vztahovat kontroly.

4.2.4. Cestující vstupující do země ze třetí země

Tito cestující jsou kontrolováni nejvíce. Hlavními důvody jsou:

- 1) prověření schválení vstupu do dané země,
- 2) kontrola dováženého zboží a případné vyměření cla.

Problematika prověřování vstupu za pomoci cestovního dokladu, vízových dokumentů a deklaračního lístku může být opět prováděna elektronicky za pomoci automatizovaných bran. Dále, cestující na základě deklarovaného obsahu zavazadel pomocí deklaračního lístku obdrží referenční číslo, kterou přepážku použít, v závislosti, zda je zapotřebí detailní kontrola zavazadla, či nikoliv. Do systému vydávání lístků jsou samozřejmě zařazovány náhodné kontroly.

Na mnohých letištích je nutno při vstupu do země, vyzvednout své zavazadlo a následně osobně vložit zavazadlo na rentgen, který za pomoci pracovníka prověří, zde se v něm nenachází podezřelý předmět.

V tomto navrhovaném systému je zamýšleno zabudovat rentgen v každém dopravníku pro odběr zavazadel. Podezřelá zavazadla nebudou vůbec zaslána cestujícím, ale automaticky pomocí řízených dopravníků odeslaný na zvláštní dopravník s obsluhou, kde bude zavazadlo za přítomnosti majitele otevřeno a provedena inspekce. Cestující bude o skutečnosti potřeby detailní inspekce informován na tabuli nad dopravníkem pro výdej zavazadel pro určitý let. Identita bude chráněna zobrazováním části číselného kódu palubní vstupenky.

Samotná kontrola obsahu zavazadel nemůže být prováděna jinak, než za asistence pracovníka, což sebou nese značnou finanční i prostorovou náročnost.

Kontrola zakázaných předmětů cestujících tranzitních a transferových je záměrně vynechána z důvodu, že pokud je snaha zvýšit efektivitu bezpečnostních systémů, nejen z hlediska bezpečnostního, ale také z hlediska ekonomického, je bezpodmínečně nutné, aby systém fungoval globálně. V opačném případě, kdy některá letiště budou uplatňovat nižší standardy kontrol, budou znevýhodněna letiště implementující moderní bezpečnostní zařízení. Riziko v takové situaci mohou představovat nedostatečně kontrolováni cestující z předchozího letiště, kteří:

- a) budou pokračovat bez dodatečné kontroly a tím se sníží úroveň bezpečnosti pro všechna letiště v systému, tudíž by jakékoli zvyšování úrovně bezpečnostních kontrol na některém z letišť bylo bezvýznamné, nebo
- b) cestující budou kontrolováni opětovně na tranzitním letišti (jako je tomu v současné době například na letišti Amsterdam Schiphol), což zapříčiní navýšení nákladů, zpomalení toku cestujících a snížení komfortu cestujících.

Proto se v tomto navrhovaném systému předchází existenci podobných situací předpokladem, že celosvětová úroveň bezpečnosti bude natolik jednotná a systémy integrovány, že se naplní cíl, aby prostor letecké dopravy představoval ucelený systém všech letišť.

5. Ekonomická hlediska řešení kontroly osob

Ekonomická část návrhu bezpečnostního systému v letecké dopravě hraje nedílnou roli při výběru jednotlivých kontrolních zařízení, porovnávání efektivity a určování mnoha dalších parametrů. Je známo, že investice do chodu letecké dopravy představují velké sumy, protože i selhání bezpečnostního systému představuje velké finanční ztráty. Z tohoto důvodu musí být souběžně s investicemi do rozvoje letecké dopravy realizován také neustálý proces zlepšování výkonnosti bezpečnostních systémů. V letecké dopravě a tedy i v udržování určité úrovně bezpečnosti je zainteresováno mnoho subjektů – stát, provozovatelé letišť, letečtí dopravci apod. Každý z těchto subjektů musí jednotlivě provádět kroky, které zabezpečí dosažení společného cíle. To, že se nejedná o nízké částky, značí údaj o investicích amerického úřadu pro bezpečnost dopravy, které pro rok 2011 představovaly 6,5 miliard USD (přibližně 165 miliard Kč). Hlavním důvodem těchto investic je růst provozních charakteristik letecké dopravy, ale také růst stále nových hrozeb pramenících ze zneužití nových technologií.

Pro určování efektivity či nutnosti investic existují různé modely, jako například ALARP. Tato zkratka reprezentuje anglický název As Low As Reasonably Practicable, snížit riziko vzniku protiprávního činu na úroveň tak nízkou, jak jen je to racionálně proveditelné.

Každý model je vázán na diagram vývoje stupně bezpečnosti vzhledem k vynaloženým nákladům.

Některé části navrhovaného systému nevykazují vzhledem k současným systémům zvýšení úrovně bezpečnosti, jedná se však o ryze investiční záležitost implementace moderních automatických systémů k bezpečnostní kontrole cestujících s cílem výhledově snížit provozní náklady letiště.

Příkladem tohoto mohou být automatické přepážky odbavení zavazadel cestujících. Náklady na instalaci jedné přepážky představují přibližně 150 000 Kč, jedná se také o jediné rozdílné náklady spojené se zařízením jako takovým, amortizace, opravy a údržba je stejná jako v případě přepážky standardní.¹

¹ Existuje velká řada těchto odbavovacích systémů. Zde je zamýšlena pouze nejlevnější varianta a to umístění samoobslužných zařízení na již vybudované pracoviště odbavení zapsaných zavazadel. Samotná instalace zařízení zobrazeného v kapitole 2. by byla nákladnější, avšak při budování zcela nového terminálu by náklady zdárně konkurovaly nákladům za vybudování klasických přepážek.

Eliminace personální složky, které často představuje měsíčně 2 pracovníky střídající se na jedné přepážce s průměrnou super hrubou mzdou odpovídající 27 000 Kč, má tedy za důsledek razantní snížení provozních nákladů. Samozřejmě jsou zde nutné náklady na zaškolení pracovníka údržby pro nový typ zařízení a také plat dvou střídajících se asistenčních pracovníků pro sérii až 8 přepážek. Tímto krokem lze tedy dosáhnout finální měsíční úspory na mzdách až 378 000 Kč na každou skupinu osmi odbavovacích přepážek. Při předpokládaném platu každého asistenčního pracovníka 27 000 Kč.

Zde je nutno však zhodnotit jeden dodatečný aspekt a to dobu trvání samotného odbavení, která je v případě automatického systému poněkud delší. Tento deficit lze kompenzovat uvedením do provozu více přepážek. Čas, který je zapotřebí na odbavení jednoho cestujícího, při klasickém postupu je přibližně 35 sekund. V případě automatického odbavení se jedná o 40 sekund. Z toho vyplývá, že na samotné odbavení je zapotřebí 1,143 krát více času. Pro udržení totožné časové bilance je zapotřebí zprovoznit 114,3 % procent odbavovacích přepážek a v důsledku toho také o 14,3 % více asistenčních pracovníků. Nárůst mzdových nákladů asistenčních pracovníků představuje 7 722 Kč na sérii 8 přepážek a nutnost zvýšení kapacity o 1,144 přepážku na každou sérii. Bonus redukce provozních nákladů se po této korekci snižuje na 371 278 Kč/měsíc.

Mimo zařízení redukující finanční dopad bezpečnostního systému na ekonomickou politiku systému, jsou zde také systémy určené výlučně ke zvýšení bezpečnosti. Tyto systémy často bývají finančně velmi náročné.

Prvním z takových zařízení zamýšlených v navrhovaném systému, jsou personální rentgeny, jejichž provozní náklady jsou do určité míry srovnatelné se zařízením využívaným v současné době v největší míře. Na většině letišť je pro bezpečnostní kontrolu zakázaných předmětů využito detekčních rámců. Z důvodů, že nová letiště se příliš často nebudují, budou přibližné pořizovací i provozní náklady personálních rentgenů vyčísleny ve srovnání s konvenčním typem kontroly.

Studie uvádí, že pořizovací náklady jednoho personálního skeneru jsou odhadovány na 3 920 000 Kč. Tato částka zahrnuje náklady spojené se zaškolením pracovníků. Provozní náklady se skládají ze složky amortizační, tedy nákladů na údržbu a složky personální.

Amortizační složka představuje přibližně 280 000 Kč ročně. Mzdové náklady, kdy na dvojici rentgenů bude zapotřebí dvou pracovníků bezpečnostní kontroly,

pracujících ve dvousměnném provozu s měsíční super hrubou mzdou 32 500 Kč, jsou na základě super hrubé roční mzdy vyčísleny na 780 000 Kč.

V případě rámových detektorů kovů s klasickým uspořádáním provozu jsou zmíněné personální náklady dvojnásobné, ale naopak náklady na údržbu jsou zde nižší až o 65 %.

Při porovnání hodnot přibližných provozních nákladů, kdy celkové roční provozní náklady (zahrnující personální složku se stejnými mzdovými náklady na pracovníka) na čtveřici detekčních ráků na základě dostupných informací představují hodnotu 3 848 000 Kč. Zatímco pro personální skenery v navrhovaném uspořádání byla výsledná hodnota stanovena na 2 680 000 Kč. K této hodnotě je však zapotřebí započíst pořizovací hodnotu personálních skenerů, která je za čtyři jednotky vyčíslena na 15 680 000 Kč.

Údaje týkající se srovnání rychlosti provádění bezpečnostní kontroly v případě elektromagnetických ráků a v případě tělesných skenerů jsou velmi dynamicky se vyvíjející. Důvod pro tento jev je ten, že se stále jedná o poměrně mladou technologii, která není plně využívána na všech letištích a velká část cestujících s ní nemá zkušenosti. K objektivnějšímu pohledu na tuto problematiku bylo využito měření prováděné v rámci výzkumu pro realizaci této práce na letišti Kingsforda Smithe v Sydney.

Čas kontroly v (s)*	
Elektromagnetický rám	Tělesný skener
2,45	4,26
3,12	14,08
5,32	8,07
2,44	4,21
3,08	5,22
4,01	4,91
3,88	6,65
2,51	9,03
3,67	6,09
4,34	7,62
3,482	7,014

Tabulka č. 5.1: Naměřené časy kontrol

Tyto hodnoty zahrnují pouze dobu průchodu zařízením, bez kontroly zaměstnancem

Z naměřených hodnot lze usuzovat, že kontrola rákem je časově konstantní a závisí pouze na tělesných dispozicích jedince (rychlost chůze, mobilita). V případě tělesných skenerů samotná kontrola trvá pouze 3 sekundy, ale časté zpoždění nastává při provedení správného postoje, který umožní důkladné naskenování těla. Pokud cestující prochází tímto typem kontroly prvně, nějaký čas trvá, než se zorientuje a zaujme správný postoj, který je

ilustrován v zorném poli cestujících stojících ve skeneru. Četnost nastoupení tohoto jevu se bude s časem provozu snižovat. Cílem je dostat se na průměrný čas trvání kontroly přibližně 5,7 sekund. V návrhu systému je zmíněna potenciální dvojitá kontrola, tedy „vrácení cestujících“ pro odložení nalezených předmětů. Množství takto vrácených cestujících je z časového hlediska zamýšleno stejné jako časová náročnost 10 % namátkové kontroly v případě elektromagnetických rámu.

Z návrhového hlediska tohoto systému není časový rozdíl mezi kontrolou jednotlivými typy zařízení zásadní z důvodu, že kritická cesta vede skrz rentgen příručních zavazadel. Rychlost toku cestujících je tedy i přes určité zpomalení dostačující. Navíc se zabezpečí lepšího rozptýlení cestujících a redukuje se množství kumulovaných cestujících, čekajících na svá zavazadla.

Roční úspora je v konečném důsledku odhadována na 1 168 000 Kč. Tento předpoklad však velmi závisí na volbě technologie personálních skenerů a stupně jejich spolehlivé automatizace.

Další místo pro úsporu personálních nákladů se nalézá v gate, před nástupem do letadla. Zde jsou letové doklady kontrolovány zaměstnancem nadmíru náročným způsobem. Místo dvou pracovníků provádějících kontrolu dokladů by zde byl dostačující jeden pracovník, pro kontrolu správnosti provádění vlastnoruční kontroly, řešení zvláštních záležitostí či poskytování informací. Zaměstnanci by byli nahrazeni branami pro snímání a vyhodnocování otisků prstů. Konkrétní úspora je tedy předpokládána na 50% původních nákladů.²

Mimo popis míst s největším potenciálem úspory je nutno uvést také ostatní složky kontrol, kde provozní úspora oproti současným systémům není zcela možná, avšak zvýšení efektivity kontroly ať už na kritických místech nebo podél celého procesu pohybu osob v prostorách letiště je vyšší. Další aspekt, který byl brán v potaz při návrhu systému, je pohodlí cestujících, které je razantně zvyšováno redukcí náročnosti provádění kontrol a také stresu a nátlaku pramenícího z této situace.

Obecně je výnosnost bezpečnostního systému určena eliminací nákladů, které by vznikly při uskutečnění protiprávního činu. Zde je nutno určit s jakou pravděpodobností bude někdo zamýšlet protiprávní čin uskutečnit, jinými slovy kvantifikovat riziko. Riziko nelze určit obecně, protože je v každé zemi nebo regionu

² Tato úspora je vzhledem k počtu kontrolovaných cestujících zamýšlena pro letouny typu Airbus A320 Family nebo řady Boeing 737. Pro větší či menší typy letounů bude úspora rozlišná.

rozdílné. Konkrétní výpočty je nutno provádět pro konkrétní případ. Nevýhoda současného systému je, že nebezpečný předmět se v podstatě může dostat do systému oběhu letecké dopravy skrz slabší, méně kontrolovaný článek systému, tím může být například malé regionální letiště, které z ekonomických důvodů malého provozu kontrolu neprovádí s využitím dostatečně přesného zařízení a tím je možno pronést předmět k transferu na velké letiště typu HUB a následně tento předmět zneužít v tomto měřítku. Z tohoto důvodu je nutná standardizace legislativy a požadavků. To je jedna z překážek, se kterými se zamýšlený systém může při realizaci setkat. [31]

Nejdůležitějším krokem při kompletaci zamýšleného systému je systém malintend, který slouží jednak jako centrální mozek systému pro vyhodnocování situace, ale také jako interface při komunikaci s databází a výměně informací s ostatními systémy. Celkové náklady na tento systém jsou závislé na úrovni mezinárodní spolupráce a zainteresování státních orgánů. Rozvoj tohoto systému by neměl být považován za čistě komerční záležitost, nýbrž jako snaha celosvětově zvýšit úroveň bezpečnosti a ekonomický růst letecké dopravy. V tomto druhu výměny citlivých údajů o osobách hrají státní orgány klíčovou roli. Konkrétní náklady tedy v této situaci nelze stanovit. Nicméně při sdílení poznatků a databází budou náklady na provoz jednotlivých systémů nízké, ve finální části realizace projektu závislé téměř na hardwarové složce a novelizacích.

V souhrnu lze úspory kvantifikovat vždy jen na část systému. Následné zobecnění je možné pomocí vynásobení koeficientem velikosti letiště. Konkrétně pro odbavení zapsaných zavazadel se jedná o částku 371 278 Kč pro 8 přepážek. V případě, že letiště provozuje 24 přepážek ve dvousměnném provozu, bude úspora odpovídat hodnotě 1 113 834 Kč na měsíc provozu. Tyto úspory jsou samozřejmě počítány s personálními náklady odpovídajícími České Republice. V případě západních zemí, kde jsou personální náklady vyšší, budou pravděpodobně i úspory vyšší.

Druhým místem pro úspory jsou kontroly pomocí personálních rentgenů. Zde byl výpočet opět proveden pro podmínky České Republiky. Pokud tedy letiště provozuje ve dvousměnném provozu 4 místa pro bezpečnostní kontrolu cestujících, bude roční úspora 1 168 000 Kč.

Při kontrole v gate, jak již bylo zmíněno, lze snížit náklady až na 50 %. Vycházíme-li z předpokladu super hrubé mzdy pracovníka 21 500, pak roční úspora na tohoto zaměstnance bude 258 000 Kč.

6. Závěr

Cílem práce bylo navrhnout použití nových technologií v bezpečnostním systému pro kontrolu osob na letišti. Konkrétně se práce zaměřuje na využití bezkontaktních technologií s minimálním dopadem na cestujícího. Druhotným cílem je zlepšit efektivitu samotných kontrol z hlediska zvýšení bezpečnosti a snížení nákladů pro provozovatele letiště. Tento druhotný cíl byl dosažen pomocí výběru vhodných zařízení a jejich vhodné posloupnosti v systému. Zvýšení pohodlí cestujících je zabezpečeno využitím bezkontaktních a rychlejších typů kontrol.

V úvodu práce jsou popsány užívané technologie, jejich specifika, parametry a principy funkce.

Dále byly také popsány nově vyvíjené technologie, provedeno porovnání se současnými technologiemi a vliv na budoucí implementaci do bezpečnostních systémů.

V práci byly také popsány obecné požadavky, které je zapotřebí splňovat v případě současných i navrhovaných bezpečnostních systémů.

Nový navrhovaný systém byl popsán spolu s jeho výhodami a nevýhodami a následně schematicky znázorněn. Součástí návrhu je také analýza nedostatků současných systému z hlediska cestujícího i provozovatele letiště a následné využití těchto poznatků při návrhu systému nového. Velká pozornost je také věnována ekonomickému dopadu instalace nových technologií a možnostem budoucího vývoje.

Poděkování

Poděkování zasluhuje doc. Ing. František Martinec, CSc. za odborné vedení diplomové práce, věcné připomínky, pomoc a rady při zpracování této práce.

7. Seznam použité literatury

- [1] HOMELAND DEFENSE AND SECURITY CENTER: Efficient Aviation Security Strengthening the Analytic Foundation for Making Air Transportation Security Decisions [online]. [cit. 2017-02-12]. Dostupné z: http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/monographs/2012/RAND_MG1220.pdf
- [1] ŠČUREK, Radomír. *Vybrané technické prostředky detekce a pyrotechnická*
[2] ochrana na letišti [online]. Ostrava, 2008. 62 s. Oborová práce. Vysoká škola
Transportation security administration [online]. 2011 [cit. 2017-05-17].
Secureflight program. Dostupné z
WWW:<http://www.tsa.gov/what_we_do/layers/secureflight/>.
- [3] *Biometric passport* [online]. [cit. 2017-05-02]. Dostupné z:
https://en.wikipedia.org/wiki/Biometric_passport
- [4] *TECHNICAL ADVISORY GROUP ON MACHINE READABLE TRAVEL DOCUMENTS (TAG/MRTD): REVISION OF DOCUMENT 9303 - Machine Readable Travel Documents* [online]. [cit. 2017-05-02]. Dostupné z:
http://www.icao.int/Meetings/TAG-MRTD/TagMrtd22/TAG-MRTD-22_WP03-rev.pdf
- [5] FUNKE, Holger. *Protocolbench: Automatic border control (eGate)* [online]. [cit. 2017-05-02]. Dostupné z:
<http://blog.protocolbench.org/2013/08/automatic-border-control-systems-egate/>
- [6] CHECKPOINT Identity and Travel Intelligence Program, from the Identity Intelligence Center (i2c) wit. *CIA Assessment on Surviving Secondary Screening at Airports While Maintaining Cover: Surviving Secondary: An Identity Threat Assessment of Secondary Screening Procedures at International Airports* [online]. [cit. 2017-05-02]. Dostupné z: https://wikileaks.org/cia-travel/secondary-screening/WikiLeaks_CIA_Assessment_on_Surviving_Secondary_Screening.pdf
- [7] KLEINER, Kurt. *NEW SCIENTIST: Metal shields and encryption for US passports* [online]. [cit. 2017-05-02]. Dostupné z:
<https://www.newscientist.com/article/dn8227-metal-shields-and-encryption-for-us-passports/>
- [8] LEE, Justin. *BIOMETRIC UPDATE: Amsterdam airport security testing AOS fingerprint sensor device* [online]. 2015 [cit. 2017-05-02]. Dostupné z:
<http://www.biometricupdate.com/201508/amsterdam-airport-security-testing-aos-fingerprint-sensor-device>
- [9] *The ANDI OTG 2.5 - in Left or Right hand versions* [online]. [cit. 2017-05-02]. Dostupné z: <http://www.andiotg.com/>
- [10] *ELMES Praha: Astrophysics XIS 5335* [online]. [cit. 2017-05-02]. Dostupné z: <http://www.elmes.cz/astrophysics-xis-5335>
- [11] *Direct Industry: Gentec EO, Laser Energy pyrotechnic sensor* [online]. 2017 [cit. 2017-05-02]. Dostupné z:

- http://www.directindustry.com/prod/gentec-electro-optics-31701.html#product-item_468222
- [12] *Novinky.cz* [online]. 2010 [cit. 2017-05-17]. Američané testují zařízení pro čtení myšlenek. Dostupné z WWW: <<http://www.novinky.cz/zahranicni/amerika/150387-americe-testuji-zarizeni-procteni-myslenek.html>>.
- [13] TALANDOVÁ, Hana. Studie využití biometrických systémů v průmyslu komerční bezpečnosti [online]. Zlín, 2010. 57 s. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Dostupné z WWW: <<http://dspace.knihovna.utb.cz/handle/10563/13364>>.
- [14] GAVENDA, Martin. Využití terahertzových frekvencí v bezpečnostních aplikacích [online]. Zlín, 2011. 110 s. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. BARKEN, Lee. *Jak zabezpečit bezdrátovou síť Wi-Fi*. Brno : Computer Press, 2004. War driving: nástroje a techniky, s. 176.
- [15] Teraview [online]. 2010 [cit. 2017-03-30]. Explosives detection technology. Dostupné z WWW: <<http://www.teraview.com/downloads/TeraViewexplosivesdetectiontechnology.pdf>>.
- [16] FEDERICI, John, et al. THz standoff detection and imaging of explosives and weapons. In SPIE 5781, 75. 2005, s10. Dostupné z WWW: <http://web.njit.edu/~federici/Research/THz/THz_stand_off-invited-SPIE-6-7-2005.pdf>.
- [17] MATĚJKA, Radek. Systém kontroly osob a zavazadel na letištích [online]. Zlín, 2010. 123 s. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Dostupné z WWW: <<http://dspace.knihovna.utb.cz/handle/10563/12250>>.
- [18] *Elektramar: Thruscan S9* [online]. [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: http://www.elektramar.com.tr/EN/Walk_Through_Metal_Detector.html
- [19] LOUČKA, Karel. *Koncepce zabezpečení letiště Brno-Tuřany* [online]. Brno, 2009. 72 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně.
- [20] DAILY MAIL REPORTER. *Daily Mail: TSA pulls ALL X-ray body scanners from airports over privacy concerns.. but claims they were never a health risk to fliers* [online]. 2013 [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: <http://www.dailymail.co.uk/news/article-2333685/TSA-removes-ALL-backscatter-X-ray-machines-airports-privacy-concerns.html>
- [21] BARÁK, Petr. Trendy v oblasti bezpečnostních rentgenů [online]. Zlín, 2008. 88 s. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Dostupné z WWW: <<http://dspace.knihovna.utb.cz/handle/10563/6820>>.
- [22] *Israel Homeland Security: US: the Federal Bureau of Prisons introduces Millimeter Wave Scanner* [online]. [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: <http://ihls.com/archives/41478>
- [23] *Preventdisease.com: TSA's Millimeter Wave Scanners Radiate Cells With Untested and Dangerous Technology* [online]. [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: http://preventdisease.com/news/12/081412_TSAs-Millimeter-Wave-Scanners-Radiate-Cells-With-Untested-Technology.shtml

- [24] *The Christian Science Monitor: Why Europe doesn't want an invasion of body scanners* [online]. [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: <http://www.csmonitor.com/World/Europe/2010/0126/Why-Europe-doesn-t-want-an-invasion-of-body-scanners>
- [25] *IndiaBizClub: Customs E Gate* [online]. [cit. 2017-04-17]. Dostupné z: <https://www.indiabizclub.com/building-material/customs-e-gate-shenzhen-b2b-product-gimaaxgiaxzq05qrt.html>
- [26] Mgr. Ing. Radomír Ščurek, Ph.D. *Vybrané technické prostředky detekce a pyrotechnická ochrana na letišti* [online]. VŠB TU Ostrava FBI, 2008 [cit. 2017-05-02]. Dostupné z: <https://www.fbi.vsb.cz/export/sites/fbi/040/.content/syscs/resource/PDF/letiste.pdf>
- [27] *IER BOLLORE* [online]. [cit. 2017-05-02]. Dostupné z: <http://www.ier.com/en/solution/airports-airlines/>
- [28] *EMISENS: EMILI 3* [online]. [cit. 2017-05-02]. Dostupné z: <http://www.emisens.com/index.php/emili-3>
- [29] *ELMES PRAHA: Detektor výbušnin* [online]. [cit. 2017-05-02]. Dostupné z: http://www.elmes.cz/detektor_vybusnin.html
- [30] Brian A. Jackson, Tom LaTourrette, Edward W. Chan, Russell Lundberg, Andrew R. Morral, David R. Frel. *Efficient Aviation Security: Strengthening the Analytic Foundation for Making Air Transportation Security Decisions* [online]. [cit. 2017-05-02]. Dostupné z: http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/monographs/2012/RAND_MG1220.pdf

Seznam použitých obrázků

Obr. č. 1.1	Vývoj teroristických útoků [1]
Obr. č. 1.2	Podílové zastoupení teroristických útoků [1]
Obr. č. 2.1	E-gate pasová kontrola [3]
Obr. č. 2.2	Znázornění systému biometrických pasů [6]
Obr. č. 2.3	Země užívající biometrické pasy [4]
Obr. č. 2.4	Země užívající biometrické pasy [10]
Obr. č. 2.5	Princip spektroskopu [11]
Obr. č. 2.6	Proces programu Bezpečný let [12]
Obr. č. 2.7	Terahertzový detektor [14]
Obr. č. 2.8	Princip odhalování terahertzovými frekvencemi [16]
Obr. č. 2.9	Princip odhalování terahertzovými frekvencemi [17]
Obr. č. 2.10	Průchozí rámový detektor kovů [19]
Obr. č. 2.11	Princip odhalování rentgenovým zářením [20]
Obr. č. 2.12	Veličiny ionizačního záření [22]
Obr. č. 2.13	Srovnání množství rentgenového záření [22]
Obr. č. 2.14	Princip odhalování milimetrovými frekvencemi [23]
Obr. č. 2.15	Konstrukce rentgenové trubice s rotační anodou [24]
Obr. č. 2.16	Pásový rentgen [26]
Obr. č. 2.17	Srovnání snímků [27]

Obr. č. 2.18	Samoobslužné check-in přepážky [28]
Obr. č. 2.19	Detektor tekutin [29]
Obr. č. 2.20	Zařízení pro analýzu výparů [30]
Obr. č. 3.1	Schéma fungování bezpečnostního systému [autor]
Obr. č. 3.2	Vyobrazení sledu kontrol v čase [autor]
Obr. č. 4.1	Uspořádání jednotlivých druhů kontrol navrhovaného systému [autor]
Obr. č. 4.2	Klasické uspořádání bezpečnostní kontroly [autor]
Obr. č. 4.3	Navrhované uspořádání bezpečnostní kontroly [autor]
Obr. č. 4.4	Pokrytí jednotlivými kontrolami [autor]

Seznam použitých tabulek

Tab. č. 5.1

Naměřené časy kontrol