



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní
Katedra letecké dopravy

**Návrh nového centralizovaného stanoviště bezpečnostní kontroly
pro LKPR**

**Designing a New Centralized Security Screening Checkpoint
for Passengers at LKPR**

Diplomová práce

Studijní program/obor: Provoz a řízení letecké dopravy

Vedoucí práce: Lukáš Popek, MSc.

doc. Ing. Andrej Lališ, Ph.D.

Bc. Roman Marhold

Praha 2024



K621.....Ústav letecké dopravy

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Roman Marhold

Studijní program (obor/specializace) studenta:

navazující magisterský – PL – Provoz a řízení letecké dopravy

Název tématu (česky): **Návrh nového centralizovaného stanoviště
bezpečnostní kontroly pro LKPR**

Název tématu (anglicky): Designing a New Centralised Security Screening
Checkpoint for Passengers at LKPR

Zásady pro vypracování

Při zpracování diplomové práce se řiďte následujícími pokyny:

- Cílem je navrhnout stanoviště bezpečnostní kontroly s danou minimální propustností ve specifikovaném prostoru, na kterém budou ke kontrole příručních zavazadel primárně využívána CT zařízení ve standardu EDSCB C3 a pro kontrolu osob využívány SSc.
- Analyzujte současný stav stanovišť bezpečnostní kontroly a současně používané bezpečnostní vybavení.
- Stanovte adekvátní kritéria pro vytvoření návrhu a jeho hodnocení.
- Navrhněte a vytvořte technický výkres stanoviště s použitím technologií EDSCB C3 a SSc, včetně prostoru pro organizaci fronty, se splnění požadavku na minimální propustnost.
- Analyzujte možné alternativy v rámci návrhu stanoviště a porovnejte je.
- Navrhované řešení ověřte.

Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího práce

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

Seznam odborné literatury: Airports Council International. Smart Security Documents, 2019.
Ministerstvo dopravy ČR. Letecký předpis L17: Bezpečnost - Ochrana mezinárodního civilního letectví před protiprávními činy.

Vedoucí diplomové práce: **Lukáš Popěk, MSc.**
doc. Ing. Andrej Lališ, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: **15. července 2023**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání diplomové práce: **15. května 2024**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

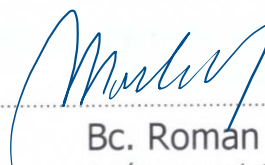


doc. Ing. Jakub Kraus, Ph.D.
vedoucí
Ústavu letecké dopravy



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

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.



Bc. Roman Marhold
jméno a podpis studenta



Abstrakt

V posledních letech se přístupy k návrhům stanovišť bezpečnostní kontroly na letištích značně mění v souvislosti s novými technologiemi, mezi které patří systémy detekce výbušnin pro kabinová zavazadla a bezpečnostní skenery. Tato zařízení vyžadují odlišný přístup k implementaci než zařízení využívaná na konvenčních stanovištích, tedy jednopohledové či dvoupohledové rentgeny na manuálních tratích a průchozí detektory kovů. Potřeba odlišného přístupu je dána odlišným konceptem provozu a rozměry nových zařízení.

Tato práce popisuje postup práce při řešení problému, který stojí před řadou světových letišť: v zadaném limitovaném prostoru implementovat nové technologie takovým způsobem, aby bylo dosaženo požadované propustnosti. Vychází přitom z dat o efektivitě jednotlivých zařízení a o jejich rozměrech dostupných z předchozích prací či veřejně dostupných zdrojů.

Součástí práce je vypracování několika variant návrhu. Tyto varianty jsou mezi sebou porovnávány na základě stanovených kritérií, mezi které patří především propustnost v cestujících za hodinu, propustnost na metr čtverečný potřebného prostoru stanoviště a propustnost na jednoho potřebného pracovníka. Následně je na základě porovnání označena jedna z variant jako hlavní doporučená varianta pro řešení problému návrhu stanoviště bezpečnostní kontroly v zadaném prostoru. Práce také krátce zmiňuje limitace implementace nových technologií v konvenčních konfiguracích a možné budoucí trendy návrhu stanovišť bezpečnostní kontroly.

Klíčová slova: ochrana civilního letectví před protiprávními činy, stanoviště bezpečnostní kontroly na letišti, systém detekce výbušnin, bezpečnostní skener, automatická rentgenová trať



Abstract

Approaches to airport security screening checkpoint design have been changing in the last few years. Those changes are related to the implementation of new technologies such as explosive detection systems for cabin baggage or security scanners. This equipment needs to be implemented differently than equipment used at conventional checkpoints, such as single-view or double-view X-rays with manual lanes and walk-through metal detectors. This need is caused by a different concept of operation and dimensions of the new equipment.

Implementing the new technologies in a particular limited area in the way that demanded throughput is reached is an issue that many airports worldwide are currently facing. The procedure for solving this issue is described in this thesis. It is based on the data about the efficiency and dimensions of the new equipment published in other theses and publicly available sources.

Several versions of the checkpoint design are included in this thesis. They are compared with each other according to determined criteria. The main criteria include throughput in passengers per hour, throughput related to a square meter of space needed, and throughput related to one security officer needed. One version is chosen to be the main and recommended one based on the comparison. There are also some limitations to implementing the new technologies in conventional configurations and possible future trends in security checkpoint design mentioned in the thesis.

Keywords: aviation security, airport security screening checkpoint, explosive detection system, security scanner, automated screening lane



Poděkování

Děkuji vedoucímu své diplomové práce, Lukáši Popkovi, MSc., za odborné vedení, cenné rady a podněty. Za podnětné připomínky děkuji také doc. Ing. Andreji Lališovi, Ph.D. Taktéž bych chtěl poděkovat své rodině za velkou podporu nejen při zpracovávání této diplomové práce, ale i během celého studia.



Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem Návrh nového centralizovaného stanoviště bezpečnostní kontroly pro LKPR vypracoval samostatně a použil k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k diplomové práci.

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

V Praze dne 15. května 2024


.....
Podpis



ÚVOD..... 16

1. ANALÝZA HISTORICKÉHO VÝVOJE A SOUČASNÉHO STAVU STANOVIŠŤ BEZPEČNOSTNÍ

KONTROLY 17

1.1. POČÁTEK OCHRANY LETECTVÍ – 60. A 70. LÉTA	17
1.2. OBDOBÍ PŘED 11. ZÁŘÍM – 80. A 90. LÉTA	19
1.2.1. ZÁSADNÍ MILNÍK V OCHRANĚ LETECTVÍ – 11. ZÁŘÍ 2001	20
1.3. SNÍŽENÍ PROPUSTNOSTI – REAKCE NA 11. ZÁŘÍ A ÚTOK RICHARDA REIDA	21
1.4. OMEZENÍ PŘEPRAVY TEKUTIN – POKUS O ÚTOK V ROCE 2006	22
1.5. VÝBUŠNINY SKRYTÉ U OSOB – POKUS O ÚTOK V ROCE 2009	23
1.6. MANUÁLNÍ A AUTOMATICKÉ TRATĚ.....	25
1.7. HROZBY PO ROCE 2009	26
1.8. SOUČASNÁ LEGISLATIVA V OBLASTI OCHRANY LETECTVÍ	28
1.9. SOUČASNÝ STAV BEZPEČNOSTNÍ KONTROLY	29
1.10. PRŮCHOD CESTUJÍCÍHO STANOVIŠŤEM	30
1.11. SOUČASNÉ TRENDY NÁVRHŮ STANOVIŠŤ BEZPEČNOSTNÍ KONTROLY	33
1.12. SOUČASNÝ STAV NA LKPR	35

2. METODIKA TVORBY NÁVRHU STANOVIŠŤE..... 36

2.1. STANOVENÍ KRITÉRIÍ PRO HODNOCENÍ NÁVRHŮ	36
2.2. ZADANÉ PODMÍNKY NÁVRHU	37
2.2.1. ROZMĚRY SPECIFIKOVANÉHO PROSTORU PRO NÁVRH STANOVIŠŤE.....	37
2.2.2. TVAR STANOVIŠŤE A VAZBY NA OKOLÍ	38
2.3. POSTUP NÁVRHU	39
2.3.1. NÁVRH BUŇKY	39
2.3.2. PRM A CREW BUŇKA	40
2.3.3. POSTUP PO DOKONČENÍ NÁVRHU BUNĚK	41
2.4. POUŽÍVANÉ VYBAVENÍ	42
2.4.1. POUŽÍVANÝ CT RTG	42
2.4.2. POUŽÍVANÝ SSC	43
2.4.3. POUŽÍVANÁ AUTOMATICKÁ TRATĚ.....	46
2.5. VÝPOČET PROPUSTNOSTI BUŇKY	54
2.5.1. METODIKA VÝPOČTU PROPUSTNOSTI RENTGENOVÉ TRATI	54
2.5.2. TVORBA APLIKACE PRO VÝPOČET PROPUSTNOSTI TRATI.....	55

3. VÝSLEDKY PRÁCE – NÁVRHY JEDNOTLIVÝCH VARIANT 57

3.1. NÁVRHY RENTGENOVÝCH TRATÍ	57
3.1.1. VARIANTA A1	57
3.1.2. VARIANTA A2	59



3.1.3.	VARIANTY B1.....	60
3.1.4.	VARIANTY B2.....	63
3.1.5.	VARIANTY B3.....	65
3.1.6.	VARIANTY B4.....	66
3.1.7.	VARIANTA C1	67
3.1.8.	VARIANTY C2.....	69
3.1.9.	VARIANTY C3.....	69
3.1.10.	VARIANTY C4.....	70
3.1.11.	VARIANTY C5.....	71
3.1.12.	POROVNÁNÍ VARIANT	71
3.2.	NÁVRH PROSTORU PRO KONTROLU OSOBY	75
3.2.1.	PROSTOR PRO DALŠÍ KONTROLU OSOBY	76
3.2.2.	PODOBA CELÉHO PROSTORU PRO KONTROLU OSOBY	77
3.3.	VÝKRESY JEDNOTLIVÝCH VARIANT BUNĚK.....	77
3.3.1.	VARIANTA IA.....	78
3.3.2.	VARIANTA IB.....	79
3.3.3.	VARIANTA IIA.....	80
3.3.4.	VARIANTA IIB.....	81
3.3.5.	VARIANTA IIIA.....	82
3.3.6.	VARIANTA IIIB.....	84
3.3.7.	VARIANTA IVA	85
3.3.8.	VARIANTA IVB.....	86
3.4.	POROVNÁNÍ NAVRŽENÝCH VARIANT BUNĚK	87
3.5.	NÁVRH ZVLÁŠTNÍCH BUNĚK	89
3.6.	ROZMÍSTĚNÍ BUNĚK V PROSTORU STANOVIŠTĚ	94
3.7.	NÁVRH PROSTORU PRO ORGANIZACI FRONTY.....	99
3.7.1.	VYMEZENÍ ŘEŠENÉHO PROSTORU PRO ORGANIZACI FRONTY	99
3.7.2.	ZAJIŠTĚNÍ STERILITY SRA U NEVYUŽÍVANÝCH BUNĚK.....	100
3.7.3.	STANOVENÍ DÉLKY A ŠÍŘKY KORIDORŮ.....	101
3.7.4.	NÁVRH KORIDORŮ V PROSTORU PRO ORGANIZACI FRONTY	102
3.7.5.	KONTROLA VSTUPU	104
3.7.6.	NAVRŽENÝ PROSTOR PRO ORGANIZACI FRONTY V JEDNOTLIVÝCH VARIANTÁCH	106
3.8.	DALŠÍ SOUČÁSTI STANOVIŠTĚ	112
4.	DISKUZE A POROVNÁNÍ NAVRŽENÝCH VARIANT.....	114
4.1.	POČET POTŘEBNÝCH PRACOVNÍKŮ	114
4.2.	PLOCHA STANOVIŠTĚ	116
4.3.	POROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH VARIANT.....	117
4.4.	LIMITACE NÁVRHU	122
4.5.	NEKONVENČNÍ PŘÍSTUPY	123
4.5.1.	PAX MX2	123
4.5.2.	KONCEPT PODLE STAGE GATE 11	125
4.6.	OVĚŘENÍ NAVRHOVANÝCH ŘEŠENÍ	127



4.6.1. OVĚŘENÍ NA ZÁKLADĚ SROVNÁNÍ SE STAVEM V ZAHRANIČÍ	128
--	-----

5. ZÁVĚR	130
-----------------------	------------



Seznam obrázků

OBRÁZEK 1 – STANOVIŠTĚ BEZPEČNOSTNÍ KONTROLY	18
OBRÁZEK 2 – STANOVIŠTĚ ZE 70. LET UŽÍVAJÍCÍ WTMD A RTG [5].....	18
OBRÁZEK 3 – STANOVIŠTĚ BEZPEČNOSTNÍ KONTROLY NA KONCI PRSTU A PRAŽSKÉHO LETIŠTĚ, ČERVEN 1997 [6]	19
OBRÁZEK 4 – DECENTRALIZOVANÉ STANOVIŠTĚ V TERMINÁLU 1 PRAŽSKÉHO LETIŠTĚ, KONEC 90. LET [7].....	19
OBRÁZEK 5 – SCHÉMA VARIANT STANOVIŠŤ VYUŽÍVANÝCH V OBDOBÍ PŘED 11. ZÁŘÍM (VYTVOŘENO AUTOREM).....	20
OBRÁZEK 6 – VÝKRES STANOVIŠTĚ TSA Z ROKU 2006 [12]	22
OBRÁZEK 7 – PŮDORYS BUŇKY STANOVIŠTĚ DLE MANUÁLU TSA PRO NÁVRH STANOVIŠŤ Z ROKU 2012 [23].....	24
OBRÁZEK 8 – VYBRANÉ ZÁKLADNÍ LEGISLATIVNÍ DOKUMENTY V OCHRANĚ LETECTVÍ (VYTVOŘENO AUTOREM)	28
OBRÁZEK 9 – PROCES PRŮCHODU CESTUJÍCÍHO „KONVENČNÍM“ STANOVIŠTĚM (VYTVOŘENO AUTOREM).....	31
OBRÁZEK 10 – PROCES PRŮCHODU CESTUJÍCÍHO STANOVIŠTĚM S SSC A EDSCB C3 (VYTVOŘENO AUTOREM).....	32
OBRÁZEK 11 – ZADANÝ PROSTOR S KÓTOVANÝMI ROZMĚRY	38
OBRÁZEK 12 – ZADANÝ PROSTOR S POPISEM VAZEB A VYZNAČENÍM SMĚRU TOKU CESTUJÍCÍCH	38
OBRÁZEK 13 – VÝKRES CT RTG HI-SCAN 6040 CTIX OD SPOLEČNOSTI SMITHS DETECTION [47].....	43
OBRÁZEK 14 – SKUTEČNÁ PODOBA (A) [49] A ROZMĚRY (B) SSC QPS 201 (VÝKRES VYTVOŘEN AUTOREM NA ZÁKLADĚ ROZMĚRŮ UVEDENÝCH V [49] A [50])	44
OBRÁZEK 15 – CT RTG HI-SCAN 6040 CTIX JAKO BLOK POUŽÍVANÝ PRO NÁVRHY TRATÍ ([54], UPRAVENO AUTOREM)	47
OBRÁZEK 16 – APLIKACE PRO VÝPOČET PROPUSTNOSTI ATRS TRATI, PANEL ZADÁVÁNÍ VSTUPNÍCH HODNOT (A) A PANEL S VYPOČITANÝMI PROPUSTNOSTMI S NASTAVENÝM PRAHEM NADDIMENZOVANÍ (B).....	56
OBRÁZEK 17 – ZAKONČENÍ ALARMOVÉ TRATI DLE VZOROVÉ KONFIGURACE – [54], UPRAVENO AUTOREM.....	58
OBRÁZEK 18 – VARIANTA A1 ATRS TRATI (VYTVOŘENO AUTOREM)	59
OBRÁZEK 19 – SOUSEDNÍ DVOJICE TRATÍ V KOMBINACI VARIANT A1+A2 (A) A A1+A1 (B), VYTVOŘENO AUTOREM	60
OBRÁZEK 20 – VARIANTA B1S-RS ATRS TRATI (VYTVOŘENO AUTOREM).....	62
OBRÁZEK 21 – VARIANTA B1W-RS ATRS TRATI (VYTVOŘENO AUTOREM)	62
OBRÁZEK 22 – VARIANTA B1S-OV ATRS TRATI (VYTVOŘENO AUTOREM)	63
OBRÁZEK 23 – VARIANTA B1W-OV ATRS TRATI (VYTVOŘENO AUTOREM).....	63
OBRÁZEK 24 – VARIANTA B1S-ST ATRS TRATI (VYTVOŘENO AUTOREM).....	63
OBRÁZEK 25 – VARIANTA B1W-ST ATRS TRATI (VYTVOŘENO AUTOREM).....	63
OBRÁZEK 26 – VARIANTA B2S-2RS ATRS TRATI (VYTVOŘENO AUTOREM).....	64
OBRÁZEK 27 – VARIANTA B2S-2RW ATRS TRATI (VYTVOŘENO AUTOREM)	64
OBRÁZEK 28 – BUŇKA VE VARIANTĚ IA (VYTVOŘENO AUTOREM)	79
OBRÁZEK 29 – BUŇKA VE VARIANTĚ IB (VYTVOŘENO AUTOREM)	80
OBRÁZEK 30 – BUŇKA VE VARIANTĚ IIA (VYTVOŘENO AUTOREM)	81
OBRÁZEK 31 – BUŇKA VE VARIANTĚ IIB (VYTVOŘENO AUTOREM)	82
OBRÁZEK 32 – BUŇKA VE VARIANTĚ IIIA (VYTVOŘENO AUTOREM)	83
OBRÁZEK 33 – BUŇKA VE VARIANTĚ IIIB (VYTVOŘENO AUTOREM)	84
OBRÁZEK 34 – BUŇKA VE VARIANTĚ IVA (VYTVOŘENO AUTOREM)	85
OBRÁZEK 35 – BUŇKA VE VARIANTĚ IVb (VYTVOŘENO AUTOREM).....	86
OBRÁZEK 36 – SCHÉMA MOŽNÉHO ŘEŠENÍ ČÁSTI PRM BUŇKY (VYTVOŘENO AUTOREM)	90
OBRÁZEK 37 – NÁVRH BUŇKY PRO PRM CESTUJÍCÍ A RODINY S DĚTMI (VYTVOŘENO AUTOREM).....	92
OBRÁZEK 38 – PROBLEMATICKÁ POLOHA SLOUPU V BUŇCE VE VARIANTĚ IB (VYTVOŘENO AUTOREM)	96
OBRÁZEK 39 – ROZMÍSTĚNÍ DEVĚTI STANDARDNÍCH BUNĚK IB V ZADANÉM PROSTORU (VYTVOŘENO AUTOREM)	97
OBRÁZEK 40 – BUŇKA VE VARIANTĚ IB-2.....	98
OBRÁZEK 41 – NAVRŽENÉ MÍSTO PRO KONTROLU OPRÁVNĚNOSTI VSTUPU	100
OBRÁZEK 42 – DVEŘE ZABEZPEČUJÍCÍ PŘÍSTUP K BUŇCE, KTERÁ NENÍ AKTUÁLNĚ V PROVOZU [50]	101
OBRÁZEK 43 – SYSTÉM NAVIGUJÍCÍ CESTUJÍCÍ K VOLNÉMU PŘÍPRAVNÉMU MÍSTU [67]	102
OBRÁZEK 44 – SYSTÉM ROZŘAZUJÍCÍ CESTUJÍCÍ DO FRONT PŘED TRATĚMI (SMART CALL OD VIA GUIDE) [68]	103
OBRÁZEK 45 – VALIDÁTOR PALUBNÍCH VSTUPENEK (VYTVOŘENO AUTOREM NA ZÁKLADĚ [71])	105



OBRÁZEK 46 – BRANKA LAVI INDUSTRIES: MOŽNÉ VYMEZENÍ KORIDORU PŘI ZACHOVÁNÍ ÚNIKOVÉ CESTY [75]	107
OBRÁZEK 47 – ČÁST QM PŘED STANDARDNÍMI BUŇKAMI VE VARIANTĚ IA (VYTVOŘENO AUTOREM).....	108
OBRÁZEK 48 – ČÁST QM PŘED STANDARDNÍMI BUŇKAMI VE VARIANTĚ IIIB (VYTVOŘENO AUTOREM).....	110
OBRÁZEK 49 – ČÁST QM PŘED STANDARDNÍMI BUŇKAMI VE VARIANTĚ IIIA (VYTVOŘENO AUTOREM).....	110
OBRÁZEK 50 – ČÁST QM PŘED STANDARDNÍMI BUŇKAMI VE VARIANTĚ IB-2 (VYTVOŘENO AUTOREM).....	111
OBRÁZEK 51 – VYMEZENÍ POROVNÁVANÉ PLOCHY STANOVIŠTĚ, ZDE U VARIANTY IA (VYTVOŘENO AUTOREM).....	116
OBRÁZEK 52 – UMÍSTĚNÍ VALIDÁTORŮ VŮČI HRANĚ STANOVIŠTĚ VE VARIANTĚ IA (VYTVOŘENO AUTOREM)	117
OBRÁZEK 53 – UMÍSTĚNÍ VALIDÁTORŮ VŮČI HRANĚ STANOVIŠTĚ VE VARIANTĚ IIIB (VYTVOŘENO AUTOREM)	117
OBRÁZEK 54 – SCHÉMA TRATI PAX MX2 [77] (POPISKY PŘELOŽENY AUTOREM).....	124
OBRÁZEK 55 – SCHÉMA KONCEPTU STANOVIŠTĚ PODLE STAGE GATE 11 (VYTVOŘENO AUTOREM PODLE [80])	126
OBRÁZEK 56 – UKÁZKA ZPRACOVÁNÍ VALIDAČNÍ TABULKY V TABULKOVÉM PROCESORU EXCEL (VYTVOŘENO AUTOREM)	127



Seznam tabulek

TABULKA 1 – LEGENDA K OBRÁZKU 7, VYBRANÉ PRVKY [23] (PŘELOŽENO AUTOREM)	25
TABULKA 2 – PŘEHLED VŠECH ZAŘÍZENÍ S EDSCB C3 CERTIFIKOVANÝCH DLE ECAC CEP [45]	42
TABULKA 3 – PŘEHLED VŠECH SSC S AUTOMATICKOU DETEKČÍ CERTIFIKOVANÝCH DLE ECAC CEP [48]	43
TABULKA 4 – POUŽÍVANÉ MODULY SMITHS DETECTION (VÝKRESY PŘEVZATY Z [54], UPRAVENY AUTOREM)	48
TABULKA 5 – POUŽÍVANÉ MODULY SCARABEE (VÝKRESY PŘEVZATY Z [54], UPRAVENY AUTOREM)	49
TABULKA 6 – POUŽÍVANÉ MODULY VANDERLANDE (VÝKRESY PŘEVZATY Z [54], UPRAVENY AUTOREM)	51
TABULKA 7 – DALŠÍ POUŽÍVANÉ OBJEKTY (VÝKRESY PŘEVZATY Z [54], UPRAVENY AUTOREM)	53
TABULKA 8 – KONFIGURACE VARIANTY A1, EXPORT Z APLIKACE PRO VÝPOČET PROPUSTNOSTÍ	57
TABULKA 9 – OZNAČENÍ VARIANT SE 3 PŘÍPRAVNÝMI POZICEMI (B1) PODLE POUŽITÝCH TYPŮ MODULŮ	61
TABULKA 10 – KONFIGURACE VARIANTY B1, EXPORT Z APLIKACE PRO VÝPOČET PROPUSTNOSTÍ	61
TABULKA 11 – OZNAČENÍ VARIANT SE 4 PŘÍPRAVNÝMI POZICEMI (B2) PODLE POUŽITÝCH TYPŮ MODULŮ	64
TABULKA 12 – CELKOVÉ DÉLKY A MAXIMÁLNÍ ŠÍŘKY JEDNOTLIVÝCH VARIANT SE 4 PŘÍPRAVNÝMI POZICEMI (B2)	65
TABULKA 13 – KONFIGURACE VARIANT B3, EXPORT Z APLIKACE PRO VÝPOČET PROPUSTNOSTÍ	65
TABULKA 14 – PARAMETRY VARIANT S 5 PŘÍPRAVNÝMI POZICEMI A 2 DOHLEDÁVACÍMI STANICEMI (B3)	66
TABULKA 15 – KONFIGURACE VARIANT B4, EXPORT Z APLIKACE PRO VÝPOČET PROPUSTNOSTÍ	67
TABULKA 16 – CELKOVÉ DÉLKY A MAXIMÁLNÍ ŠÍŘKY JEDNOTLIVÝCH VARIANT TYPU B4	67
TABULKA 17 – PARAMETRY JEDNOTLIVÝCH VARIANT TYPU C1	68
TABULKA 18 – PARAMETRY JEDNOTLIVÝCH VARIANT TYPU C2	69
TABULKA 19 – PARAMETRY JEDNOTLIVÝCH VARIANT TYPU C3	70
TABULKA 20 – PARAMETRY JEDNOTLIVÝCH VARIANT TYPU C4	70
TABULKA 21 – KONFIGURACE VARIANT C5, EXPORT Z APLIKACE PRO VÝPOČET PROPUSTNOSTÍ	71
TABULKA 22 – PARAMETRY JEDNOTLIVÝCH VARIANT TYPU C4	71
TABULKA 23 – ZVOLENÉ VARIANTY	74
TABULKA 24 – POČTY SSC PRO ZVOLENÉ DVOJICE VARIANT RTG TRATÍ	75
TABULKA 25 – KONFIGURACE NAVRŽENÝCH BUNĚK	76
TABULKA 26 – POROVNÁNÍ PARAMETRŮ NAVRŽENÝCH VARIANT BUNĚK	88
TABULKA 27 – POROVNÁNÍ PARAMETRŮ NAVRŽENÝCH VARIANT BUNĚK, VČ. VARIANTY IB-2	98
TABULKA 28 – CELKOVÁ KAPACITA JEDNOTLIVÝCH SEGMENTŮ QM VE VARIANTĚ IA	109
TABULKA 29 – POŽADOVANÁ RYCHLOST CHŮZE PRO CESTUJÍCÍ V JEDNOTLIVÝCH SEGMENTECH QM (VARIANTA IA)	109
TABULKA 30 – MAXIMÁLNÍ ČEKACÍ DOBA VE FRONTĚ, KTEROU POJME NAVRŽENÝ QM V JEDNOTLIVÝCH VARIANTÁCH	111
TABULKA 31 – POŽADOVANÝ POČET PRACOVNÍKŮ PODLE JEDNOTLIVÝCH VARIANT	115
TABULKA 32 – PLOCHA POTŘEBNÁ PRO JEDNOTLIVÉ VARIANTY	116
TABULKA 33 – POROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH VARIANT PODLE STANOVENÝCH KRITÉRIÍ	118
TABULKA 34 – KOMFORT CESTUJÍCÍCH A PRACOVNÍKŮ V JEDNOTLIVÝCH OBLASTECH PODLE VARIANT	119
TABULKA 35 – POČTY POTŘEBNÝCH DETEKČNÍCH ZAŘÍZENÍ PODLE JEDNOTLIVÝCH VARIANT	120
TABULKA 36 – POROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH VARIANT PODLE STANOVENÝCH KRITÉRIÍ	121
TABULKA 37 – CELKOVÉ POROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH VARIANT PODLE STANOVENÝCH KRITÉRIÍ	121



Seznam symbolů a zkratk

ACI	Mezinárodní sdružení letišť (Airport Council International)
AIT	Pokročilá zobrazovací technologie (Advanced Imaging Technology, název pro SSc v americkém prostředí)
APID	Automatizovaná detekce zakázaných předmětů (Automated Prohibited Item Detection)
ASL	Automatická rentgenová trať (Automated Screening Lane)
ATRS	Systém automatického vracení přepravek (Automatic Tray Return System, používáno také jako ekvivalentní označení pro ASL)
BLS	Skener lahví s kapalinami (Bottle Liquid Scanner, alternativní název pro LEDS v americkém prostředí)
CAPEX	Kapitálové náklady (Capital Expenditures)
CATSA	Kanadský úřad pro bezpečnost v letecké dopravě (Canadian Air Transport Security Authority)
CEP	Společný proces certifikace ECAC (Common Evaluation Process)
CIP	Centrální vyhodnocování snímků (Centralized Image Processing)
CMS	Systém řízení stanoviště (Checkpoint Management System)
COB	Centrální odbavovací bod
CONOPS	Provozní koncept (Concept of Operations)
CRPO	Cílená ruční prohlídka osoby
CT	Výpočetní tomografie (Computed Tomography)
ČR	Česká republika
DP	Bod rozhodnutí (Decision Point)
DS	Dohledávací stanice
DT	Doba vyhodnocení (Decision Time)
E _{SP}	Prostorová efektivita – veličina s jednotkou cestující za hodinu na metr čtverečný (značeno $\frac{pax}{h \cdot m^2}$, v textu též pax/h/m ²)
E _{ST}	Personální efektivita – veličina s jednotkou cestující za hodinu na jednoho bezpečnostního pracovníka (značeno $\frac{pax}{h \cdot officer}$, v textu též pax/h/officer)
ECAC	Evropská konference pro civilní letectví (European Civil Aviation Conference)
EDS	Systém detekce výbušnin (Explosive Detection System)
EDSCB	Systém detekce výbušnin pro kabinová zavazadla (Explosive Detection System for Cabin Baggage)
EKV	Elektronická kontrola vstupu
ETD	Stopová detekce výbušnin (Explosive Trace Detection)
ETRS	Systém rozpoznání prázdných přepravek (Empty Tray Recognition System)
EU	Evropská unie
FAA	Federální letecký úřad v USA (Federal Aviation Administration)
FT	Fast Track (přednostní odbavení)
GUI	Grafické uživatelské rozhraní (Graphical User Interface)
HHMD	Ruční detektor kovů (Hand-held Metal Detection Equipment)



ICAO	Mezinárodní organizace pro civilní letectví (International Civil Aviation Organization)
IED	Nástražný výbušný systém (Improvised Explosive Device)
IPP	Počet snímků na osobu (Image Per Person)
I	Délka rentgenové trati
LAGs	Tekutiny, aerosoly a gely (Liquids, Aerosols and Gels)
LEDS	Systém detekce kapalných výbušnin (Liquid Explosive Detection System)
LKPR	Letiště Praha (ICAO kód)
MD	Ministerstvo dopravy
N _{ST}	Potřebný počet bezpečnostních pracovníků
NPL	Neveřejný prostor letiště
NVS	Nástražný výbušný systém
OPEX	Provozní náklady (Operating Expense)
OSAR/OSR	Řešení alarmu EDS přímo na obrazovce operátorem (On Screen Alarm Resolution / On Screen Resolution)
PP	Přípravná pozice (přípravné místo)
PRM	Osoby se sníženou schopností pohybu (Persons with Reduced Mobility)
QM	Prostor pro organizaci fronty (Queue Management)
RFID	Identifikace na rádiové frekvenci (Radio Frequency Identification)
RPO	Ruční prohlídka osoby
RPZ	Ruční prohlídka zavazadla
RTG	Rentgen
S	Plocha potřebná pro rentgenovou trať nebo buňku
S _{max}	Maximální šířka rentgenové trati
S _{max-loc}	Umístění maximální šířky v rámci konfigurace rentgenové trati
SARPS	Standardy a doporučené postupy ICAO (Standards and Recommended Practices)
SLA	Smlouva o úrovni poskytovaných služeb (Service Level Agreement)
SRA	Vyhrazený bezpečnostní prostor (Security Restricted Area)
SSc	Bezpečnostní skener (Security Scanner)
T	Propustnost – veličina s jednotkou cestujících za hodinu (značeno $\frac{pax}{h}$, v textu též pax/h)
T1	Terminál 1
T2	Terminál 2
T3	Terminál 3
TIP	Obrazové promítání nebezpečných předmětů (Threat Image Projection)
TSA	Úřad pro bezpečnost v dopravě USA (Transportation Security Administration)
ÚCL	Úřad pro civilní letectví
USA	Spojené státy americké (United States of America)
VPL	Veřejný prostor letiště
WTMD	Průchozí detektor kovů (Walk-through Metal Detection Equipment)
ZP	Zakázaný předmět



Úvod

Bezpečnostní kontrola cestujících a jejich kabinových zavazadel se z pohledu cestujících stala nedílnou součástí letu a průchodu letištěm. Od zavedení prvních bezpečnostních kontrol již uplynulo přes padesát let, během kterých dostala podoba bezpečnostní kontroly řady změn. Ty byly obvykle vyvolány zpřísnováním opatření v důsledku protiprávních činů namířených proti civilnímu letectví.

Postupné zpřísnování postupů a pravidel nevyhnutelně vedlo ke zvyšujícím se nárokům na propustnost stanovišť bezpečnostní kontroly, neboť zpřísnění prodlužovala čas, za který průměrně prošel jeden cestující stanovištěm. Jedním z takovýchto opatření prodlužujících průchod cestujícího letištěm, je např. omezení objemu přepravovaných tekutin, aerosolů a gelů a povinnost jejich deklarace před provedením detekční kontroly kabinového zavazadla. Tato restrikce má značný vliv i na komfort cestujících. Negativní vliv opatření na provozní efektivitu stanovišť prohlubovala dlouhodobě rostoucí poptávka po letecké přepravě. Po pandemii covid-19 a obnovení poptávky se navíc letecká doprava potýkala s nedostatkem kvalifikovaných pracovníků, včetně pracovníků bezpečnostní kontroly.

Provozovatelé letišť a další zodpovědné subjekty tak v posledních letech začali pro detekční kontrolu využívat nové technologie. Detekční kontrola je termín označující součást bezpečnostní kontroly v podobě aplikace technických nebo jiných prostředků pro odhalování předmětů zneužitelných k protiprávnímu činu. Tyto nové technologie, mezi které patří zařízení se systémy detekce výbušnin a bezpečnostní skenery, umožňují díky vyšší úrovni zajišťované bezpečnosti zrušit některá restriktivní opatření snižující komfort cestujících a propustnost stanovišť bezpečnostní kontroly, a v případě implementace zohledňující jejich rozdílnost od stávajících zařízení tak přinést provozně efektivnější řešení. Klíčové je však právě zohlednění rozdílností od stávajících zařízení.

Tato práce řeší, jakým způsobem je možné nové technologie implementovat na stanovišti bezpečnostní kontroly v konkrétním zadaném prostoru, a to takovým způsobem, aby stanoviště umožňovalo průchod požadovaného počtu cestujících za hodinu, tj. aby mělo dostatečnou propustnost. Jedná se o úkol, který stojí před řadou provozovatelů letišť, kteří chtějí v konkrétním prostoru při specifikované propustnosti implementovat zmíněné nové technologie pro kontrolu osob a kabinových zavazadel.

Při tvorbě návrhů je také důležité stanovit kritéria, podle kterých lze případné varianty návrhu porovnávat. Požadované propustnosti je možné dosáhnout nižším počtem rentgenových tratí o vysoké propustnosti, ale i vyšším počtem rentgenových tratí o nízké propustnosti. Každý z těchto návrhů však bude vyžadovat jiný počet pracovníků a jinou velikost plochy. Je proto potřeba porovnávat návrhy nejen na základě propustnosti, ale také na základě těchto kritérií.



1. ANALÝZA HISTORICKÉHO VÝVOJE A SOUČASNÉHO STAVU STANOVIŠŤ BEZPEČNOSTNÍ KONTROLY

Bezpečnostní kontrola se během své historie různě měnila. Zásadní změny ve všech zmíněných oblastech přicházely obvykle v reakci na předchozí protiprávní činy a soudobé hrozby či v rámci snahy učinit bezpečnostní kontrolu provozně efektivnější nebo komfortnější pro cestující. Tyto tři oblasti představují základní tři požadavky, které jsou na současnou podobu bezpečnostní kontroly kladeny – vysoká úroveň bezpečnosti, vysoká provozní efektivita a maximální možný komfort pro cestující.

1.1. Počátek ochrany letectví – 60. a 70. léta

O počátku systematické ochrany letectví před protiprávními činy lze hovořit v souvislosti s nárůstem počtu únosů letadel v šedesátých a sedmdesátých letech minulého století, především v souvislosti s izraelsko-palestinským konfliktem. Palestinišší teroristé se tehdy začali za použití střelných zbraní zmocňovat civilních letadel s cílem získat mediální pozornost a vyjednávací pozici při propouštění rukojmí výměnou za prosazování svých cílů [1]. Únosů přibývalo i ve vzdušném prostoru nad Severní Amerikou, kde šlo často o únosy s politickým motivem v souvislosti s kubánsko-americkými vztahy [1].

Na prudký nárůst počtu únosů v tomto období reagovalo mezinárodní společenství zavedením bezpečnostních kontrol cestujících a jejich zavazadel, procesů zjišťujících, zda u sebe cestující nemají zbraně, především ty využívané tehdejšími únosci – střelné zbraně a ruční granáty. Například na amerických letištích museli od ledna 1973 všichni cestující podstoupit kontrolu magnetometrem a taktéž kontrolu příručního zavazadla, zprvu ruční, později s využitím rentgenu [2]. Na některých stanovištích bezpečnostní kontroly se objevovaly i první detektory výbušných materiálů [1].

Magnetometr, v dnešní terminologii průchozí detektor kovů (WTMD, Walk-through Metal Detection Equipment) je zařízení schopné poplachovým signálem označit osobu procházející přes něj s větším než určeným množstvím kovu [3]. Sloužil tedy k odhalení střelných zbraní u cestujících.

Kabinová zavazadla se kontrolovala nejdříve ručně, o rok později se k jejich kontrole ve Spojených státech začal využívat rentgen (RTG) [2]. To je zařízení vytvářející snímek obsahu zavazadla na základě rozdílné absorpce rentgenového záření různými materiály. Zavazadla se rentgenem pohybují na dopravníkovém pásu, před a za něj lze umístit další plochy, obvykle válečkové stoly, které navyšují kapacitu samotného RTG. Soustava RTG a takovýchto ploch se nazývá rentgenová trať.

V Československu se první kontroly objevily v letech 1972–1973, nejprve bez technického vybavení, poté se přibližně od roku 1974 pro kontrolu osob začaly používat

průchozí detektory kovů a od roku 1980 se pro kontrolu zavazadel začaly využívat rentgeny [1].

Pozitivní přínos implementace prvních detekčních kontrol byl patrný: „Po zavedení nařízení FAA ¹, které vstoupily v účinnost začátkem roku 1973, počet únosů na vnitrostátních letech prudce klesl.“ [2] Lze tak usuzovat, že zvolená opatření dokázala účinně odhalovat stělné zbraně využívané k tehdejším únosům a zároveň měla výrazný odrazující efekt.

Obrázek 1 zachycuje podobu stanoviště ze 70. let. Cestující procházeli WTMD (na obr. v levé části), jejich zavazadla byla zprvu kontrolována bezpečnostními pracovníky pouze ručně, pro tuto kontrolu bývaly vedle WTMD umísťovány stoly.



Obrázek 1 – Stanoviště bezpečnostní kontroly s WTMD a ruční prohlídkou zavazadla v 70. letech [4]

Jak již bylo řečeno, v průběhu 70. let se ruční prohlídka kabinového zavazadla začala postupně nahrazovat kontrolou rentgenovým zařízením. Stanoviště ze 70. let s již implementovanými RTG umístěnými vedle WTMD je zachyceno na obrázku 2.



Obrázek 2 – Stanoviště ze 70. let užívající WTMD a RTG [5]

¹ Federal Aviation Administration – federální letecký úřad v USA

1.2. Období před 11. zářím – 80. a 90. léta

Po zavedení prvních bezpečnostních kontrol významně redukuje počet únosů s využitím střelných zbraní se hlavním typem hrozby pro letectví staly výbušniny v zapsaných zavazadlech. V návaznosti na útoky s využitím nástražných výbušných systémů (NVS) na letech Air India 182 (r. 1985) a Pan Am 103 (r. 1988) se zavedl princip rekongregace zavazadel, tedy spojení zapsaného zavazadla s cestujícím takovým způsobem, aby cestující nemohl odbavit zavazadlo s výbušninou a následně na let nastoupit, a také se významně zpřísnila detekční kontrola zapsaných zavazadel [1]. Všechna zapsaná zavazadla se dnes obvykle podrobují důkladné detekční kontrole, avšak standardně na jiných stanovištích než na stanovištích určených pro kontrolu osob a kabinových zavazadel, protože se jimi tato práce nebude dále podrobněji zabývat.

Stanoviště pro kontrolu osob a kabinových zavazadel v tomto období nadále využívala rentgeny a průchozí detektory kovů. Obrázky 3 a 4 znázorňují stanoviště z té doby. Obrázek 3 představuje stanoviště v dnešním terminálu 1 pražského letiště vybudované při jeho rozšíření na konci 90. let při pohledu proti směru toku cestujících. Na tomto obrázku lze vidět stoly užívané k ruční prohlídce zavazadla i rentgenové tratě za RTG. Jde o obrázek tzv. decentralizovaného stanoviště, což jsou stanoviště nacházející se přímo před čekárnou odletového východu nebo několika východů. Menší stanoviště pro menší čekárnu zachycuje obrázek 4.

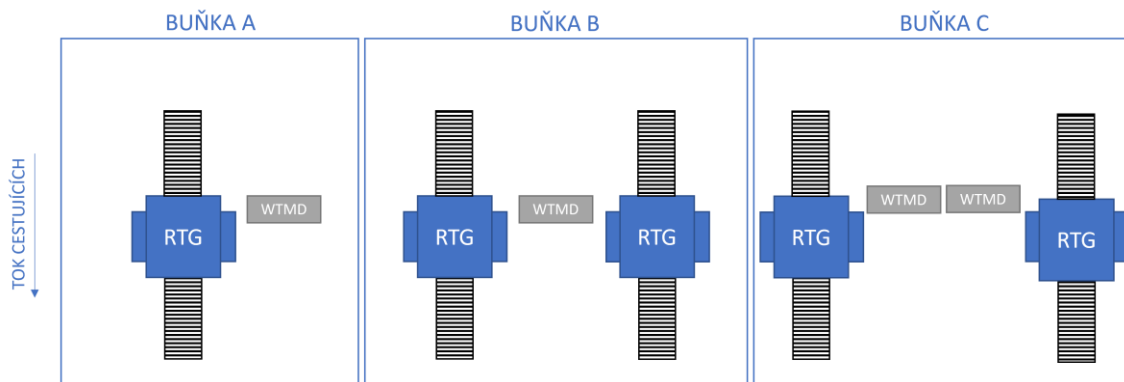


Obrázek 3 – Stanoviště bezpečnostní kontroly na konci prstu A pražského letiště, červen 1997 [6]



Obrázek 4 – Decentralizované stanoviště v terminálu 1 pražského letiště, konec 90. let [7]

Na obrázcích je patrné, že RTG a WTMD byly využívány v různé konfiguraci. Nejmenší část stanoviště schopná zkontrolovat osobu i zavazadlo se nazývá buňka (angl. cell). Obrázek 5 představuje schéma základních možností umístění RTG a WTMD v buňce. Buňka se může skládat pouze z jednoho RTG a WTMD (jako na obrázku 4, na schématu na obr. 5 označeno jako „buňka A“) či ze dvou RTG, mezi nimiž se nachází jeden WTMD (na obr. 5 „buňka B“) nebo dva WTMD (obr. 3 vpravo, na obr. 5 „buňka C“).



Obrázek 5 – Schéma variant stanovišť využívaných v období před 11. zářím (vytvořeno autorem)

1.2.1. Zásadní milník v ochraně letectví – 11. září 2001

Za naprosto zásadní událost v oblasti ochrany letectví lze považovat sérii únosů dne 11. září 2001. Únosci se tehdy zmocnili čtyř letadel s úmyslem navést je do významných budov v USA. Tento teroristický útok představoval dvě zásadní změny v koncepci ochrany civilního letectví.

První z nich bylo nové pojetí únosu – do té doby se nepočítalo se sebevražedným útokem a zneužitím letadla jako zbraně proti jiným cílům [8]. Druhou zásadní změnou bylo zjištění, že k takto závažnému únosu nebylo potřeba využívat tak nebezpečných předmětů jako střelných zbraní, ale stačily ostré předměty běžného užití – nože a řezáky s odlamovací čepelí [1]. Na jejich detekci se bezpečnostní kontrola dosud nesoustředila, neboť její prioritou bylo odhalování střelných zbraní. „Každý z únosců byl zkontrolován průchozím detektorem kovů kalibrováním k detekci přinejmenším takového množství kovu, jako je v pistoli ráže .22. I když byly během dodatečné kontroly nalezeny nože, obvykle bývaly navraceny cestujícímu. Únosci byli údajně instruováni, aby použili předměty nedetekovatelné tehdejší bezpečnostní kontrolou.“ [8]

Po 11. září se u cestujících a v kabinových zavazadlech staly zakázanými všechny předměty, které by mohly být na palubě zneužity ke spáchání protiprávního činu, např. nože, nůžky, vybavení pro bojová umění, pracovní nářadí a podobně. Zároveň v některých státech došlo k přesunu provádění detekčních kontrol z rukou soukromých agentur do působnosti státu. Před tímto útokem měli v USA hlavní zodpovědnost za ochranu letectví letečtí dopravci [8], osudného dne byli únosci před odletem kontrolováni pracovníky soukromých bezpečnostních agentur najatých jednotlivými aerolinkami [1]. Po roce 2001 byla v USA vytvořena speciální federální



instituce – TSA (Transportation Security Administration, Úřad pro bezpečnost v dopravě), která nová opatření včetně detekčních kontrol nastavovala a prováděla.

V současnosti tak existuje několik možností zajištění detekční kontroly. V některých státech je za tímto účelem vytvořena speciální instituce – TSA v USA či CATSA (Canadian Air Transport Security Authority) v Kanadě. Na některých letištích provádějí kontrolu příslušníci bezpečnostního sboru, např. federální policie v německém Hamburku [9] či kantonální policie ve švýcarském Curychu [10]. Typickým modelem v dalších evropských zemích, ČR nevyjímaje, je svěření provádění bezpečnostní kontroly do rukou provozovatele letiště, který je zajistí vlastním personálem (in-house security) nebo externí bezpečnostní agenturou (outsourcing). V obou případech však musí provozovatel letiště zajistit provádění kontroly podle legislativou stanovené metodiky a podléhá státnímu dozoru.

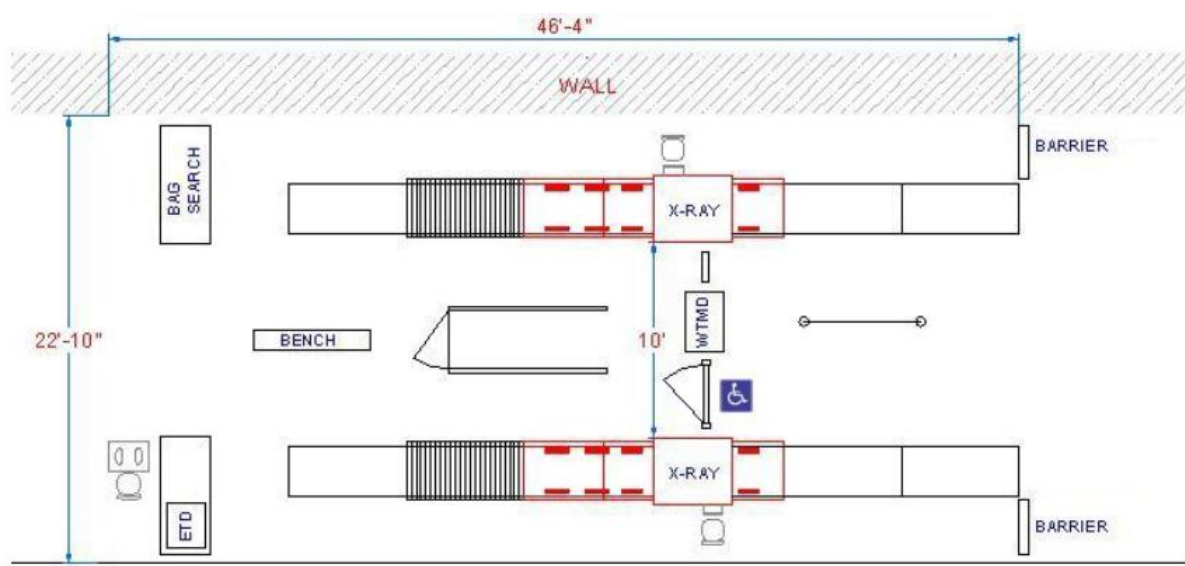
1.3. Snížení propustnosti – reakce na 11. září a útok Richarda Reida

Jedenácté září tedy přineslo podstatně přísnější opatření. Citlivost WTMD se upravila tak, aby alarm vyvolaly nejen střelné zbraně, ale i menší předměty jako nože. Kvůli tomu bylo před průchodem potřeba odložit také kovové doplňky, např. hodinky a opasky, aby nevyvolaly falešný alarm. V období po 11. září se také zavedla povinnost před průchodem WTMD sundávat svrchní oděvy jako kabáty, saka či bundy, aby se eliminovala možnost ukrytí zakázaných předmětů v těchto oděvech [11]. Od pokusu o útok za použití výbušniny ukryté v obuvi Richardem Reidem v prosinci 2001 bývají před průchodem WTMD snímány také některé typy obuvi. Tato opatření navýšila čas potřebný na tzv. přípravu cestujících před detekční kontrolou (angl. passenger divest) a snížila propustnost stanoviště. Sejmuté oděvy a předměty se následně kontrolují jako kabinová zavazadla. Cestující tak již k rentgenové kontrole nepředkládá pouze zavazadlo, ale také tyto odložené předměty. Jeden cestující tak začal potřebovat více přepravek (angl. trays), do kterých se tyto předměty a zavazadla obvykle umísťují. Jelikož každá přepravka představuje jeden výstup z RTG, který se označuje jako rentgenový snímek², zvýšila se hodnota veličiny „počet snímků na osobu“ (IPP, Image per Person), čímž se snížila propustnost RTG.

Stanoviště po tomto útoku zůstala v nepříliš změněné podobě oproti devadesátým letům, přísnější opatření představovala především snížení provozní efektivity a komfortu cestujících. Obrázek 6 zobrazuje výkres buňky stanoviště TSA z období po 11. září, konkrétně z listopadu 2006, skládající se ze dvou RTG a jednoho WTMD. Prostor mezi WTMD a RTG je zahrazen bariérou, v níž je branka pro průchod cestujících se sníženou schopností pohybu (PRM, Persons with Reduced Mobility) mimo WTMD. Na koncích tratí se nacházejí stoly pro ruční prohlídku doplněné přístrojem pro stopovou

² Jako jeden rentgenový snímek se v úzu označuje výstup z RTG i v případě, kdy jeden výstup představuje více paralelně vytvořených snímků (u dvoupohledových RTG či CT RTG)

detekci výbušnin (ETD, Explosive Trace Detection), který bude podrobněji popisován v dalších částech této práce, a židle pro posazení osoby a kontrolu chodidel a obuvi.



Obrázek 6 – Výkres stanoviště TSA z roku 2006 [12]

1.4. Omezení přepravy tekutin – pokus o útok v roce 2006

V souvislosti s časovou náročností přípravy cestujících byl zlomový rok 2006, kdy byl ve fázi příprav zmařen plánovaný rozsáhlý teroristický útok na několik letů z Evropy do USA za použití kapalných výbušnin (tzv. transatlantický komplot). Nebyl to první takovýto útok, kapalně výbušninou ukryté v lahvi od whisky či roztoku na kontaktní čočky už byly zneužity při útocích na lety Korean Air 858 v roce 1987 [13] a Philippine Airlines 434 v roce 1994 [14]. Druhý jmenovaný čin byl součástí příprav na plánovaný rozsáhlý útok na jedenáct Boeingů 747 za použití kapalných výbušnin známý jako operace Bojinka a přezdívaný „48 hodin teroru“ [14].

Problémem u těchto útoků byla nemožnost rozlišit během detekční kontroly běžně přepravované tekutiny od kapalných výbušnin. V roce 2006 se tak v mnoha zemích, včetně USA a členských zemí EU, zavedla limitace objemu balení všech tekutin, aerosolů a gelů (LAGs; Liquids, Aerosols and Gels) v příručním zavazadle na 100 ml, přičemž všechna tato balení se musejí vejít do jednoho litrového sáčku [3]. Tímto opatřením bylo zajištěno, že cestující bude převážet v příručním zavazadle pouze omezené množství LAGs, které případně nepředstavuje tak velké nebezpečí. Tyto LAGs je navíc nutné tzv. deklarovat, tzn. vyjmout ze zavazadla a předložit je k další detekční kontrole zvlášť.

Kromě LAGs je v současnosti potřeba vyjmout i rozměrnější elektroniku jako notebooky či tablety a předložit ji ke kontrole odděleně od ostatních předmětů, neboť takováto elektronika na rentgenovém snímku zakrývá část zavazadla a neumožňuje řádnou kontrolu ani daného elektronického zařízení, ani zbytku zavazadla. Tato opatření opět navýšila čas potřebný pro průchod cestujícího bezpečnostní kontrolou, neboť se zvýšila



časová náročnost přípravy i následného zabalení všech vyjmutých věcí (angl. baggage reclaim). Navíc, pokud cestující elektroniku a LAGs nevyjme, jeho zavazadlo je potřeba zkontrolovat ručně a případně i opakovaně RTG, což má opět negativní vliv na propustnost stanoviště. Jednou z reakcí na složitější přípravu a balení zavazadel mohlo být prodloužení tratí před a za RTG tak, aby se zde současně mohlo připravovat/balit více cestujících.

Některé LAGs je nicméně možné přepravovat i ve větším než omezeném objemu. Jde o LAGs, které cestující nutně potřebuje po dobu letu ze zdravotních důvodů (medikamenty, roztoky na kontaktní čočky) či o dětskou stravu. Aby bylo zamezeno pronesení kapalné výbušniny vydávané právě za tyto typy kapalin, bylo nutné ověřovat nezávadnost obsahu jednotlivých balení mimo jiné testem na pokožce nebo ochutnáváním [15]. Pro spolehlivější detekci byly zavedeny systémy detekce kapalných výbušnin (LEDS, Liquid Explosive Detection System). LEDS může být samostatný přístroj, do kterého se vloží lahev či jiný obal s tekutinou, případně se do certifikované nádoby odlije vzorek, který se následně použije pro analýzu [16]. LEDS také může být implementováno přímo do RTG [17], ovšem pro zajištění řádné detekční kontroly je nutné jednotlivá balení odděleně vkládat do přepravek certifikovaných pro LEDS kontrolu. Kvůli potřebě kontrolovat v LEDS jednotlivá balení a kvůli určité časové náročnosti se LEDS obvykle používají pouze pro kontrolu nadlimitních LAGs spadajících do zmíněných výjimek, nikoliv pro plošnou kontrolu všech balení nad 100 ml, aby bylo možné zrušit limity pro přepravu LAGs.

1.5. Výbušniny skryté u osob – pokus o útok v roce 2009

Hrozbu samozřejmě představují i nekapalné výbušniny, které používali již palestínští teroristé v sedmdesátých letech zejména jako zastrašení při zmocňování se letadla nebo k destrukci prázdného letadla na zemi po propuštění rukojmí. Technologií vyvinutou pro odhalování výbušnin v zapsaných zavazadlech, kabinových zavazadlech i u osob je detekce stop po výbušninách (ETD, Explosive Trace Detection). Zařízení ETD analyzuje stěr z kontrolovaného povrchu a detekuje stopové množství výbušných látek.

Legislativa EU vyžaduje využití ETD od roku 2015 [18]. Plošnou implementaci ETD urychlil pokus o útok 25. prosince 2009 [18], kdy přes bezpečnostní kontrolu na let z Amsterdamu do Detroitu pronesl Al-Káidou vycvičený terorista Umar Farouk Abdulmutallab výbušninu ukrytou ve spodním prádle. Došlo však jen k malé explozi a zahoření, útok tedy neproběhl podle plánů [19].

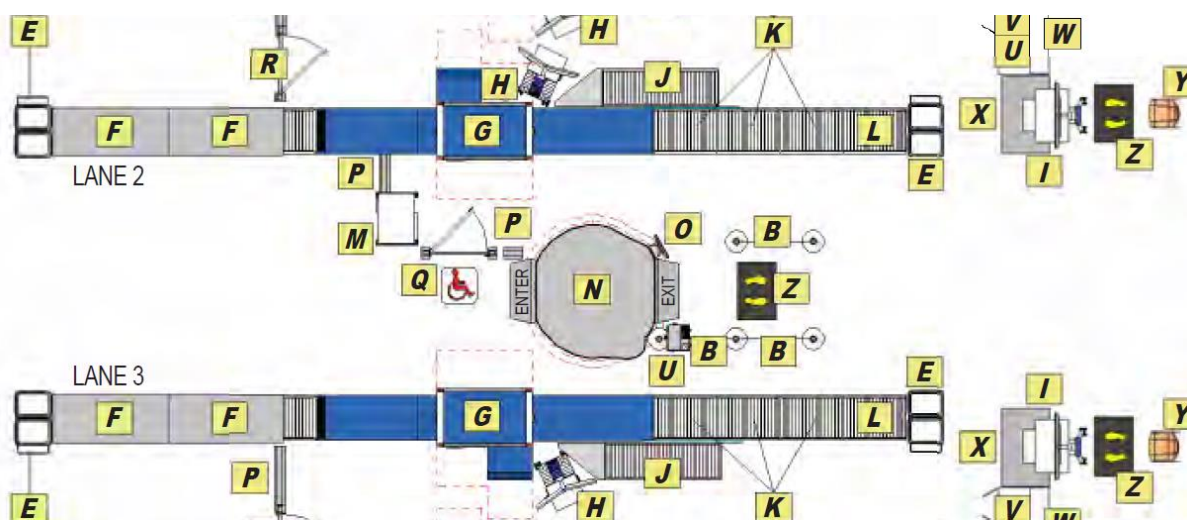
Kromě zavedení povinnosti intenzivněji využívat ETD urychlil Abdulmutallabův pokus o útok vývoj a implementaci bezpečnostních skenerů (SSc, Security Scanners) [20], též známých jako celotělové skenery (Full-body Scanners, příp. jen Body Scanners), v americkém prostředí také nazývaných pokročilá zobrazovací technologie (AIT, Advanced Imaging Technology). SSc jsou zařízení schopná odhalit na těle nebo v oblečení osoby jakékoliv ukryté předměty. Jejich výhodou je tedy schopnost detekovat

na rozdíl od WTMD i výbušniny a další nekovové předměty, např. keramické či plastové nože.

Historii implementace SSc do procesu bezpečnostní kontroly cestujících však provází řada kontroverzí. První skenery totiž fungovaly na principu ionizujícího záření, takže se objevily debaty o jejich vlivu na lidské zdraví. Zároveň byl výstupem z detekční kontroly takovýmto skenerem obrázek nahé postavy, který musel vyhodnotit lidský posuzovatel, což způsobilo obavy o ztrátu soukromí [21].

Novější varianty skenerů již fungují na principu neionizujícího záření v pásmu milimetrových vln. Bezpečnostní skenery používající ionizující záření jsou v EU dokonce zakázány [3]. Novější skenery také začaly používat výstup v podobě anonymizované siluety – snímek postavy již není vůbec zobrazován a je vyhodnocen algoritmem automatické detekce, operátorovi skeneru se následně zobrazí pouze poloha podezřelých míst na zmíněné siluetě. Obavy o zdraví a soukromí však mohou mezi cestujícími přetrvávat i nadále a provozovatelé letišť by podle Mezinárodního sdružení letišť (ACI, Airport Council International) měli pro zajištění plynulého toku cestujících bez přerušování způsobeného dotazy cestujících týkajícími se zdravotní nezávadnosti SSc a ochrany soukromí aktivně s cestujícími komunikovat a informovat je [21].

Ve velkém se začaly SSc používat především v USA. První kusy se začaly implementovat od března 2010, přičemž do konce roku 2010 se na amerických letištích používalo přibližně 500 SSc [22]. Standardní buňka stanoviště TSA v této době podle popisu v *TSA Checkpoint Design Guide* z roku 2012 [23] zahrnovala dvě rentgenové tratě, mezi kterými byl umístěn WTMD, SSc a branka pro průchod PRM cestujících mimo WTMD a SSc. Prostor pro další kontrolu osob je u tohoto konceptu vymezen za SSc, stejně tak se na koncích tratí nacházejí stoly pro další kontrolu zavazadla (angl. recheck). Ty jsou vybaveny monitorem pro opětovné zobrazení RTG snímku (tzv. dohledávací stanicí) a zařízeními ETD a LEDS [23]. Podobu buňky tohoto stanoviště zachycuje obrázek 7, vybrané prvky pak popisuje tabulka 1.



Obrázek 7 – Půdorys buňky stanoviště dle manuálu TSA pro návrh stanovišť z roku 2012 [23]



Tabulka 1 – Legenda k obrázku 7, vybrané prvky [23] (přeloženo autorem)

OZNAČENÍ NA OBR.	PRVEK STANOVIŠTĚ
E	Vozík na přepravky
F	Část trati pro přípravu cestujících
G	RTG
I	Dohledávací stanice
K	Část trati pro odběr zavazadel
M	WTMD
N	SSc (zde zvaný AIT)
P	Bariéry
Q	Branka pro PRM
U	ETD
V	LEDS (zde nazývaný BLS, Bottle Liquid Scanner)
X	Stůl pro ruční prohlídku zavazadla
Y	Židle pro posazení a kontrolu obuvi
Z	Místo pro ruční prohlídku osob

Na další kontrolu mohou zavazadla čekat odděleně od zavazadel určených ke zpětnému odběru cestujícími, a to na části zmíněným dokumentem nazývané *Manual Diverter Roller* (na obrázku 7 označeno písmenem J). Tomuto modulu obdobné oddělené části tratí pro umístění zavazadel určených k další kontrole se začaly objevovat i na jiných stanovištích než na těch navrhovaných podle *TSA Checkpoint Design Guide*. Např. doposud se používají u manuálních tratí na některých decentralizovaných stanovištích v terminálu 1 pražského letiště a také na centrálním stanovišti v terminálu 2. Koncept centralizovaných stanovišť bezpečnostní kontroly se od toho s decentralizovanými stanovišti liší tím, že bezpečnostní kontrola probíhá hned při vstupu do neveřejného prostoru, nikoliv až před odletovým východem. Zmiňovaná část manuální trati pro zavazadla určená k další kontrole bude dále v této práci nazývána „alarmová trať“.

1.6. Manuální a automatické tratě

Doposud zmiňované rentgenové tratě jsou manuální, tzn. přepravky jsou na nich posouvány manuálně (vyjma dopravníkového pásu v tunelu RTG). Mnohem větší problém než nutnost manuálního posouvání však z hlediska efektivity představuje nutnost ihned po projetí přepravky rentgenem vyhodnotit, zda zavazadla a předměty v ní umístěné budou podrobeny další kontrole anebo je přepravka v pořádku a může být posunuta dále po trati tak, aby si ji mohl převzít cestující. Bod, ve kterém je toto nutné určit, lze nazvat „bod rozhodnutí“ (DP, decision point). U manuální trati leží DP přímo za RTG. Operátorovi RTG se totiž při dalším pohybu dopravníkového pásu RTG zobrazí snímek přepravky následující, a tak se již nemůže vyhodnocování předchozího snímku věnovat, zároveň by došlo i k posunu přepravky dále od RTG, a tedy ztrátě přehledu, která přepravka ještě není vyhodnocená. Navíc by mohlo dojít k zásahu cestujícího do



nevyhodnocené přepravky, takže i k potenciálnímu odebrání zakázaného předmětu. Pokud by bylo potřeba vyhodnocovat snímek déle, je tedy ihned po vyjetí přepravky z tunelu RTG nutné dopravníkový pás zastavit. Tím se však vytvoří úzké hrdlo a sníží se propustnost trati.

Aby se nesnižovala propustnost trati zastavováním pásu RTG při vyhodnocování složitějších snímků s delší dobou vyhodnocení (DT, Decision Time, též Resolution Time), bylo vhodné posunout DP dále od vyústění tunelu RTG, tj. tak, aby vyhodnocování snímku probíhalo během pohybu přepravky a mohlo se během něj v RTG snímat další zavazadlo. V tom případě musí být zajištěno, že nedojde ke ztrátě přehlednosti, která přepravka patří ke kterému nevyhodnocenému snímku. Aby toto mohlo být zajištěno, DP lze osadit automatickým diverterem, zařízením, které případně vyřadí zavazadlo na alarmovou trať, a to po přečtení RFID štítku (Radio Frequency Identification, identifikace na rádiové frekvenci), kterým je přepravka vybavena a který ji jednoznačně identifikuje a přiřazuje k rentgenovému snímku i s informací, zda má být přepravka vyřazena k další kontrole či nikoliv. Část mezi tunelem RTG a diverterem je oddělena tak, aby do dosud nevyhodnocených zavazadel či zavazadel s alarmem cestující nemohl zasáhnout, stejně tak je oddělena celá alarmová trať.

Tratě, na nichž se přepravky pohybují automaticky a na kterých se využívá automatického diverteru, se nazývají automatické tratě (ASL, Automated Screening Lanes). Obvykle se u nich využívá systém automatického vracení přepravek z konce trati na její začátek (ATRS, Automatic Tray Return System), který nejčastěji mívá podobu zakrytého dopravníku ve spodní části rentgenové trati. Pro automatické tratě se tak ekvivalentně používají zkratková označení ATRS i ASL [24].

Cestující se mohou připravovat sériově nebo paralelně. Při sériové přípravě nemůže cestující posunout své zavazadlo do RTG dříve, než tak učiní cestující před ním. Paralelní příprava tuto nevýhodu eliminuje, cestující se mohou připravovat současně a zavazadla na trať posouvat nezávisle na sobě. Sériová příprava se obvykle pojí s manuálními tratěmi, paralelní s automatickými, avšak lze se setkat i s přidávanými stoly před manuálními tratěmi sloužícími jako paralelní příprava [25], stejně tak s automatickými tratěmi se sériovou přípravou (např. na Heathrow v terminálu 3).

1.7. Hrozby po roce 2009

Po zmiňovaném pokusu o útok výbušninou ukrytou ve spodním prádle v roce 2009 se začaly ve větší míře využívat SSc. Jejich implementace však nebyla jednoduchá, ať už kvůli zmíněným obavám o soukromí a zdraví, nebo kvůli jejich větším rozměrům i obecně nižší propustnosti. Zatímco WTMD dosahuje běžně propustností v rozmezí hodnot 600–800 cestujících za hodinu (passengers per hour, pax/h) [26], SSc pouze v rozmezí 210–240 pax/h, modernější SSc za dobrých podmínek pouze přes 350 pax/h [21]. To vynucuje rozdílné způsoby implementace WTMD a SSc, nejen prostou náhradu jednoho WTMD za jeden SSc. Často má implementace podobu nahrazení jednoho WTMD dvěma SSc, což není na všech stanovištích vzhledem



k rozměrům SSc možné. I proto se v současnosti lze setkat se stanovišti nevybavenými SSc, se stanovišti, kde SSc slouží pouze pro kontrolu části cestujících souběžně s WTMD, ať už pro primární či sekundární kontrolu, a se stanovišti s plně implementovanými SSc.

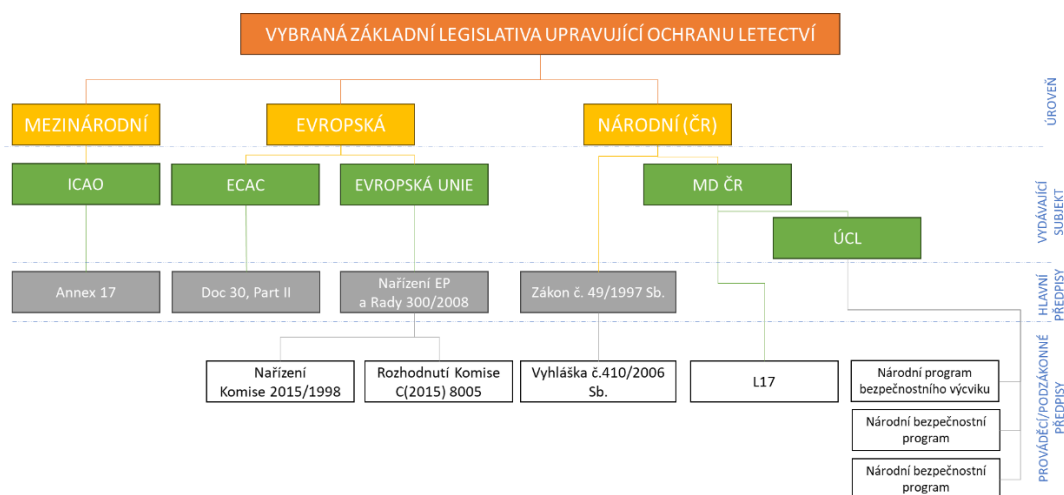
Největší hrozbou nadále zůstávají výbušniny. U těch tekutých je problém s detekcí řešen omezením objemu a zařízeními LEDS, u všech výbušných materiálů obecně je řešen zařízením ETD. Nicméně, vzhledem k nutnosti provádět stěr kontaktním způsobem, u zavazadel navíc z jejich vnitřku, je používání ETD u 100 % zavazadel a osob při zachování soudobě požadovaných propustností nereálné. Výbušniny byly přitom zneužity ke dvěma velkým útokům v poslední době, a to na lety Metrojet 9268 v roce 2015 a Daallo Airlines 159 v roce 2016.

Nejen proto dochází vedle zavádění SSc pro kontrolu osob i k postupným implementacím systémů detekce výbušnin (EDS, Explosive Detection System), což jsou algoritmy implementovatelné do RTG, které automaticky v zavazadle označují alarmem výbušniny. EDS se používají již delší dobu pro kontrolu zapsaných zavazadel. Současně řešeným tématem je však jejich implementace i do procesu kontroly kabinových zavazadel [27].

V souvislosti s EDS se objevilo využití výpočetní tomografie (CT, Computed Tomography). Zařízení CT fungují tak, že zdroj rentgenového záření rotuje kolem kontrolovaného předmětu, během čehož se vytvářejí stovky jednotlivých snímků, které se následně počítačově poskládají do jednoho trojrozměrného snímku zobrazovaného operátorovi. CT RTG umožňuje nejen kontrolu zavazadla z mnoha úhlů, ale také implementaci EDS nejvyšších bezpečnostních standardů. CT RTG jsou však oproti konvenčním jednopohledovým či dvoupohledovým RTG výrazně rozměrnější a hmotnější. Proto byly nejprve využívány v třídírnách zavazadel k detekční kontrole zapsaných zavazadel. S vývojem této technologie a postupným zmenšením CT RTG i úpravami algoritmů EDS bylo možné je implementovat i pro kontrolu kabinových zavazadel. Na řadě letišť se tak již EDSCB, jak se EDS pro kontrolu kabinových zavazadel označují (EDS for Cabin Baggage), využívají, a to v nejvyšším v současnosti existujícím bezpečnostním standardu, který se označuje v evropském prostředí jako C3. Zařízení CT RTG s EDSCB C3 poskytují takovou úroveň detekce výbušnin, že je možné v zavazadlech ponechat veškerou elektroniku i LAGs bez omezení objemu [3], aniž by tím došlo ke snížení úrovně zajišťované bezpečnosti. To může mít, kromě zvýšení komfortu cestujících, pozitivní vliv na propustnost stanoviště díky zkrácení doby přípravy i doby potřebné pro balení zavazadel cestujícími. Avšak falešné alarmy EDS, delší DT u trojrozměrných snímků z těchto zařízení, větší rozměry, hmotnost i pořizovací náklady činí jejich implementaci obtížnější a podobně jako SSc jsou tak doposud implementovány pouze na některých letištích [24].

1.8. Současná legislativa v oblasti ochrany letectví

Současná ochrana civilního letectví vychází z opatření nastavených v reakci na zmíněné protiprávní činy. Tato opatření jsou většinou legislativně stanovena. Současná legislativa v oblasti ochrany letectví je spolu s vybranými základními legislativními dokumenty znázorněna na obrázku 8.



Obrázek 8 – Vybrané základní legislativní dokumenty v ochraně letectví (vytvořeno autorem)

Na celosvětové úrovni působí Mezinárodní organizace pro civilní letectví (ICAO, International Civil Organisation), jejíž standardy a doporučení (SARPS, Standards and Recommended Practices) jsou obsaženy v přílohách (angl. Annexes) k Chicagské úmluvě. Ochranu civilního letectví před protiprávními činy upravuje Annex 17.

Na evropské úrovni působí organizace Evropská konference pro civilní letectví (ECAC, European Civil Aviation Conference) založená ICAO a Radou Evropy, která upravuje ochranu letectví v Doc. 30, Part II. Jednou z důležitých činností ECAC je také certifikace bezpečnostního vybavení v rámci programu CEP (Common Evaluation Process). Pro členské státy EU je na evropské úrovni důležitá především legislativa EU, která stanovuje závazná pravidla a opatření v nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 300/2008 a v prováděcím nařízení Komise č. 2015/1998. Konkrétní metodiky a detaily pak EU specifikuje v rozhodnutí Komise C(2015) 8005.

Na národní úrovni je v ČR hlavním předpisem zákon č. 49/1997 Sb., o civilním letectví, především jeho část osmá upravující pravomoci a povinnosti provozovatelů letišť, bezpečnostních pracovníků a dalších subjektů v ochraně letectví. Stanovuje také skutkové podstaty přestupků a sankce za ně. Jeho prováděcím předpisem je vyhláška č. 410/2006 Sb. Ministerstvo dopravy (MD) prostřednictvím předpisů řady L implementuje legislativu ICAO do českého prostředí, z hlediska ochrany letectví je tedy podstatný předpis L17. Opatření dále konkretizují národní programy vydávané podle předpisu L17 [28]. Vydává je Úřad pro civilní letectví (ÚCL), který je příslušným orgánem v ochraně letectví podle § 85 zák. č. 49/1997 Sb.



1.9. Současný stav bezpečnostní kontroly

V současnosti se lze setkat s různými typy stanovišť bezpečnostní kontroly. Buď jsou pro kontrolu osob využívány konvenční jednopohledové či dvoupohledové RTG, nebo novější CT RTG s EDSCB C3. Detekční kontrola osob může probíhat s využitím pouze WTMD nebo pouze SSc, případně oběma zařízeními, kdy SSc může být využit buď paralelně s WTMD pro část cestujících, nebo jako sekundární zařízení pro řešení alarmů z WTMD. CT RTG jsou obvykle využívány na automatických tratích, neboť na manuálních tratích nedosahují vysokých propustností [29]. Konvenčními RTG bývají osazeny jak manuální tratě, tak ATRS.

I přes to, že se lze setkat se stanovišti bez využití zmíněných tří hlavních nových technologií (ATRS, SSc, EDSCB C3), na mnoha stanovištích alespoň částečná implementace některé z těchto technologií proběhla. Lze se také setkat se stanovišti, na kterých již proběhla úplná implementace těchto tří nových technologií.

Návrhy nových stanovišť s plně implementovanými ATRS s EDSCB C3 a SSc anebo návrhy úprav stávajících stanovišť pro implementaci těchto technologií jsou ale komplikované, a to kvůli několika faktorům. První z komplikací tvoří prostorové limitace – původní stanoviště byla obvykle určena pro využití konvenčních RTG a WTMD, nikoliv CT RTG a SSc, a to s manuálními tratěmi. ATRS mají vyšší propustnost než manuální tratě, ale jsou delší, pro odbavení stejného počtu cestujících za hodinu je proto s ATRS oproti stanovištím s manuálními tratěmi potřeba menší počet tratí, ale delší stanoviště [25]. U nově navrhovaných stanovišť je možné prostor přizpůsobit novým technologiím, avšak ani takovýto návrh se neobejde bez limitací. Pro nová stanoviště ve stávajícím terminálu může jít o prostorovou limitaci stávajících budov. Například v roce 2018 došlo na pražském terminálu 2 k přesunu centrálního stanoviště do větších prostor ve stávající odletové hale. To umožnilo implementaci automatických tratí, avšak nebylo možné využít libovolnou délku tratí, neboť se jednalo o již vybudované prostory. U nově navrhovaných stanovišť v nových budovách jsou prostorové možnosti méně omezené, avšak stále bude návrh nutné přizpůsobit omezením, která mohou vyplývat z architektonického řešení, např. při přítomnosti nosných sloupů či zdí, anebo ze snahy provozovatele letiště udržet prostor kontroly co nejmenší kvůli finančním nákladům, ať už kvůli stavebním a provozním nákladům na větší budovu, či kvůli možnosti efektivně umístit v prostorách budovy terminálu ziskové obchodní jednotky namísto rozsáhlého stanoviště bezpečnostní kontroly negenerujícího příjmy.

Dále je nutné si uvědomit, že jednotlivá letiště jsou rozdílná. Kromě legislativy upravující metodiku detekční kontroly mají na návrh stanoviště bezpečnostní kontroly vliv také rozdíly v podnebí, neboť s rostoucím počtem svrchních oděvů se zvyšuje počet kontrolovaných předmětů. Dále se odlišují ve skladbě cestujících – částí cestujících (tzv. frequent flyers) mohou díky „uživatelské“ znalosti procesů bezpečnostní kontroly procházet stanovištěm oproti příležitostným cestujícím rychleji. Určité typy cestujících mohou mít různě velká či různě naplněná kabinová zavazadla, což také ovlivňuje propustnost kontroly. Podstatný rozdíl mezi letišti představuje také subjekt provádějící



kontroly (viz část 1.2.1) a jeho důraz na vyváženost tří hlavních požadavků kladených na bezpečnostní kontrolu – provozní efektivity, komfortu cestujících a úrovně bezpečnosti. Některé subjekty budou vyvíjet tlak na co největší propustnost při co nejmenším potřebném počtu bezpečnostních pracovníků, což je případ velké části provozovatelů evropských letišť během nedostatku personálu při obnovení provozu po pandemii covid-19. Jiné subjekty budou usilovat o co největší propustnost při co nejmenší ploše stanoviště, takováto situace může nastat v souvislosti s prostorovými limitacemi zmíněnými výše. Jiné subjekty (typicky TSA) mohou klást důraz na striktnější postupy pro zvýšení úrovně bezpečnosti na úkor snížení komfortu cestujících.

Letiště se proto do značné míry při návrhu nových stanovišť liší, a to jak z hlediska možností implementace nových technologií a variant jejich využití, tak z hlediska přístupu k návrhu a kladení důrazu na různá kritéria: „*Standardní stanoviště univerzální velikosti postupně mizejí a nahrazují je stanoviště šitá na míru jednotlivých letišť.*“ [30]

1.10. Průchod cestujícího stanovištěm

Obecně lze říci, že po kontrole oprávnění ke vstupu do neveřejného prostoru má průchod cestujícího stanovištěm bezpečnostní kontroly pět fází [25] – průchod prostorem pro organizaci fronty (Queue Management, QM), příprava cestujícího na přípravném místě, detekční kontrola osoby i zavazadla, balení zavazadel a odchod cestujícího ze stanoviště.

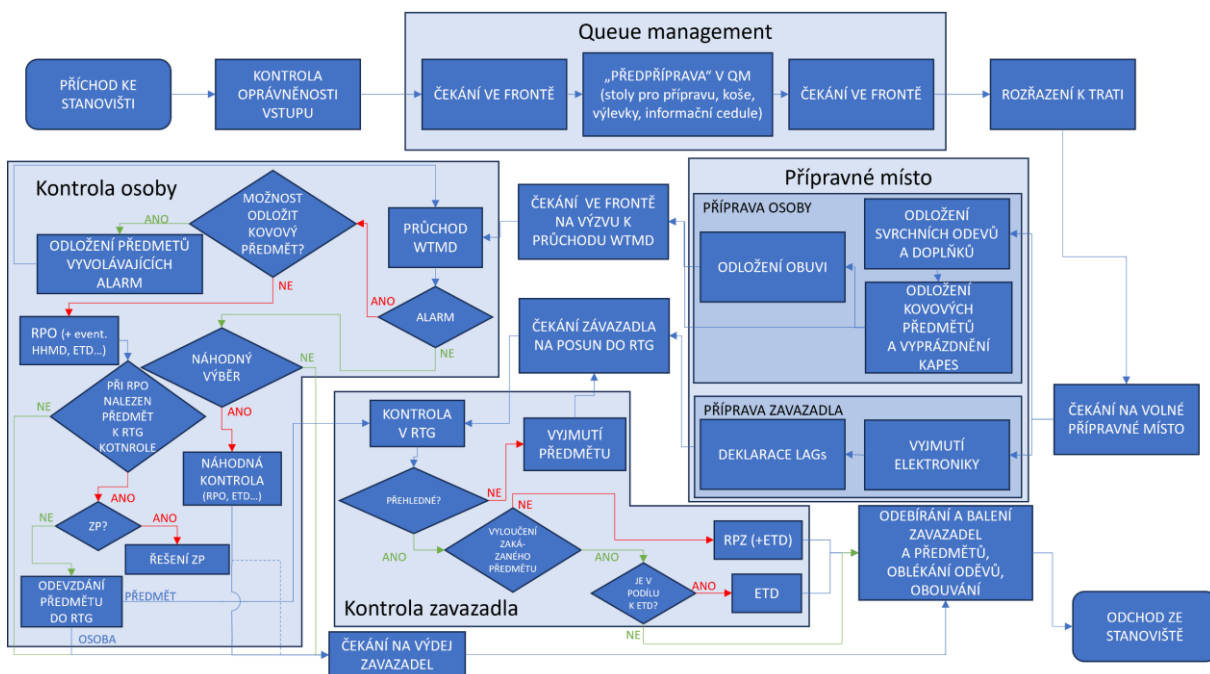
Během průchodu QM může proběhnout prvotní příprava – do QM se obvykle umísťují informační cedule, stoly pro přípravu zavazadel, výlevky a koše pro možnost zbavení se nadlimitních LAGs [25]. Následně probíhá příprava na přípravném místě přímo u rentgenové trati, která se při kontrole na konvenčním stanovišti s jednopohledovými či dvoupohledovými RTG a WTMD skládá z přípravy osoby a přípravy zavazadla [25]. Příprava osoby zahrnuje odložení svrchních oděvů, kovových doplňků a předmětů z kapes, někteří cestující si také musejí vyzout obuv [31]. Příprava zavazadla zahrnuje vyjmutí větší elektroniky a všech LAGs. Následně cestující odchází z přípravného místa a na výzvu prochází WTMD. Jeho zavazadlo je souběžně s tím kontrolováno v RTG.

Cestující může ve WTMD vyvolat alarm, tzn. je u něj přítomné větší množství kovu, jehož příčinu je nutné dohledat jinými metodami detekční kontroly osoby. Základní je ruční prohlídka osoby (RPO) [3], podle dřívější české legislativy zvané fyzická kontrola osoby [32], doplnit ji lze kontrolou ETD, HHMD či dalšími metodami [3]. Cestující také může být vybrán k náhodné kontrole, která se často u osob procházejících WTMD v závislosti na legislativních požadavcích aplikuje a která se obvykle provádí jako RPO či s využitím ETD, psů cvičených pro detekci výbušnin nebo detekční kontrolou obuvi [21]. V případě nalezení předmětu při RPO je posouzeno, zda se jedná o zakázaný předmět (ZP), pokud ne, může být provedena rentgenová kontrola jako u ostatních předmětů odkládaných při přípravě, pokud se jedná o ZP, závisí další řešení na charakteru ZP a stanovených postupech pro řešení jeho nálezu.

Při kontrole zavazadla a dalších předmětů v RTG se může stát, že operátor RTG nebude moci rentgenový snímek vyhodnotit kvůli vysoké hustotě předmětů [33] – tzn. zavazadlo není na snímku přehledné, např. kvůli nevyjmutí rozměrnější elektroniky. V takovém případě je vždy zavazadlo vyřazeno k další kontrole, při které bude problematický předmět (např. notebook) vyjmut a zavazadlo i předmět budou podrobeny nové detekční kontrole [3]. V případě, že se v zavazadle takovýto předmět nenachází a zároveň je operátorem vyloučena přítomnost zakázaného předmětu, může být zavazadlo navráceno cestujícímu k odebrání [3]. V případě, že operátor vidí přímo zakázaný předmět anebo jeho přítomnost nedokáže vyloučit, vyřadí zavazadlo k další kontrole, která obvykle zahrnuje ETD kontrolu a ruční prohlídku zavazadla (RPZ) [33]. Na některých letištích musí být v závislosti na legislativě provedena ETD kontrola u určitého podílu zavazadel bez ohledu na výstup detekční kontroly operátorem [33].

Po úspěšném absolvování kontroly osoby a kontroly zavazadla včetně případných dodatečných kontrol si cestující přebírá svá zavazadla a snímané/vyjímané oděvy a předměty a balí si je. Poté stanoviště opouští.

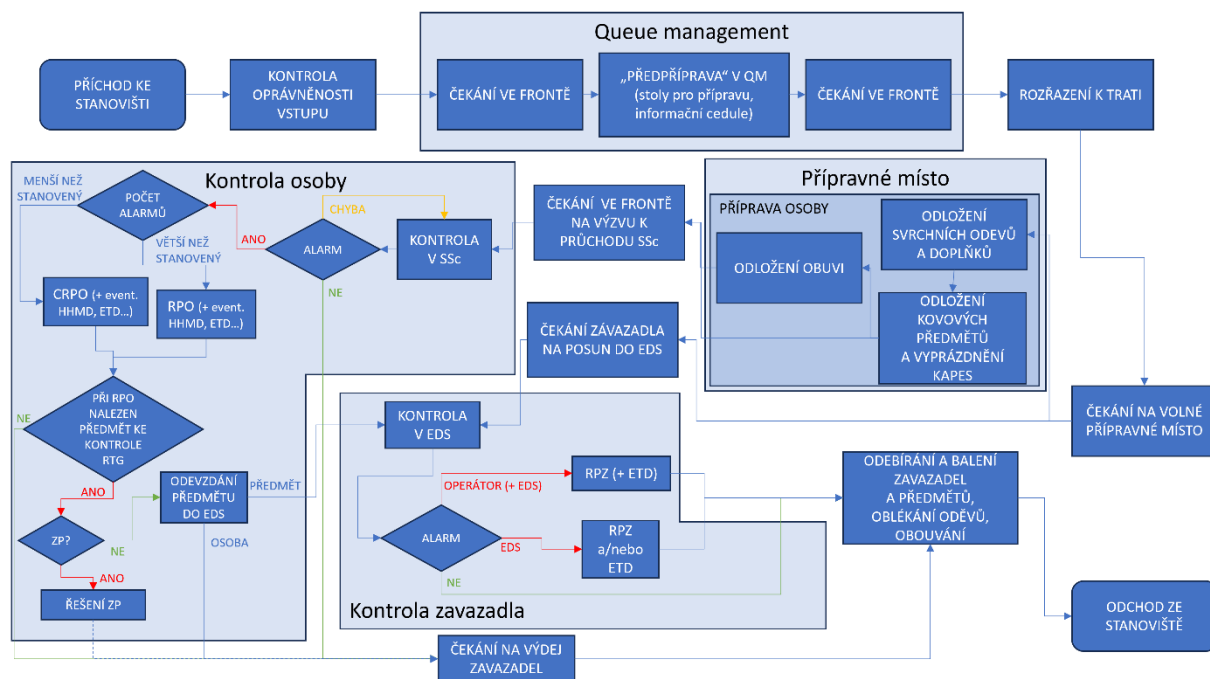
Obrázek 9 znázorňuje proces průchodu cestujícího stanovištěm s manuálními tratěmi, konvenčními RTG a WTMD. Je potřeba zdůraznit, že se tyto procesy mohou v rámci letišť mírně odlišovat, zejména v závislosti na legislativě a interních postupech. Zpracování tohoto obrázku vycházelo z informací dostupných ve výše citovaných veřejných dokumentech a legislativních pramenech.



Obrázek 9 – Proces průchodu cestujícího „konvenčním“ stanovištěm (vytvořeno autorem)

Obdobně tak obrázek 10 znázorňuje proces průchodu cestujícího stanovištěm, na kterém probíhá detekční kontrola SSc namísto WTMD a CT RTG s EDSCB C3 namísto konvenčního RTG bez EDS. Zásadním rozdílem oproti předchozímu případu je absence

nutnosti ze zavazadla cokoliv vyjmát [27], cestující zavazadlo pouze předloží ke kontrole, chybí zde tedy příprava zavazadla. Díky 3D zobrazení a absenci nutnosti vyjmát elektroniku se také oproti předchozímu případu snížil podíl nepřehledných zavazadel [27], byl tedy odstraněn prvek „přehledné“, neboť v případě i pro 3D zobrazení příliš hustého materiálu by zařízení spustilo EDS alarm, jak bude uvedeno dále. Výstupem detekční kontroly SSc může být chybová hláška v důsledku neadekvátního skenu [34], bezalarmový výstup anebo jeden či více alarmů lokalizovaných na anonymizované siluetě. Alarm lze řešit nejen RPO, ale díky přesné lokalizaci problematických míst také cílenou ruční prohlídkou osoby (CRPO), a to obvykle při nižším než legislativou stanoveném počtu alarmových míst [21]. U SSc a EDS lze díky lepší detekci výbušnin v závislosti na legislativě neaplikovat náhodnou kontrolu u osob [21] ani u zavazadel [27], proto nejsou na následujícím schématu tyto typy kontrol zmíněny. V případě výskytu alarmu EDS, tj. upozornění automatické detekce, že daný materiál v zavazadle může být výbušninou, se tento alarm musí ověřit RPZ a/nebo ETD kontrolou [27]. Existuje i varianta vyřešení alarmu EDS operátorem, tzv. „On Screen Resolution“ (OSR) neboli „On-screen Alarm Resolution“ (OSAR), kdy operátor může alarm EDS na základě vlastního posouzení rentgenového snímku zrušit a zavazadlo označit jako v pořádku, nicméně tento koncept provozu (Concept of Operations, CONOPS) není v EU legislativou povolen: „Pokud se používá zařízení EDS, musí být všechny poplachové signály uvedené v bodě 12.4.1.3 vyřešeny dodatečnou detekční kontrolou zavazadla.“ [3] Zmíněný bod 12.4.1.3 daného nařízení EU zmiňuje, kdy algoritmus detekce výbušnin musí spustit poplachový signál (alarm): „Zařízení EDS spustí poplach v těchto případech: pokud odhalí výbušný nebo chemický materiál nebo má-li obsah zavazadla nebo zásilky příliš vysokou hustotu, než aby ho bylo možno analyzovat.“ [3]



Obrázek 10 – Proces průchodu cestujícího stanovištěm s SSc a EDSCB C3 (vytvořeno autorem)



1.11. Současné trendy návrhů stanišť bezpečnostní kontroly

V posledních letech se vedle CT RTG, SSc a ATRS objevují i další technologické novinky zvyšující bezpečnost, efektivitu a komfort cestujících.

Jednou z takovýchto nových technologií je automatizace kontroly vstupu. Letiště se obvykle z hlediska bezpečnosti dělí na různé zóny, základní rozdělení je na veřejný prostor letiště (VPL), kde se může pohybovat v podstatě každý, a neveřejný prostor letiště (NPL), ve kterém se mohou pohybovat pouze cestující s platnou palubní vstupenkou nebo oprávněný personál. Část neveřejného prostoru, ve které se uplatňují další normy ochrany letectví před protiprávními činy, které zjednodušeně řečeno zahrnují detekční kontrolu na všech vstupech do tohoto prostoru, se nazývá vyhrazený bezpečnostní prostor (SRA, Security Restricted Area) [3]. Ověření, zda je cestující oprávněn vstoupit do NPL, provádí bezpečnostní pracovník kontrolou palubní vstupenky. U velkých centrálních stanišť, kde je nutné zajistit vysokou propustnost kontroly vstupu, bývá pro manuální kontrolu vyčleněno větší množství pracovníků. Právě tento proces kontroly palubních vstupenek lze automatizovat pomocí tzv. e-gates neboli validátorů palubních vstupenek. Díky této automatizaci se sníží počet pracovníků potřebných pro kontrolu vstupu, postačí pouze jeden pracovník zajišťující kontrolu vstupu cestujících, kteří přes e-gates projít nemohou, což jsou např. cestující s omezenou schopností pohybu nebo rodiny s dětmi v kočárku, či pro řešení nestandardních situací, např. odepření vstupu cestujícímu validátorem [25].

V prostoru za kontrolou vstupu, tedy v QM, se obvykle tvoří fronta na bezpečnostní kontrolu. Monitorování front například pomocí videodetekce, různých senzorů či načítáním palubních vstupenek na konci fronty a porovnáním času tohoto načtení a času načtení při kontrole vstupu umožňuje zjištění čekací doby [25]. To umožňuje nejen zobrazit čekací dobu cestujícím, a tedy i zvýšit jejich komfort, ale také využít tuto informaci pro operativní řešení počtu otevíraných tratí a jednoduchou validaci naplňování dohody letiště s jeho partnery mj. o maximální čekací době (Service-Level Agreement, SLA) [25; 35]. Monitorování fronty může být jedním ze vstupů do Checkpoint Management System (CMS), což je nástroj pro správu, vyhodnocení a zobrazení dat potřebných k operativnímu či dlouhodobému řízení staniště [25]. Kromě čekací doby mohou být vstupem různé predikce počtu cestujících, informace o zpoždění, efektivitě jednotlivých tratí atp.

Na konci QM může být také umístěný systém, který bude cestujícího navigovat k volnému přípravnému místu. Tento systém automatického přidělování přípravných pozic (Position Assignment System) maximalizuje jejich využití.

Další relativně novou technologií je centrální vyhodnocování snímků (CIP, Centralized Image Processing), též zvané „Remote Screening“. U ATRS tratí již není vzhledem k automatickému oddělování zavazadel s alarmem nutné, aby operátor RTG seděl přímo u trati. Umístění všech operátorů na jedno místo mimo rentgenové tratě a ruch staniště přináší nejen jejich lepší soustředění, ale také možnost implementace



maticového vyhodnocování rentgenových snímků (angl. Matrix Screening), které umožňuje vyhodnocovat nový snímek nejbližšímu volnému operátorovi [36]. Pracovníci tak nejsou přiřazeni k jednotlivým tratím, díky čemuž lze optimalizovat využití jejich kapacity a případně i snížit počet operátorů oproti provozu bez CIP [37].

Mezi nejnovější inovace patří algoritmus schopný automaticky detekovat na rentgenovém snímku všechny typy zakázaných předmětů, tzv. software pro automatizovanou detekci zakázaných předmětů (Automated Prohibited Items Detection, APID). Legislativa EU od 1. dubna 2023 umožňuje vyhodnocovat rentgenový snímek kabinového zavazadla pouze certifikovaným softwarem APID v kombinaci s EDS, a to bez kontroly operátorem, nevyvolá-li APID alarm [3]. Žádný takovýto algoritmus však v rámci ECAC CEP doposud nebyl certifikován, k datu zpracování této práce probíhalo v rámci tohoto programu testování softwarů APID [38].

V procesu odbavení cestujících na letišti obecně se uvažuje o využití biometricky, tedy že by byl k cestujícímu přiřazen biometrický údaj, kterým by se cestující následně prokazoval a nemusel by opakovaně předkládat ke kontrole palubní vstupenku či cestovní doklad. Na stanovištích bezpečnostní kontroly by bylo možné této inovace využít pro kontrolu vstupu či zjištění rizikové klasifikace cestujícího při zavedení detekční kontroly na základě rizika (risk-based security) [25].

Mezi další, netechnologické aspekty moderních návrhů stanoviště patří například větší důraz na vzhled stanoviště. Jak uvádí ACI [25], letiště dříve investovala do vzhledu obchodních zón a obdobných prostor ignorující estetiku stanoviště bezpečnostní kontroly. To se však v poslední době mění, lepším vzhledem stanoviště chtějí provozovatelé snížit stres cestujících z bezpečnostní kontroly a zvýšit jejich komfort, zároveň vytvořit lepší a příjemnější pracovní podmínky pro pracovníky. Na některých letištích je kladen obzvláštní důraz na prostor, kterým cestující opouštějí stanoviště po provedené detekční kontrole. Pokud tvoří příjemný předěl mezi bezpečnostní kontrolou a další částí cesty, může to vést k lepšímu pocitu cestujícího při vstupu do obchodní zóny a větší ochotě nakupovat [25], tedy k větším příjmům letiště z neleteckého obchodu. Příkladem dobře navrženého přechodu mezi stanovištěm a dalšími částmi letiště mohou být stanoviště ve spojovacím objektu „Connector“ na letišti v Bruselu či prostory pro balení zavazadel po provedení detekční kontroly v terminálu 3 v Římě-Fiumicinu [25]. Za pražským centrálním stanovištěm na terminálu 2 lze vidět prosklenou stěnou terminálu na část pohybových ploch, takže cestující mohou při balení svých zavazadel anebo po provedené kontrole před vstupem do prostor odletových východů a obchodní zóny pozorovat ruch na těchto plochách. To přispívá k přechodu mezi stresem z bezpečnostní kontroly a pozitivním pocitem z nadcházející cesty, takovýto výhled tedy také může přispívat k uvedenému principu dobrého pocitu při vstupu do dalších částí letiště.

Letiště se také snaží využívat nové formy zajištění informovanosti cestujících, statické informační cedule umístěné v prostoru QM tak mohou nahrazovat obrazovky s videy či animacemi nebo obdobné interaktivnější prvky [25].



ACI také doporučuje [25] již během návrhů stanovišť myslet na budoucí rozvoj. Například se pro možnost budoucího rozšiřování stanoviště nejeví vhodné jej obklopovat infrastrukturně komplikovanými objekty a místnostmi, jakými jsou např. toalety, schodiště či nosné prvky konstrukce budovy. Stejně tak je vhodné pro možnost budoucí expanze využívat tratě sestávající z modulů, jejichž počet lze snadno změnit, a tím tak prodloužit či zkrátit trať.

1.12. Současný stav na LKPR

Tato práce se zabývá návrhem nového centralizovaného stanoviště bezpečnostní kontroly na Letišti Václava Havla Praha (ICAO kód LKPR). Na tomto letišti se v současnosti koncept centralizované kontroly využívá na terminálu 2 (T2), a to na stanovišti bezpečnostní kontroly zvaném centrální odbavovací bod (COB). Na terminálu 1 (T1) tohoto letiště se uplatňuje koncept decentralizované kontroly, menší stanoviště bezpečnostní kontroly jsou umístěna až bezprostředně před odletovými čekárnami.

Na stávajícím centrálním stanovišti bezpečnostní kontroly v terminálu 2, jehož propustnost dosahuje 2500 pax/h [39], se využívají automatické rentgenové tratě osazené konvenčními RTG, takže cestující musejí ze zavazadel vyjímat veškeré LAGs a rozměrnější elektroniku. K primární detekční kontrole osob se využívá kombinace WTMD a SSc. Letiště Praha nabízí službu Security FastTrack [40], která umožňuje přednostní přístup k bezpečnostní kontrole a pro kterou je vyhrazen v rámci QM speciální koridor. Stejně tak mají speciální průchod, zvaný Priority Lane, vyhrazený rodiny s malými dětmi v kočárku [41] a PRM cestující [42].

Letiště Praha představilo v říjnu 2023 rozvojové plány [43], v nichž hraje zásadní roli navýšení terminálové kapacity. Stávající špičková hodinová propustnost terminálu 2 dosahuje 2500 pax/h [44], což je zároveň propustnost současného stanoviště COB T2. Pro zvýšení špičkové hodinové propustnosti T2, která má dosahovat 4720 pax/h [44], je tedy nutné navrhnout novou podobu stanoviště bezpečnostní kontroly v tomto rozšířeném terminálu.



2. METODIKA TVORBY NÁVRHU STANOVIŠTĚ

V této části bude stanoven postup, podle něhož bude postupováno při návrhu jednotlivých variant stanoviště.

2.1. Stanovení kritérií pro hodnocení návrhů

V této části práce jsou stanovena kritéria, která budou následně použita pro hodnocení a porovnávání jednotlivých návrhů, ať už celého stanoviště, buňky nebo rentgenové trati. Tyto návrhy vycházejí především ze tří základních požadavků, které jsou na bezpečnostní kontrolu kladeny, jimiž jsou zajištění požadované úrovně bezpečnosti, zachování provozní efektivity a maximalizace komfortu cestujících. Kritéria byla stanovena na základě dokumentu *Standard Key Performance Metrics for Checkpoint Efficiency* vydaného ACI v roce 2019 [30].

Základním kritériem reflektující provozní efektivitu je propustnost. Udává se v cestujících za hodinu (pax/h), příp. za jinou jednotku času. Propustnost bude použita zejména pro ověření naplnění základního požadavku na stanoviště daného zadáním této práce, podle kterého musí propustnost stanoviště činit nejméně 4720 pax/h. V této práci bude propustnost značena T (z angl. throughput).

Samotná propustnost však není zcela vypovídající, vysokých propustností lze dosáhnout prostým přidáváním buněk, což však zvyšuje náklady, počet pracovníků, a nároky na velikost stanoviště. Vysokých propustností však lze také dosahovat promyšlenými konfiguracemi stanoviště. Pro porovnávání jednotlivých variant proto byla zavedena další, níže zmíněná kritéria, která jsou relativizovanou propustností.

Personální efektivita (E_{ST}) představuje podíl propustnosti a počtu pracovníků (officers/staff), kteří jsou pro daný koncept potřební (N_{ST}). Její jednotkou tedy je počet cestujících za hodinu na pracovníka (značka $\frac{pax}{h \cdot officer}$, v textu též značeno jako pax/h/officer).

Prostorová efektivita (E_{SP}) představuje obdobným způsobem propustnost přepočtenou na plochu (S), kterou dané stanoviště/buňka/trať zabírají. Značka jednotky je tedy $\frac{pax}{h \cdot m^2}$, v textu též bude uváděno jako pax/h/m². Toto kritérium bylo stanoveno, přestože je prostor stanoviště pevně zadán, neboť je možné, že pro některé návrhy bude potřeba menší prostor, než je pro návrh vyhrazen, což by znamenalo, že z hlediska prostoru může být tento návrh výhodnější.

Mezi další kritéria patří kapitálové náklady (CAPEX, Capital Expenditures), které představují náklady, které jsou potřeba na pořízení a implementaci nového zařízení, v kontextu této práce na výstavbu a vybavení nového stanoviště bezpečnostní kontroly. Oproti tomu provozní náklady (OPEX, Operating Expense) vyplývají ze samotného provozu stanoviště. CAPEX i OPEX je pro účely této práce pro jednotlivé varianty návrhu náročné stanovit, neboť jejich vyčíslení by vyžadovalo posouzení rozsahu stavebních



úprav, spotřeby energií jednotlivými zařízeními, náročností úprav stanoviště kvůli staticce vyvolané rozmístěním hmotných CT RTG v prostoru atp. Proto budou tato kritéria u jednotlivých variant řešena diskuzí, nikoliv konkrétními hodnotami, přičemž hodnocení CAPEX bude vycházet především z počtu potřebných zařízení (CT, SSc atp.), zatímco hodnocení OPEX bude vycházet především z počtu potřebných pracovníků (N_{ST}).

Stejně tak není možné uvést číselnou hodnotu komfortu cestujících a pracovníků. Relevantní data k těmto kritériím by bylo možné získat sociologickými průzkumy provedenými na cestujících procházejících stanovištěmi vystavěných podle těchto návrhů. Přesto lze vycházet z literatury a obecně známých skutečností a komfort cestujících a pracovníků ohodnotit u každé navrhované varianty v rámci diskuze.

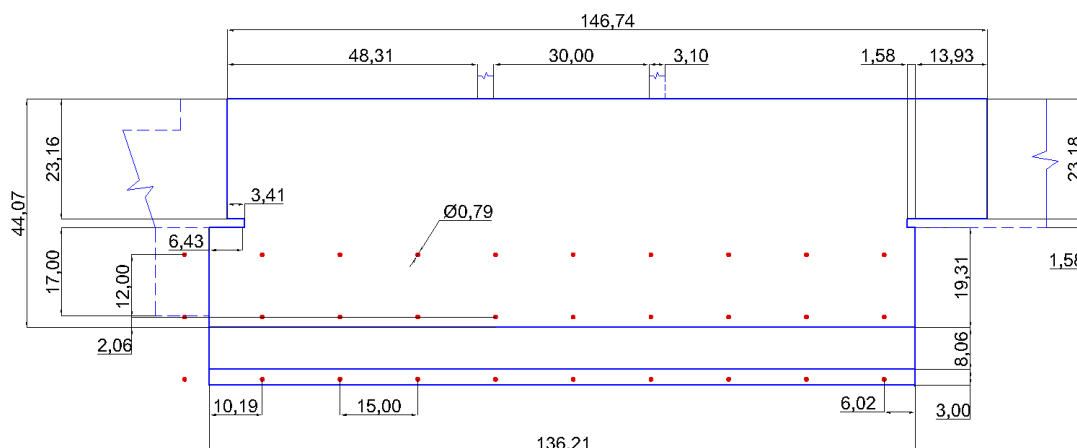
2.2. Zadané podmínky návrhu

Součástí zadání této práce je prostor stanoviště a některé další základní podmínky, které musí být při vypracování jednotlivých variant návrhu dodrženy. Jedná se o prostor definovaný v neveřejných strategických dokumentech Letiště Praha, kde byla část ohledně prostoru pro budoucí bezpečnostní kontrolu sdílena s autorem v rámci zadání této práce.

2.2.1. Rozměry specifikovaného prostoru pro návrh stanoviště

Rozměr prostoru ve směru toku cestujících, neboli délka stanoviště, činí celkem 55,13 m. Součástí tohoto rozměru je však i šířka koridoru pro odchod cestujících, která musí vzhledem k požadavkům na rozměry evakuačních koridorů činit minimálně 8,06 m (jedná se o rozměr, který je součástí zadání) a šířka prostoru vymezeného pro kabinky pro oddělenou kontrolu, která byla zadána jako 3 m. Prostor, který bude navrhován a ve kterém budou rozmisťovány RTG tratě, prostor pro kontrolu osoby, QM atd., tak má délkový rozměr rovnající se zbývajícím 44,07 m.

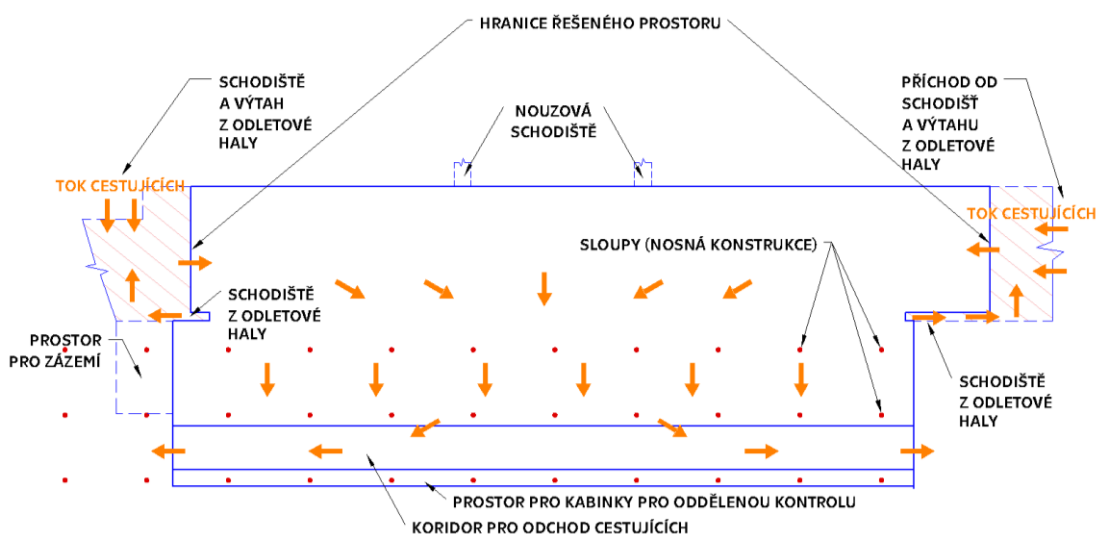
Šířka prostoru se v různých místech stanoviště liší. Veškeré potřebné rozměry jsou patrné z okótovaného výkresu prostoru pro stanoviště na obrázku 11 (rozměry jsou uvedené v m s přesností na dvě desetinná místa). Prostor byl zadán jako výkres v aplikaci AutoCAD s uvedením základních kót, ostatní kóty byly doplněny autorem v programu AutoCAD na základě rozměrů daných částí výkresu v zadaném souboru. Přerušovanou čarou jsou vyznačeny sousední prostory související se stanovištěm, které však nejsou součástí řešeného prostoru.



Obrázek 11 – Zadaný prostor s kótovanými rozměry

2.2.2. Tvar stanoviště a vazby na okolí

Tvar stanoviště je patrný již z obrázku 11. Na obrázku 12 je dále znázorněn zadaný směr toku cestujících a zadané vnější vazby stanoviště. Mezi ty patří především návaznost na odbavovací halu, která se nachází o podlaží níže a z níž cestující na stanoviště budou přicházet po dvou hlavních schodištích s výtahem nebo z jiné části haly po dvou eskalátorech, které svým vyústěním částečně zasahují do prostoru stanoviště (malé výklenky na obrázku 11 o šířce 1,58 m). Na každou polovinu stanoviště vede po jednom hlavním schodišti s výtahem a jedním menším eskalátorem. Následuje řešený prostor stanoviště, kde bude navrženo rozložení QM, tratí a dalších prvků stanoviště, dále koridor pro odchod cestujících a prostor pro kabinky za ním. Vyznačen je také prostor pro zázemí bezpečnostních pracovníků (odpočinkovou místnost a toalety), který není řešenou součástí stanoviště. Je však důležité zachovat logickou vazbu tohoto prostoru na řešenou část stanoviště, aby pracovníci měli do zázemí snadný přístup přímo ze stanoviště. Stejně tak je nutné zachovat nouzový koridor k únikovým schodištím pro případ evakuace.



Obrázek 12 – Zadaný prostor s popisem vazeb a s vyznačením směru toku cestujících



Podstatně omezujícím faktorem při návrhu stanoviště vyplývajícím ze zadání jsou na obrázku 12 červeně vyznačené sloupy, které jsou kvůli zachování statiky budovy terminálu neodstranitelné. Bude tak nutné jim návrh stanoviště přizpůsobit.

Stanoviště zároveň musí splňovat zadanou minimální propustnost 4720 pax/h a musí na něm být primárně využívány CT RTG s EDSCB C3 a SSc, jak je uvedeno v zadání této diplomové práce.

2.3. Postup návrhu

Výše uvedené podmínky vyplývaly ze zadání a jejich dodržení je nutné. V následující části jsem stanovil další postup, podle kterého bude vytvářen návrh stanoviště.

2.3.1. Návrh buňky

Základem postupu návrhu bude navržení jádra stanoviště, tj. prostoru pro provádění samotných detekčních kontrol osoby a zavazadla. Prvním krokem při návrhu tedy bude návrh jedné buňky. Následně bude vypočítáno, vzhledem k tomu, že lze určit navrhovanou propustnost jedné buňky, kolik takovýchto buněk potřeba umístit v šířce stanoviště, aby byl splněn požadavek na minimální propustnost. V případě, že by buňky nebylo možné v rámci prostoru stanoviště umístit, by následně byl upraven návrh jedné buňky a opětovně provedeno rozmístění v rámci stanoviště.

Postup návrhu buňky se bude skládat ze tří kroků – vytvoření výkresu rentgenové trati, vytvoření výkresu prostoru pro kontrolu osoby a jejich následné sloučení s případnými úpravami do konečné podoby buňky.

Při návrhu rentgenových tratí bude vycházeno z veřejně dostupných informací o rozměrech skutečně vyráběných komponent (modulů) rentgenových tratí. Na základě zdrojového dokumentu s těmito rozměry, který bude popsán v příslušné části práce (2.4.3), bude stanoveno několik možných realistických kombinací těchto modulů do rentgenové tratě jako celku, navržené varianty pak budou porovnány na základě stanovených kritérií a pro další pokračování s návrhem bude vzhledem k množství variant vybráno jen několik z nich, které budou na základě těchto kritérií vyhodnoceny jako nejvýhodnější.

Návrh prostoru pro kontrolu osoby bude vycházet z veřejně dostupných rozměrů SSc a příslušenství (dohledávacích stanic) a z dat o jejich propustnosti. Navrženo opět bude více variant podle propustností a dalších kritérií, které pak budou kombinovány s návrhy rentgenových tratí do podoby buňky. Ty mezi sebou opět budou porovnány a bude pokračováno jen s těmi nejvýhodnějšími. Nakonec budou navrženy specializované buňky – buňky pro kontrolou personálu a PRM cestujících.



2.3.2. PRM a CREW buňka

Na stanovišti se v souladu se zadáním této práce budou pro kontrolu kabinových zavazadel primárně využívat zařízení EDSCB C3. Jak již bylo zmíněno v části 1.9, zejména v důsledku delšího DT dosahuje CT RTG s EDSCB C3 na manuálních tratích výrazně nižší propustnosti než na ATRS tratích. Proto standardní buňka na tomto stanovišti bude zahrnovat automatické tratě.

ATRS tratě však mají zásadní omezení. Vzhledem k tomu, že diverter rozděljuje zavazadla mezi dvěma částmi tratě díky RFID štítku přepravy, je bezpodmínečně nutné, aby všechna zavazadla a kontrolované předměty byly umístěny v přepravkách a nikterak nezasahovaly přes její okraje. V případě, že by se v oblasti diverteru objevil předmět bez RFID štítku, tedy mimo přepravku, trať by se zastavila, neboť by systém nedokázal určit, na kterou část trati předmět dále posunout. Zároveň by v případě předmětů výrazně delších než přepravka hrozilo poškození tohoto předmětu diverterem, neboť je dimenzován na velikost přepravy. Ty jsou přitom navrženy na obvyklou maximální velikost kabinového zavazadla, kterou letecké společnosti cestujícím umožňují přepravovat. Některé předměty, které si cestující berou s sebou přes bezpečnostní kontrolu, však tyto rozměry přesahují – např. deštníky, hole a obdobné zdravotní pomůcky, hudební nástroje či dětské kočárky.

U tratí osazených konvenčními jednopohledovými/dvoupohledovými RTG lze kontrolu těchto předmětů vyřešit kontrolou na manuální trati. Na té není potřeba vkládat předměty do přepravy, neboť v nich nejsou zavazadla vyřazována automatickým diverterem. Jednopohledové či dvoupohledové RTG vytváří rentgenové snímky průjezdem dopravníkového pásu kontinuálně za sebou, je tak možné vytvořit snímky různě dlouhých předmětů. U CT RTG s EDSCB C3 však tento problém manuální trať neřeší, neboť samotné zařízení CT vzhledem k principu vytváření trojrozměrného snímku a funkci detekce výbušnin EDS umožňuje kontrolu předmětů s limitací délky.

Rodiny s dětmi a PRM cestující takovéto nadrozměrné předměty přepravují poměrně často (např. kočárky, dětské sedačky, hole, berle, chodítka...), proto bývají vyčleněny speciální buňky pro tyto typy cestujících osazené manuálními tratěmi. Využití manuální trati má výhody i v případě, kdy je osazena CT RTG, který má délkovou limitaci pro kontrolu rozměrných předmětů. Mezi tyto výhody patří například skutečnost, že kontrolované předměty lze na trať snadno vložit přímo před RTG a je k nim snadný přístup ihned za RTG, takže v případě rentgenové kontroly např. ortopedické pomůcky během ruční prohlídky osoby anebo dětské hračky má cestující tento předmět rychleji zpět u sebe, což je žádoucí z hlediska komfortu cestujících. Sériová příprava na manuální trati navíc není limitována velikostí jednoho přípravného místa a osoby na invalidním vozíku či rodiny s dětmi tak mohou využít prostor dle jejich aktuální potřeby.

Dalším důvodem vyhrazení speciální buňky je komfort těchto cestujících, neboť oproti ostatním cestujícím jejich detekční kontrola často vyžaduje více času či aplikaci specifických postupů.



Nižší propustnost manuální trati oproti ATRS obvykle vzhledem k výše uvedeným výhodám nepředstavuje u buňky pro PRM cestující tak zásadní roli, tato buňka navíc vzhledem k tomu, že slouží ke kontrole pouze specifické části cestujících, nepředstavuje tak vysoké nároky na propustnost.

Na řešeném stanovišti bude vzhledem k výše uvedeným výhodám takováto buňka vyhrazena a bude na ní využito manuálních tratí.

Zaměstnanci pracující na letišti a letové posádky a jejich zavazadla či jiné osobní předměty jsou legislativou označovány jako „osoby jiné než cestující“ a „vnášené předměty“ a mohou se na ně vztahovat mírně odlišné postupy detekční kontroly než pro kabinová zavazadla, oděvy a další předměty cestujících [3]. Tyto osoby mívají navíc vzhledem k pracovním povinnostem na stanovišti přednostní přístup. Proto je vhodné pro tyto osoby vyhradit také speciální buňku. Nároky na propustnost takovéto buňky („CREW buňky“) jsou oproti buňkám pro kontrolu cestujících nižší, proto zde postačí obecně levnější manuální tratě.

2.3.3. Postup po dokončení návrhu buněk

Navržené buňky poté budou rozmístěny v zadaném prostoru, varianty rozmístění opět budou mezi sebou porovnávány.

Po návrhu rozmístění buněk bude následovat návrh prostoru pro organizaci fronty (QM), který musí zohledňovat především efektivní distribuci cestujících mezi jednotlivé tratě a vyčlenění speciálních koridorů: koridoru „fast track“ pro přednostní přístup cestujících, koridoru pro PRM cestující a rodiny s dětmi vedoucího k příslušné buňce a koridoru pro kontrolu posádek a případně i letištního personálu, který bude dále označován jen „CREW“. Dále je potřeba zvážit správnou délku všech vymezených koridorů. QM nesmí být příliš krátký, aby pojmul celou frontu o délce přinejmenším odpovídající maximální čekací době dle SLA, ale zároveň nesmí být příliš dlouhý, aby při konstantním toku cestujících nevynucoval „probíhání“ cestujících QM, tj. aby cestující koridorem zvládl projít během čekací doby dané SLA běžnou rychlostí chůze. V neposlední řadě je nutné brát v potaz nouzové koridory a také flexibilitu pro možnost úprav podoby prostoru QM, zejména délky jednotlivých koridorů, v závislosti na aktuálním počtu cestujících a na tom, zda právě probíhá špička či sedlo. V souvislosti s QM bude řešena i podoba kontroly vstupu. Následně je možné řešit prostor pro odchod cestujících a rozmístění dalších prvků, mezi které patří velín pro vedoucího stanoviště, zázemí pro CIP, stoly pro balení zavazadel nebo prvotní přípravu v QM atp.

Na závěr bude návrh ověřen, tj. bude stanoveno, zda splňuje veškeré zadané podmínky. V souvislosti s tím bude vypočítána propustnost, prostorová a personální efektivita a stanovena další kritéria hodnocení dle části 2.1. Poté lze vytvářet obdobným způsobem různé alternativy a porovnávat je mezi sebou.



2.4. Používané vybavení

Jedním z výstupů této práce je technický výkres stanoviště. Jeho součástí tak musí být přesné zakreslení rozměrů jednotlivých prvků včetně bezpečnostního vybavení.

2.4.1. Používaný CT RTG

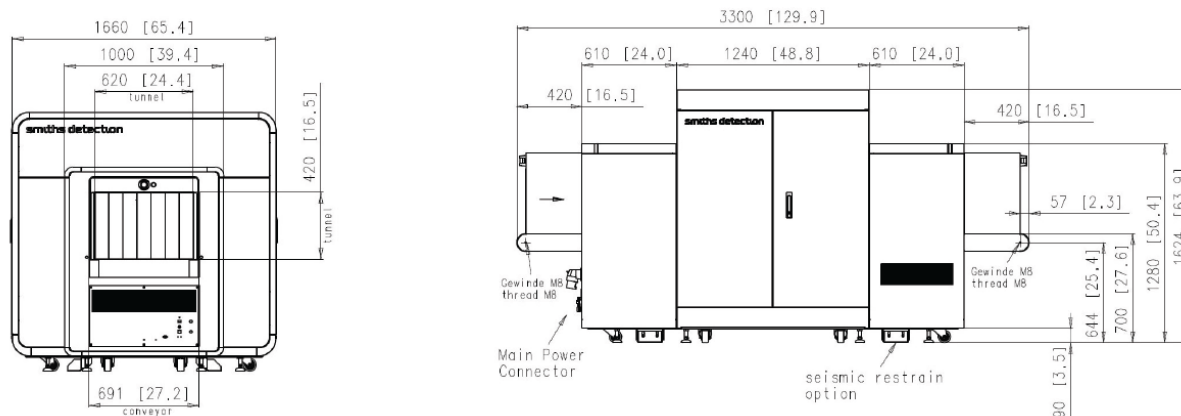
K datu zpracování této práce bylo celkem 6 zařízení, které byly v rámci ECAC CEP schváleny pro využití EDSCB standardu C3 [45], uvádí je tabulka 2.

Tabulka 2 – Přehled všech zařízení s EDSCB C3 certifikovaných dle ECAC CEP [45]

ZAŘÍZENÍ S EDSCB C3	VÝROBCE
ConneCT	Analogic
Detect 1000	IDSS Holding, Inc.
ClearScan	Leidos (dříve L3 Technologies)
Kylin Ti	Nuctech
920CT	Rapiscan
HI-SCAN 6040 CTiX	Smiths Detection
E3S 690	SST Labs

Tato zařízení mají pochopitelně odlišné rozměry. Vytvářet veškeré výkresy a varianty návrhů ve více verzích pro všechna zařízení by však významně překročilo rozsah této práce. Různá zařízení navíc mohou dosahovat různých propustností při stejných způsobech implementace v závislosti na vlastnostech softwaru EDS, rychlosti pohybu dopravníkového pásu atp. Proto bylo pro účely této práce nutné zvolit pouze jedno zařízení, se kterým budou návrhy dále vypracovávány. V reálném provozu letiště by k takovému výběru došlo pravděpodobně na základě výběrového řízení.

Zvoleným zařízením je HI-SCAN 6040 CTiX od společnosti Smiths Detection. Důvodem volby je dostupnost dat – ve své bakalářské práci [29] jsem se zabýval efektivitou implementace CT RTG do procesu bezpečnostní kontroly na základě dat naměřených v reálném provozu. Zařízením, na němž měření probíhalo, byl HI-SCAN 6040 CTiX. K tomuto zařízení je navíc, na rozdíl od některých dalších zařízení z tabulky 2, veřejně dostupný výkres rozměrů – viz obrázek 13. Proto, aby bylo možné vypočítat propustnost používaných rentgenových tratí na základě reálných dat, a následně zanést zařízení do výkresu na základě reálných rozměrů, bude dále uvažováno využití tohoto CT RTG.



Obrázek 13 – Výkres CT RTG HI-SCAN 6040 CTiX od společnosti Smiths Detection [46]

2.4.2. Používaný SSc

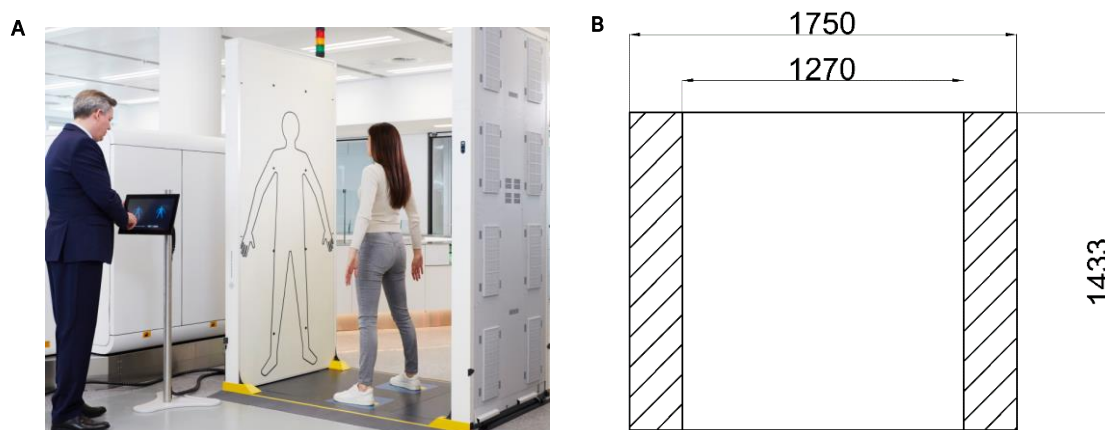
Obdobné důvody vedly k nutnosti zvolit i jeden konkrétní bezpečnostní skener. Všechna zařízení SSc certifikovaná v rámci společného programu hodnocení bezpečnostního vybavení ECAC CEP, které využívají algoritmu automatické detekce a fungují na principu milimetrových vln, jsou uvedeny v tabulce 3.

Tabulka 3 – Přehled všech SSc s automatickou detekcí certifikovaných dle ECAC CEP [47]

SSc	VÝROBCE
JANUS	CEIA
ProVision 2 (PV-2)	Leidos (dříve L3 Technologies)
ProVision 3 (PV-3)	Leidos (dříve L3 Technologies)
MW1000AA	Nuctech
MW2000AA	Nuctech
R&S®QPS100	Rohde & Schwarz
R&S®QPS200	Rohde & Schwarz
R&S®QPS201	Rohde & Schwarz
ES7	SHENMUTEK
eqo	Smiths Detection

Stejně jako u CT RTG bude i zde volba konkrétního modelu pro možnost vytvoření konkrétního technického výkresu záviset na dostupnosti dat. Vycházel jsem ze vzorku dat poskytnutého Letištěm Praha, který se týkal SSc QPS201 od výrobce Rohde & Schwarz. Ten tedy bude SSc používaným v této práci.

Podoba bezpečnostního skeneru R&S®QPS201 a potřebné rozměry (uvedeny v milimetrech) jsou uvedeny na obrázku 14.



Obrázek 14 – Skutečná podoba (A) [48] a rozměry (B) SSc QPS 201 (výkres vytvořen autorem na základě rozměrů uvedených v [48] a [49])

Vzorek dat zahrnoval informace o typu výstupu (alarm/OK) a o konkrétních časech provedení 508 skenů a zobrazení výstupu kontroly na obrazovkách ve formátu HH:MM:SS. Průměrná doba mezi začátky dvou po sobě jdoucích skenů, tzv. scan-to-scan time, činila 13,35 s. Z toho vyplývá propustnost SSc 269 pax/h.

Data pocházejí z konfigurace SSc s jednou dohledávací stanicí. To znamená, že SSc byl ovládán jedním pracovníkem prostřednictvím hlavní obrazovky přímo u SSc, v případě alarmu bylo možné výstup odeslat na druhou obrazovku, tzv. dohledávací stanicí (resolution station), u které mohl pracovník řešit alarm, zatímco jiný pracovník mohl dále obsluhovat SSc prostřednictvím hlavní obrazovky. Díky přidání této další obrazovky dojde k zastavení průchodu SSc až při druhém alarmu, který je řešen přímo z hlavní obrazovky. To umožňuje navýšit propustnost procesu detekční kontroly osoby, aniž by bylo nutné přidávat další SSc. Například bakalářská práce Kristýny Sehnalové [34] se zabývala efektivitou SSc, mj. i QPS201, pravděpodobně však v konfiguraci bez dohledávací stanice, neboť naměřená hodnota propustnosti SSc v její práci dosahovala pouze 143 pax/h. Z poskytnutých dat bylo možné zjistit, že průměrný scan-to-scan time mezi skeny, jejichž alarm byl řešen na hlavní obrazovce, činil 24,53 s, což odpovídá propustnosti 146 pax/h, takže hodnota uvedená ve zmiňované práci [34] skutečně odpovídá hodnotě propustnosti samotného SSc bez dohledávací stanice. Přidání jedné dohledávací stanice tedy znamená zvýšení propustnosti ze 146 pax/h na 269 pax/h.

Podle informací od výrobce lze k SSc připojit až 4 takovéto stanice [50]. Pro možnost tvorby variantních návrhů s různými počty dohledávacích stanic bylo nutné z poskytnutých dat zjistit i čas průchodu cestujícího SSc bez alarmu, délku kontroly při alarmu a podíl alarmových cestujících.

Prvně jmenovaný čas bylo možné vypočítat jako rozdíl dvou časů po sobě jdoucích skenů, jejichž výstupem nebyl alarm. Tím byly z dat eliminovány alarmy řešené na hlavní obrazovce, tj. když byl kvůli další kontrole blokován SSc. Tento průměrný čas činil 11,26 s. Pokud by tedy žádný cestující neměl alarm, propustnost SSc by činila 319 pax/h.



V případě výstupu bez alarmu cestující odchází z prostoru kontroly osoby a uvolňuje tak SSc. Lze však předpokládat, že v případě stále volné alespoň jedné dohledávací stanice cestující s alarmem uvolní SSc ke kontrole dalších osob za stejnou dobu, neboť je okamžitě odeslán k dohledávací stanici. Uvedená hodnota tedy bude považována za čas kontroly jednoho cestujícího v SSc, tj. dobu vstupu, zaujmutí pozice v SSc k provedení skenu včetně případně instruktáže cestujícího bezpečnostním pracovníkem, skenování, vyhodnocení softwarem SSc a odchod cestujícího od SSc k dohledávací stanici nebo dále do SRA, bez ohledu na typ výstupu (alarm/OK).

Délka detekční kontroly po alarmu v SSc, tzn. ruční prohlídka včetně případných dalších úkonů, byla z dat zjištěna jako doba mezi časem prvního zobrazení alarmového výstupu na dohledávací stanici a časem potvrzení dořešení alarmu na této dohledávací stanici bezpečnostním pracovníkem. Průměrná hodnota činila 20,6 s. Z toho lze vypočítat propustnost jedné dohledávací stanice, která činí 174 pax/h. Pro návrhy SSc v konfiguracích s dohledávacími stanicemi byl z dat ještě zjištěn jeden podstatný údaj, a tím je podíl alarmových výstupů (alarm rate), který činil 26,04 %. Relevantnost dat mohla být ověřena, vzhledem k tomu, že podíl alarmů nezávisí na počtu využitých dohledávacích stanic, porovnáním s podílem alarmů, který byl na základě jiného měření v provozu uveden v již zmíněné práci Kristýny Sehnalové [34], jehož hodnota činila 27 %. Hodnotu 26,04 % tedy lze považovat za relevantní.

Na základě výše uvedených hodnot pak bylo možné spočítat propustnost SSc v konfiguracích se dvěma, třemi a čtyřmi dohledávacími stanicemi. Jestliže má jedna dohledávací stanice propustnost 174 pax/h, pak dvě dohledávací stanice mají propustnost 348 pax/h, tři 522 pax/h a čtyři 696 pax/h. Jestliže propustnost při 0 % alarmů dosahuje 319 pax/h, je logické navrhovat maximálně dvě dohledávací stanice. Při podílu alarmů 26,04 %, což ze 319 pax/h představuje 83 pax/h, není nutné navrhovat ani dvě dohledávací stanice, přidání druhé stanice by mělo smysl v případě vyššího podílu alarmových výstupů. Pro další navýšení propustnosti, a tedy možnost využít třetí a čtvrtou stanici by se musel snížit čas průchodu SSc nyní rovný 11,26 s, čehož lze dosáhnout například větší připraveností cestujících, tj. rychlejším vstupem do SSc, zaujmutím správné pozice a následným rychlým odchodem. Výrobce uvádí délku provedení a vyhodnocení skenu 1,5–2,5 s [51], takže zbývajících 8,76–9,76 s pro provedení zmíněných úkonů může být dále snižováno, obzvláště s uvažováním skutečnosti, že data pocházejí z testovací implementace na stanovišti, kde jsou jinak běžně využívány primárně WTMD, tzn. cestující nemuseli být s touto formou detekční kontroly dostatečně obeznámeni a část zmiňovaných 8,76–9,76 s pracovníci museli věnovat instruktáži a pravděpodobně též odpovídáním na dotazy cestujících, zejména na ty týkající se ochrany soukromí či zdravotní nezávadnosti (viz část 1.5). Pro účely této práce však bude počítáno se zjištěnou hodnotou 11,26 s, tzn. bude navržena maximálně jedna dohledávací stanice.



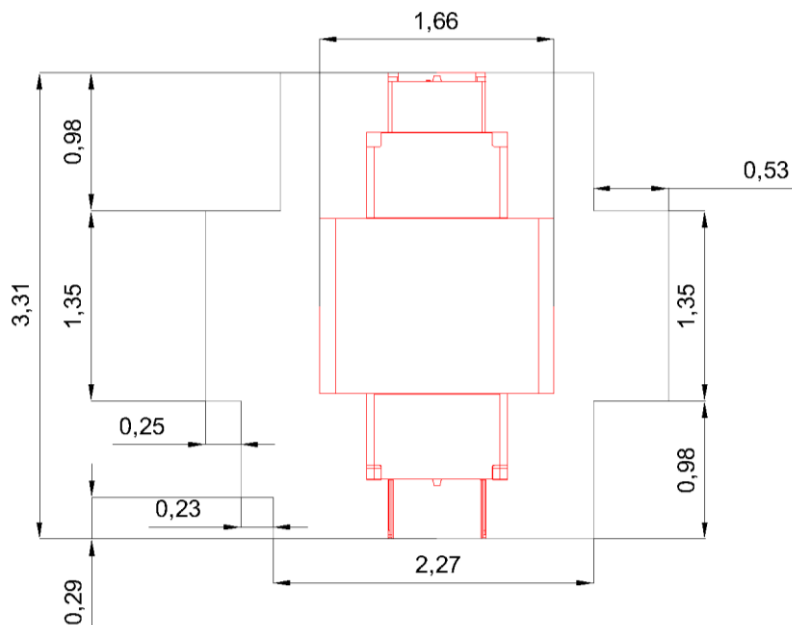
2.4.3. Používaná automatická trať

Na trhu existuje celá řada ATRS tratí od různých výrobců, které se obvykle navrhují na míru daného stanoviště. Výrobci tedy nenabízejí konkrétní rozměry tratí, ale dokáží se přizpůsobit požadavkům objednavatele. Výrobce obvykle skládá požadovanou konfiguraci z jednotlivých modulů jednotných rozměrů. Tento postup bude dále využíván i v této práci – z jednotlivých modulů bude poskládána celá trať.

Příloha A k dokumentu *Checkpoint Requirements and Planning Guide (CRPG)* vydanému TSA v roce 2023 [52] obsahuje přehled modulů ATRS tratí různých výrobců, a to mj. ve formátu *.dwg pro software AutoCAD. V těchto souborech jsou jednotlivé moduly vloženy jako bloky, což umožňovalo jejich využití v této práci pro sestavení vlastních konfigurací ATRS tratí. K dispozici je zde celá řada variant modulů od různých výrobců. Pro využití v této práci bylo potřeba, aby se jednalo o takovou konfiguraci, která je v tomto dokumentu označována jako „full“, což znamená automatická trať včetně systému vracení přepravek. Také byly využívány pouze soubory, v nichž byly k dispozici jednotlivé moduly, nikoliv pouze bloky předpřipravených konfigurací. Proto nebyly využity např. moduly výrobce Leidos, neboť soubor s těmito bloky zahrnoval pouze dílčí celky trati, nikoliv jednotlivé moduly, a jejich využití by pro účely této práce nebylo vhodné.

Zmíněné podmínky splňovaly soubory s moduly od Smiths Detection, Scarabee a Vanderlande. Pro každého výrobce byla také v uvedeném zdrojovém dokumentu obsažena vzorová konfigurace trati, ze které bylo možné čerpat informace o způsobu napojování jednotlivých modulů, jak bude popsáno dále.

Jeden ze souborů zahrnoval také blok samotného HI-SCAN 6040 CTiX (obrázek 15). Jednotky na něm byly z imperiálních jednotek ve zdrojovém dokumentu TSA převedeny na metry. Jeho šířka odpovídá rozměrům udávaným výrobcem (viz obrázek 13). Jeho délka v tomto souboru se oproti výrobcem uváděné hodnotě lišila o několik milimetrů, neboť blok v uváděném dokumentu již zahrnoval potřebné napojení na zbytek trati. Obrázek je orientovaný pro pohyb dopravníkového pásu ve směru shora dolů. Šedou čarou vyznačená oblast okolo CT RTG značí servisní zónu, která by měla být brána v potaz při návrzích. Její rozměry se nebudou počítat do hodnot šířek tratí, u kterých budou jako limitující uvažovány rozměry samotného zařízení CT RTG. Význam jejího zvýraznění v uvedených výkresech spočívá především v ponechání servisní zóny bez umístění jiných pevných součástí stanoviště, které by bránily případnému servisnímu přístupu k zařízení.



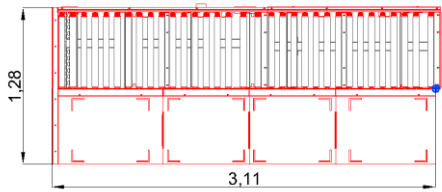
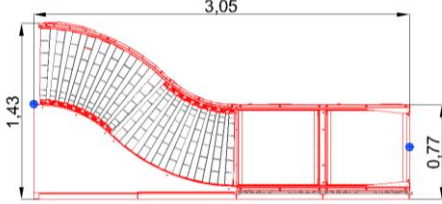
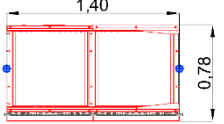
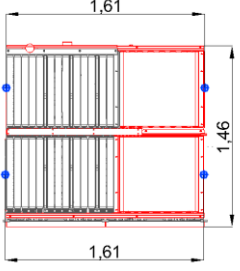
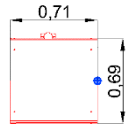
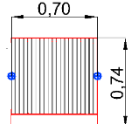
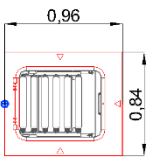
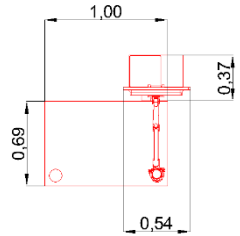
Obrázek 15 – CT RTG HI-SCAN 6040 CTiX jako blok používaný pro návrhy tratí ([52], upraveno autorem)

Bloky představující moduly tratí používané v této práci uvádějí následující tabulky 4–6. U modulů byl modře vyznačen referenční bod napojení na další modul, kterým je zpravidla střed šířky dopravníkového pásu, případně jiný, z ukázkové konfigurace zjištěný vhodný referenční bod. Výkresy jsou orientovány pro směr pohybu přepravek zleva doprava. Všechny tyto tabulky uvádějí původní název modulu z používané přílohy a [52] a také český název dále používaný v této práci. U těchto bloků byly převedeny jednotky jako u CT RTG.

Jelikož v této práci budou bloky využity jako komponenty trati a jejich rozměry budou podstatné z hlediska zvažení prostorové náročnosti trati, nebylo potřebné znát rozměry všech konstrukčních prvků, ale znát především délku modulů, tj. rozměr mezi referenčními body napojení modulů, a největší vnější šířku modulů. Proto v tabulkách nejsou uváděny všechny rozměry, ale pouze kóty těchto rozměrů.

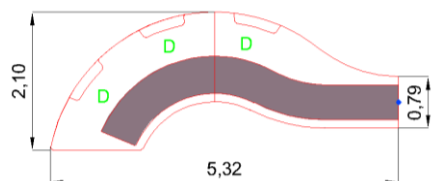
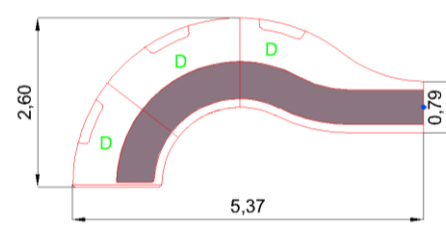
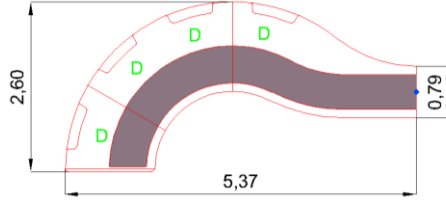
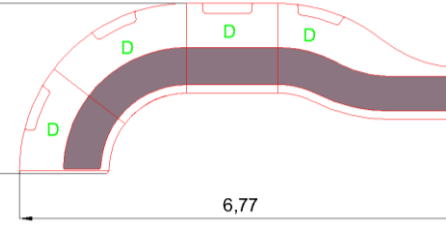
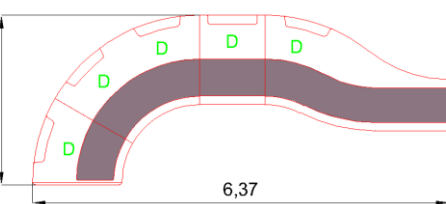
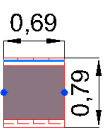
Tabulka 4 zahrnuje bloky od společnosti Smiths Detection, tabulka 5 bloky od společnosti Scarabee a tabulka 6 bloky od výrobce Vanderlande. Výkresy modulů nejsou vzájemně v měřítku, kótované jsou pouze v předchozím odstavci zmíněné rozměry, a to v metrech s přesností na dvě desetinná místa (stejně jako zadaný prostor, viz část 2.2). Výkresy jsou oproti originálním blokům ve zdrojovém souboru uvedeny bez případných popisků, neboť ty jsou uvedeny v sousedních sloupcích tabulky.

Tabulka 4 – Používané moduly Smiths Detection (výkresy převzaty z [52], upraveny autorem)

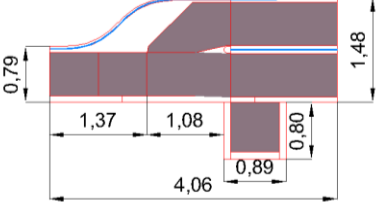
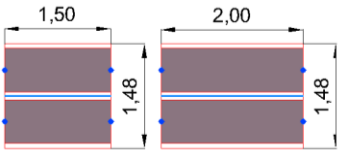
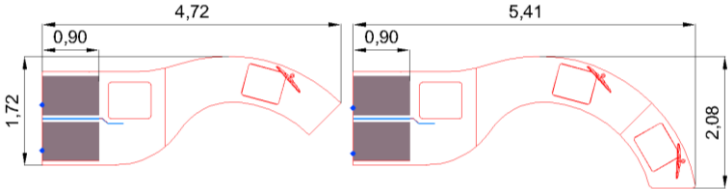

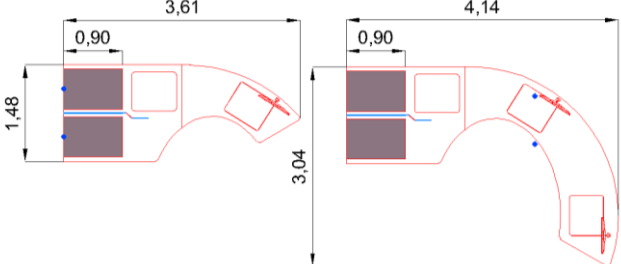
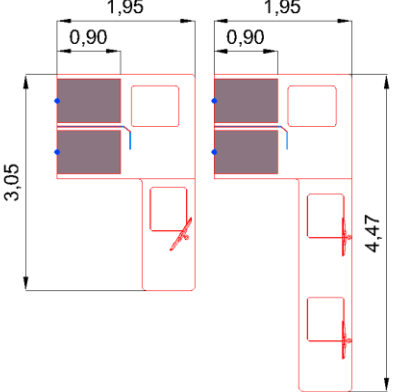
VÝKRES MODULU	PŮVODNÍ NÁZEV MODULU	NÁZEV UŽÍVANÝ V TÉTO PRÁCI
	POWERED DIVEST BELT	PŘÍPRAVNÉ POZICE (4x)
	POWERED ENTRY DIVEST ROLLER	KAPACITNÍ MODUL (NA VSTUPU DO CT RTG)
	POWER EXIT BUFFER	MODUL TRATI PRO ROZHODNUTÍ
	TRANSFER UNIT	DIVERTER
	HIGH THREAT CONTAINMENT UNIT	HIGH THREAT MODUL (MODUL PRO VYSOCE RIZIKOVÉ PŘEDMĚTY)
	POWERED RE-VEST / REJECT ROLLERS	MODULY TRATI PRO VÝDEJ ZAVAZADEL / PRO ALARMOVOU TRAŤ
	POWERD BIN RETURN UNIT	ZÁSOBNÍK PŘEPRAVEK (ATRS)
	ALTERNATIVE VIEWING STATION	DOHLEDÁVACÍ STANICE (RECHECK)

Bloky trati výrobce Scarabee nabízely více variant modulů s přípravnými pozicemi i dohledávacími stanicemi. Modul diverteru již zahrnoval modul pro vysoce rizikové předměty, částečně zahrnoval i trať před DP, jehož délka je při návrhu podstatná, proto zde byla přidána kóta této oblasti. Stejně tak je zásobník přepravek a část trati pro výdej zavazadel součástí modulů dohledávacích stanic, část tohoto modulu použitelná pro odebírání zavazadel proto byla okótována. Bloky jsou uvedeny v tabulce 5 (v některých řádcích jsou uvedeny dvě varianty jednoho modulu).

Tabulka 5 – Používané moduly Scarabee (výkresy převzaty z [52], upraveny autorem)

VÝKRES MODULU	PŮVODNÍ NÁZEV MODULU	NÁZEV UŽÍVANÝ V TÉTO PRÁCI
	3 SMALL DIVEST	PŘÍPRAVNÉ POZICE (3x, varianta malé)
	3 LARGE DIVEST	PŘÍPRAVNÉ POZICE (3x, varianta velké)
	4 SMALL DIVEST	PŘÍPRAVNÉ POZICE (4x, varianta malé)
	4 LARGE DIVEST	PŘÍPRAVNÉ POZICE (4x, varianta velké)
	5 SMALL DIVEST	PŘÍPRAVNÉ POZICE (5x, varianta malé)
	BUFFER	MODUL TRATI PRO ROZHODNUTÍ

Tabulka 5 (pokračování) – Používané moduly Scarabee

VÝKRES MODULU	PŮVODNÍ NÁZEV MODULU	NÁZEV UŽÍVANÝ V TÉTO PRÁCI
	TRANSFER UNIT WITH RE-VEST AND REJECT LINES	DIVERTER (vč. modulu pro vysoce rizikové předměty a části trati pro odběr zavazadel / alarmové trati)
	RECLAIM AND REJECT LINES EXTENSION (1.5M / 2M)	MODUL TRATI PRO ODEBÍRÁNÍ ZAVAZADEL a ALARMOVÉ TRATI (1,5 m / 2 m)
	INSPECTION END TABLE – SLIM, ONE/TWO INSPECTIONS (ROUND)	MODUL DOHLEDÁVACÍ STANICE (1x/2x, úzký, kulatý)
	INSPECTION END TABLE – WIDE, TWO INSPECTIONS (ROUND)	MODUL DOHLEDÁVACÍ STANICE (2x, široký, kulatý)
	INSPECTION END TABLE – ONE/TWO INSPECTIONS (OVAL)	MODUL DOHLEDÁVACÍ STANICE (1x/2x, oválný)
	INSPECTION END TABLE – ONE/TWO INSPECTIONS (STRAIGHT)	MODUL DOHLEDÁVACÍ STANICE (1x/2x, rovný)

Tabulka 6 – Používané moduly Vanderlande (výkresy převzaty z [52], upraveny autorem)

VÝKRES MODULU	PŮVODNÍ NÁZEV MODULU	NÁZEV UŽÍVANÝ V TÉTO PRÁCI
	PARALLEL DIVESTMENT STRAIGHT (DOUBLE STRAIGHT / SINGLE STRAIGHT/ CURVED DOUBLE	PŘÍPRAVNÉ POZICE (jednoduchá rovná / dvojitá rovná / dvojitá zakřivená)
	END CAP	KONCOVÝ OKRAJ TRATI
	SPACING CONVEYOR STRAIGHT/TWIST (2M)	KAPACITNÍ MODUL (NA VSTUPU DO RTG) ROVNÝ/ ZAKŘIVENÝ
	DECISION CONVEYOR	MODUL TRATI PRO ROZHODNUTÍ
	DIVERTER WITH HIGH THREAT	DIVERTER (vč. modulu pro vysoce rizikové předměty)
	REVEST/ SUSPICIOUS EXTENSION (1M / 1.5M)	TRÁŽ PRO ODEBÍRÁNÍ ZAVAZADEL / ALARMOVÁ TRÁŽ (moduly 1 m a 1,5 m)
	ETRS	MODUL SYSTÉMU PRO ROZPOZNÁNÍ PRAZDNÝCH PŘEPRAVEK
	SUSPICIOUS END	ZAKONČENÍ ALARMOVÉ TRATI

Tabulka 6 (pokračování) – Používané moduly Vanderlande

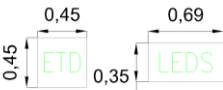
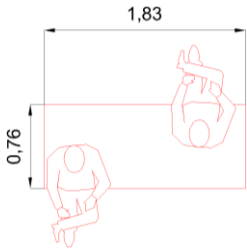
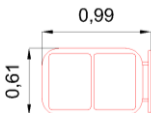
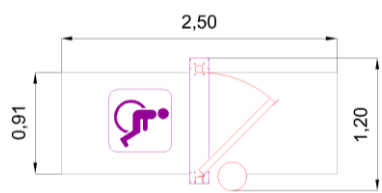
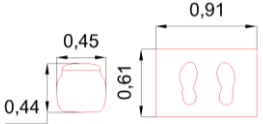
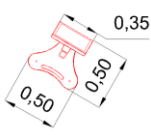
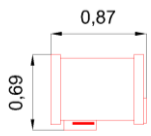
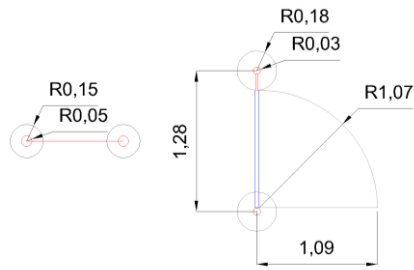
VÝKRES MODULU	PŮVODNÍ NÁZEV MODULU	NÁZEV UŽÍVANÝ V TÉTO PRÁCI
	COLLECTOR	ZÁSOBNÍK PŘEPRAVEK (ATRS)
	RECHECK TABLE – ONE REVIEW STATION (1M / 1.3 M / 1.5 M)	DOHLEDÁVACÍ STANICE (1x, moduly 1 m / 1,3 m / 1,5 m)
	RECHECK TABLE – TWO REVIEW STATIONS (2M / 2.5M)	DOHLEDÁVACÍ STANICE (2x, moduly 2 m / 2,5 m)

V tabulkách 4–6 jsou uváděné některé doposud nezmiňované části trati. Jedním z nich je kapacitní modul na vstupu do CT RTG. Ten slouží k tomu, aby případná nutnost zastavit trať v oblasti okolo CT RTG, např. při delším času rozhodnutí, nezpůsobila okamžité zablokování přípravných míst. Za CT RTG se také nachází část trati pro rozhodnutí, na níž se přepravka pohybuje během vyhodnocování snímku. Délka této části proto musí reflektovat DT. Na diverter může navazovat „high threat“ modul, tj. modul pro vysoce rizikové předměty. V případě, že operátor RTG na snímku spatří např. NVS, označí snímek zvláštním typem alarmu a přepravka je následně přesunuta do tohoto modulu. Doposud nezmiňovaným modulem je také modul se systémem rozpoznávání prázdných přepravek (ETRS, Empty Tray Recognition System), který může být umístěn před zásobníkem systému vracení přepravek. Díky němu není nutné umísťovat přepravky do zásobníku z trati pro odběr zavazadel manuálně – mohou být přemísťovány automaticky, neboť ETRS zajistí, že do zásobníku nebude přemísťována přepravka, ve které se ještě nacházejí předměty.

Modul zakončení alarmové trati je v tabulce 6 uveden pouze ve dvoumetrové variantě, ačkoliv zdrojový dokument [52] uváděl ještě kratší a delší verzi. Je tomu tak proto, že jiné verze nebyly při návrhu používány, neboť dvoumetrový modul má shodnou délku s modulem ETRS a umožňuje tak snadné dosažení shodné délky alarmové trati i trati pro odběr zavazadel cestujícími.

Zdrojový dokument [52] zahrnoval také soubor s dalším příslušenstvím a vybavením stanoviště. Pro zachování realistických rozměrů budou při vytváření výkresů navrhovaných variant stanoviště dále používány bloky softwaru AutoCAD těchto předmětů, které byly převzaty ze souboru „Legacy Equipment“ v tomto dokumentu. Takovéto objekty dále užívané v této práci uvádí následující tabulka 7. Některé prostorově či účelově související bloky jsou uvedeny ve dvojicích na jednom řádku.

Tabulka 7 – Další používané objekty (výkresy převzaty z [52], upraveny autorem)

VÝKRES MODULU	PŮVODNÍ NÁZEV MODULU	NÁZEV UŽÍVANÝ V TÉTO PRÁCI
	ETD (GENERIC) / BLS (GENERIC)	ETD (obecně) / LEDS (obecně) <i>(popisek bloku upraven autorem z BLS na LEDS)</i>
	BENCH	LAVIČKA
	BIN CART	VOZÍK NA PŘEPRAVKY
	ADA GATE – ACCESS GATE	PRM BRANKA (vč. vymezeného koridoru před a za brankou)
	WANDING MAT / CHAIR/STOOL	ROHOŽKA PRO KONTROLU NOHOU / ŽIDLE
	AIT ROHDE & SCHWARZ	DOHLEDÁVACÍ STANICE SSC (R&S QPS 201)
	WTMD CEIA	WTMD CEIA
	LAVI LOCKING SWING GATE / LAVI STRAP STANCHION	KŘÍDLOVÁ BRANKA / SLOUPKY PRO BELTWAY



2.5. Výpočet propustnosti buňky

Jak již bylo zmíněno, v práci budu navazovat na předchozí práce zabývající se efektivitou jednotlivých zařízení. Z dat uvedených v těchto pracích bude určena propustnost SSc a CT RTG s EDSCB C3 používaných na stanovišti. Menší z obou hodnot, propustnost CT RTG na konkrétní ATRS trati nebo propustnost SSc, bude propustností celé buňky, neboť menší hodnota je pro celou buňku limitující.

U používaného SSc navrhovaná propustnost vychází z dat reálného provozu, jak již bylo uvedeno v části 2.4.2.

Obtížněji se však propustnost určuje u RTG, neboť zde záleží na konfiguraci celé ATRS trati. Metodika výpočtu propustnosti ATRS trati s CT RTG pro účely této diplomové práce vychází z postupů v mé bakalářské práci [29], na následujících řádcích je stručně nastíněna.

2.5.1. Metodika výpočtu propustnosti rentgenové trati

Základem je propustnost samotného CT RTG, kterou lze vypočítat při znalosti rychlosti pohybu dopravníkového pásu (u uvažovaného modelu 0,2 m/s [46]), délky přepravy a separace mezi přepravkami. Výrobce Smiths Detection ke své ATRS trati v technické specifikaci uvádí některé parametry s uvážením délky přepravy 640 mm a separace mezi přepravkami 200 mm [53], pročež budou tyto hodnoty uvažovány i v této práci. V bakalářské práci [29] jsem uvažoval délku přepravy 600 mm a separaci stejně jako zde 200 mm, neboť nebyl uvažován konkrétní výrobce trati, proto se mohou v této práci některé výsledky v hodnotách propustností mírně lišit. Každá přepravka má tak včetně separace délku 0,84 m, průjezd jedné tedy trvá při dané rychlosti pásu 4,2 s. Teoretická propustnost CT RTG tak v přepravkách za hodinu (trays/h) činí 857 trays/h.

Tuto hodnotu však limitují další části trati, mimo jiné příprava osoby. Propustnost jednoho přípravného místa záleží na tom, jak dlouho se cestující připravuje, a také na tom, jak jsou přípravné pozice využívány. Nemusí-li ze zavazadla nic vyjímát, tedy u EDSCB C3, lze počítat s hodnotou času přípravy 31 s [29], a je-li dosažitelné 86,5% využití přípravných pozic [29], tak bude propustnost jedné přípravné pozice rovná:

$$\frac{3600}{31} \cdot 0,865 = 100 \frac{pax}{h} \quad (1)$$

Dále je limitující kapacita operátora. Pokud je průměrný DT u CT RTG 10,5 s [29], zvládne jeden operátor na základě stejného postupu jako u předcházejícího výpočtu (1) odbavit 342 trays/h, což při IPP 1,4 [29] odpovídá hodnotě propustnosti 244 pax/h.

Limitující je i hodnota propustnosti části trati pro odebírání zavazadel. Jestliže jeden cestující odebírá a balí svá zavazadla průměrně 38 s [29], připadá na každou část trati pro



odebírání zavazadel, na kterou lze umístit 1,4 přepravky (při IPP = 1,4), propustnost 94 pax/h.

Úzké hrdlo a potenciálně i blokadu celé trati může vytvářet i sekundární kontrola zavazadel. Pokud průměrná délka dodatečné kontroly jedné přepravky činí 82 s [29], bude kapacita jednoho dohledávajícího pracovníka v přepravkách za hodinu 43 trays/h. Jestliže bude průměrně vyřazeno 9,8 % zavazadel [29], těchto 9,8 % vyřazených přepravek představuje těchto 43 přepravek za hodinu, jinými slovy propustnost jedné dohledávací stanice vůči celé trati bude:

$$\frac{100}{9,8} \cdot 43 = 438 \frac{\text{trays}}{\text{h}}, \quad (2)$$

tedy při IPP rovném 1,4 bude tato hodnota odpovídat 312 pax/h.

Podstatné je také myslet na to, aby veškeré propojovací prvky mezi těmito limitujícími částmi měly dostatečnou kapacitu na to, aby nevytvářely úzké hrdlo okamžitě při dočasném poklesu propustnosti některé z uvedených fází procesu – např. pokud operátor bude vyhodnocovat jedno zavazadlo o pár sekund déle, není žádoucí, aby se to ihned projevilo blokováním přípravných míst.

2.5.2. Tvorba aplikace pro výpočet propustnosti trati

Propustnost trati tedy bude určena na základě konkrétní konfigurace trati. Proměnnými budou vstupní hodnoty: počet přípravných pozic, počet operátorů, délka trati pro odebrání zavazadel a počet dohledávacích stanic. Propustnost jedné přípravné pozice (100 pax/h), propustnost na jednoho operátora (244 pax/h), propustnost jedné části trati pro odběr zavazadel o délce odpovídající IPP (94 pax/h) a propustnost jedné dohledávací stanice (312 pax/h) byly vypočítány na základě proměnných a postupů uvedených v přecházející části a budou dále fixní.

Aby nebylo nutné během vytváření návrhů manuálně přepočítávat propustnost s každou změnou konfigurace trati, což by navrhování optimální vyváženosti dílčích propustností části trati prodlužovalo, vytvořil jsem jednoduchou aplikaci v prostředí Matlab Apps.

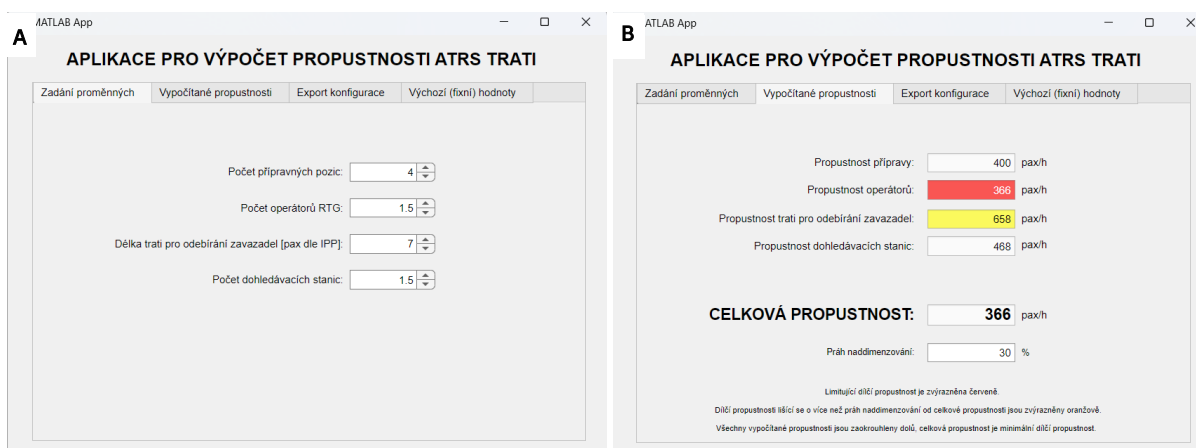
GUI (Graphical User Interface, grafické uživatelské rozhraní) obsahuje několik panelů. První z nich, „Zadání proměnných“, obsahuje pole, do kterých se postupně zadají výše uvedené proměnné. U každé z proměnných je logické omezení – počet přípravných pozic a délka trati po přepočtu na počet cestujících (pax) dle IPP nesmí být menší než jedna a musí být celé číslo, protože aplikace neumožní zadat číslo menší než 1 a při zadání desetinného čísla automaticky číslo zaokrouhlí. Jedna dohledávací stanice může být společná pro sousední tratě, proto toto pole umožňuje zadat hodnoty 0,5 a vyšší po násobcích 0,5. U CIP by sice počet operátorů mohl být rozdělen tak, aby na jednu trať mohlo být využito např. 1,2 operátora, nicméně při návrzích samotných tratí bude zachována obdobná logika jako u dohledávacích stanic, tzn. rozdělení maximálně mezi

dvě tratě po násobcích 0,5, přičemž další úprava počtu operátorů případně proběhne až ze znalostí celkového počtu tratí na stanovišti.

Na panelu „Vypočítané propustnosti“ se automaticky po jeho otevření zobrazí hodnoty dílčích propustností a celková propustnost, která odpovídá minimální dílčí propustnosti. Tato limitující minimální propustnost se podbarví červeně. Hodnoty propustností na částích tratě, které mají oproti celkové propustnosti tratě výrazně větší propustnost, tj. jsou naddimenzovány, se podbarvují žlutě. Práh naddimenzování, tedy rozdíl dané propustnosti a celkové propustnosti trati v procentech, od kterého bude daná část trati označena jako naddimenzovaná, lze upravit zadáním konkrétní hodnoty do příslušného pole, po úpravě hodnoty se podbarvení automaticky aktualizují. Výchozí hodnota prahu bude určena jako 20 %. Smyslem zvýraznění limitující hodnoty je jasné rozlišení části tratě, kterou je potřeba dále upravovat, je-li úmyslem dále navyšovat propustnost trati. Oproti tomu smyslem zvýraznění částí tratě, které přesahují svou propustností celkovou propustnost trati, je upozornit na části tratě, které svou dílčí propustností výrazně neodpovídají celkové propustnosti tratě a jejichž vysoká propustnost představuje nerovnoměrné rozložení dílčích propustností v rámci tratě jako celku, tzn. je možné tyto části upravit na nižší dílčí propustnost odpovídající celkové propustnosti tratě, a tím tedy optimalizovat personální či prostorovou efektivitu.

Na panelu „Výchozí (fixní) hodnoty“ lze zobrazit fixní hodnoty vycházející z měření (viz část 2.5.1), tj. výchozí předpoklady pro výpočty. Na sousedním panelu „Export konfigurace“ lze exportovat aktuálně zadané vstupní hodnoty a vypočítané propustnosti včetně informací o limitující části tratě a naddimenzovaných částech tratě ve formátu *.xlsx, přičemž defaultně nastavený název souboru, mimo jiné i zobrazovaný v prvních řádcích tabulky, lze modifikovat v příslušném poli aplikace.

Prostředí aplikace zobrazuje obrázek 16 (A: panel zadávání proměnných, B: panel s vypočítanými proměnnými). Celá aplikace tvoří přílohu č. 1 této práce.



Obrázek 16 – Aplikace pro výpočet propustnosti ATRS tratí, panel zadávání vstupních hodnot (A) a panel s vypočítanými propustnostmi s nastaveným prahem naddimenzování (B) (snímek okna aplikace, vytvořeno autorem)



3. VÝSLEDKY PRÁCE – NÁVRHY JEDNOTLIVÝCH VARIANT

V následující části bude tvořen výkres stanoviště na základě metodiky stanovené v předchozí části.

3.1. Návrhy rentgenových tratí

Základním prvkem ovlivňujícím návrh dalších částí stanoviště, je podoba buňky. Ta je tvořena dvěma prvky – rentgenovou tratí a prostorem pro kontrolu osoby. V této části bude navržena podoba rentgenové trati v několika variantách.

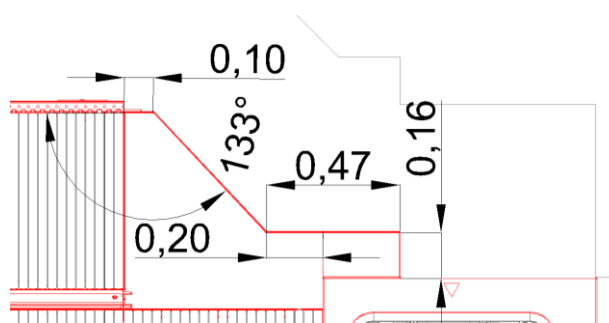
3.1.1. Varianta A1

Varianty A uvažovaly návrh trati s využitím modulů od společnosti Smiths Detection uvedených v tabulce 4. Výpočet kapacity proběhl pomocí aplikace popsané v části 2.5.2, a to následujícím způsobem: Jediný modul s přípravnými pozicemi od této společnosti uváděný v dokumentu TSA [52] byl osazen čtyřmi přípravnými pozicemi. Proto počet přípravných pozic v této konfiguraci bude muset být čtyři. To podle aplikace odpovídá dílčí propustnosti 400 pax/h. Aby takovouto nebo větší propustnost měla trať pro odebírání zavazadel, musí pojmout alespoň 5 cestujících (pax). Aby propustnost operátorů byla vyšší než 400 pax/h, musí být v CIP zapojeni alespoň 2 operátoři na trať. Dohledávacích stanic pro dosažení této propustnosti postačí 1,5, tj. jedna dohledávací stanice může být sdílená mezi dvě sousední tratě. Pokud je uvažován práh naddimenzování 20 %, dosahují operátoři příliš vysoké propustnosti vůči ostatním částem tratě – propustnost této části je naddimenzována o více než 20 %, což ji předurčuje k dalším úpravám, až bude znám celkový počet tratí a bude možné upravovat celkový počet operátorů v CIP. Uvedenou konfiguraci exportovanou z aplikace pro výpočet propustnosti ATRS trati obsahuje tabulka 8.

Tabulka 8 – Konfigurace varianty A1, export z aplikace pro výpočet propustností

NÁZEV KONFIGURACE	→	Varianta A1	
ZADANÉ POČTY [—]		VYPOČÍTANÉ PROPUSTNOSTI [pax/h]	
Počet přípravných pozic	4	Propustnost přípravných pozic	400
Počet operátorů RTG	2	Propustnost operátorů RTG	488
Délka trati pro odebírání zavazadel [pax dle IPP]	5	Propustnost trati pro odebírání zavazadel	470
Počet dohledávacích stanic	1.5	Propustnost dohledávacích stanic	468
CELKOVÁ PROPUSTNOST [pax/h]	400	Nastavený práh naddimenzování [%]:	20
Propustnost je limitována: přípravnými pozicemi.		Nad práh jsou naddimenzovány části: operátoři,	

Ve variantě A1 tedy bude použit jeden modul se čtyřmi přípravnými pozicemi, jeden kapacitní modul, následuje CT RTG a část trati pro rozhodnutí. Jestliže je rychlost dopravníkového pásu 0,2 m/s a DT 10,5 s, pak vhodná délka této části tratě v metrech činí 2,1 m, přičemž má-li jeden modul trati pro rozhodnutí od Smiths Detection 1,4 m, bude nutné využít dva v celkové délce 2,8 m. Tato část trati tak bude naddimenzována. Za ní následuje diverter a poté trať pro odebírání zavazadel. Jelikož je IPP rovno 1,4 a délka přepravky 0,64 m, musí být délka této části trati minimálně 4,48 m. To při velikosti modulu trati pro odběr zavazadel 0,7 m odpovídá počtu modulů 6,4, tzn. bude zapotřebí přinejmenším 7 modulů. Rozdíl ve vypočítané a skutečné hodnotě (6,4 a 7) nepředstavuje naddimenzování této části, neboť řeší předpoklad, že ne všechna zavazadla na trati budou odebírána cestujícími, tedy že část trati pro odběr cestujících nebude 100% využita. Je však důležité si uvědomit, že modul následující za diverterem bývá osazen bariérou, aby cestující nemohl zasahovat do zavazadla v prostoru diverteru. Tato diverter přesahující bariéra proto bude bránit využití jednoho modulu pro odebírání a balení zavazadel, počet modulů tedy bude potřeba navýšit o jeden na celkem 8 modulů. Souběžně s touto částí, odděleně za bariérou, je umístěna alarmová trať. Ta je ve vzorové konfiguraci trati Smiths Detection ve výchozím dokumentu TSA [52] zakončena způsobem znázorněným na obrázku 17. Na toto zakončení poté navážou dohledávací stanice. Konfigurace využívá konceptu 1,5 dohledávací stanice, tj. pro dvojici tratí stačí 3 dohledávací stanice. Nicméně, pokud to prostorová limitace umožňuje, je vhodné při návrhu počítat s dvojicí dohledávacích stanic pro obě trati, aby bylo možné případně počty dohledávacích stanic řešit úpravou počtu dohledávajících pracovníků. De facto tedy budou tratě navrženy se dvěma stanicemi, využívaná však může být pouze jedna a na sousední trati dvě, čímž bude docíleno 1,5 dohledávajícího pracovníka na trať.



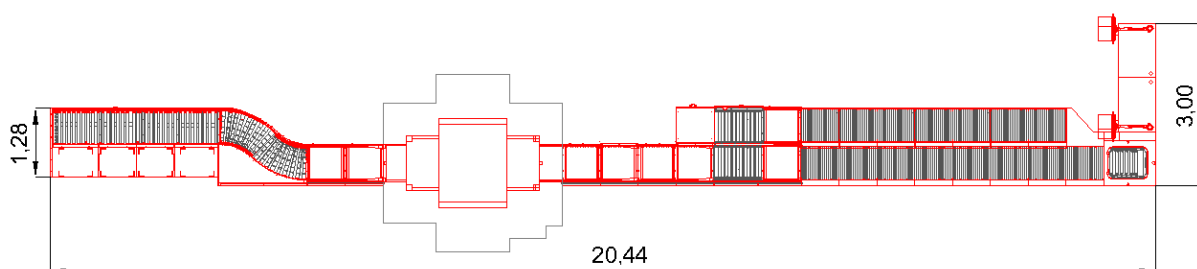
Obrázek 17 – Zakončení alarmové trati dle vzorové konfigurace – [52], upraveno autorem

Trať v této variantě bude mít délku rovnající se součtu všech používaných modulů.:

$$3,11 + 3,05 + 3,31 + 2 \cdot 1,4 + 1,61 + 8 \cdot 0,7 + 0,96 = 20,44 \text{ m} \quad (3)$$

Trať tedy délkou odpovídá navrhovanému konceptu 20m trati v mé bakalářské práci [29]. Ten byl navrhován obecně, schematicky, bez využití konkrétních modulů, nicméně u něj byla konstatována nevýhoda, že oproti delším tratím musejí být pro dosažení délky pouze 20 m zmenšena přípravná místa, což může vést ke snížení komfortu cestujících a teoreticky následně i ke snížení míry využití přípravných míst. Cestující sice

nepotřebuje při využití EDSCB C3 dvě přepravky vedle sebe, kdy do jedné by umístil zavazadlo a do druhé elektroniku a LAGs, které by vyjímal ze zavazadla, postačil by mu teoreticky prostor pro jednu přepravku, do které by umístil zavazadlo a další předměty či oděvy, poté by zavazadlo posunul na trať a na stejné místo umístil případně další přepravku pro další oděvy či předměty, nicméně stísněný prostor mu může manipulaci s oděvy, zavazadlem a dalšími předměty znesnadňovat natolik, že své předměty odloží i na sousední místo, tedy zabráni jiným cestujícím jej využít., v důsledku čehož se sníží míra využití přípravných pozic. To potvrzuje i dokument zabývající se návrhy stanovišť od ACI [25], který zmiňuje, že optimální prostor pro komfort cestujícího při přípravě je přibližně 1 m, u některých paralelních příprav nebo na tratích pro PRM cestující a rodiny s dětmi může být tato hodnota zvětšena až na 1,5 m. Z výkresu modulu s přípravnými pozicemi od výrobce Smiths Detection však vyplývá, že jedna přípravná pozice nabízí pouze 0,85 m. Může tedy docházet k situaci, kdy tento prostor cestujícímu nebude pro přípravu stačit, a využije i sousední přípravné místo, čímž bude snížena dílčí propustnost přípravy. Další nevýhodou této konfigurace je naddimenzování části trati pro rozhodnutí. Její zkrácení na jeden modul by teoreticky bylo možné při zkrácení DT, k čemuž může dojít např. díky větší zkušenosti operátorů anebo kontrole přehlednějších zavazadel. Tuto navrženou variantu dále označovanou jako A1 zobrazuje obrázek 18.

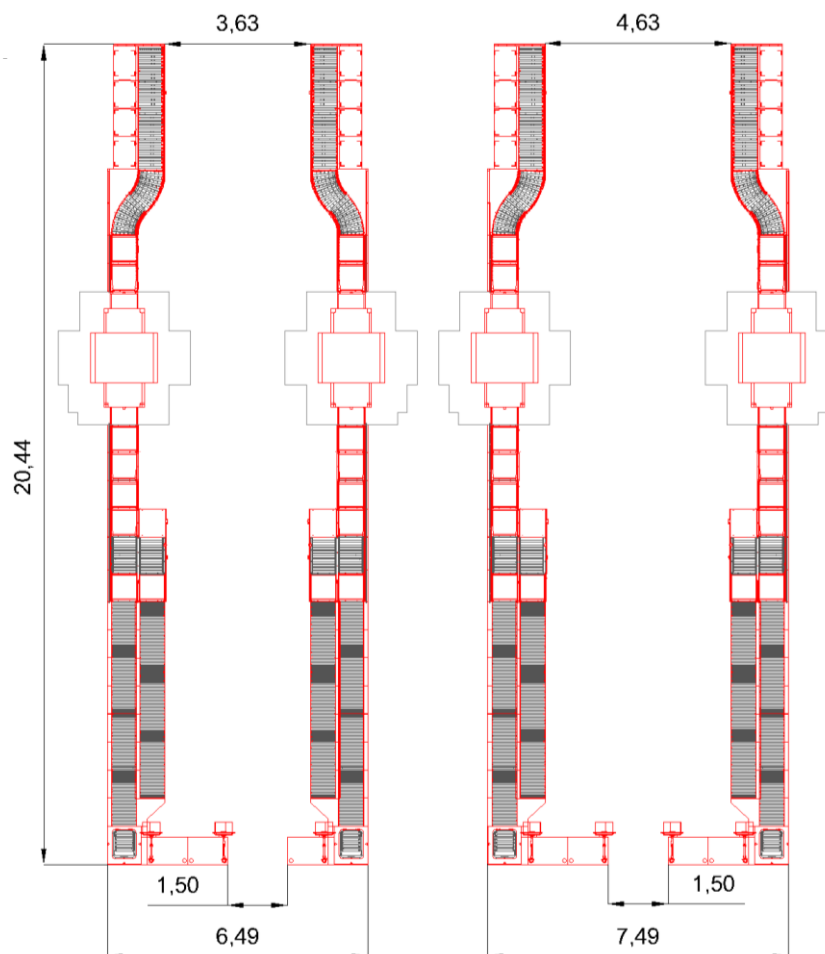


Obrázek 18 – Varianta A1 ATRS trati (vytvořeno autorem)

3.1.2. Varianta A2

Varianta A2 se od varianty A1 liší počtem dohledávacích stanic. Pro dosažení počtu 1,5 operátora na trať lze mít na každé dvojici tratí celkem čtyři dohledávací stanice, z nichž pouze tři budou obsazeny. V případě omezených prostor se nabízí kombinace tratě se dvěma stanicemi (varianta A1) a tratě s jednou stanicí (varianta A2).

Příklady uspořádání dvojice sousedních tratí se třemi dohledávacími stanicemi, tj. v kombinaci variant A1+A2, a dvojice se čtyřmi stanicemi, tj. kombinace A1+A1, jsou vyobrazeny na obrázku 19. Rozestup mezi tratěmi 1,5 m byl zvolen nyní pouze orientačně pro vytvoření porovnání mezi těmito dvěma kombinacemi, konkrétní rozestup bude navržen v částech zabývajících se rozmístěním navržených buněk v zadaném prostoru stanoviště. Je patrné, že rozdíl mezi oběma variantami v celkové šířce mezi dvěma tratěmi je 1 m, což odpovídá velikosti jednoho modulu s dohledávacími stanicemi.



Obrázek 19 – Sousední dvojice tratí v kombinaci variant A1+A2 (A) a A1+A1 (B), vytvořeno autorem

3.1.3. Varianty B1

Ve variantách rentgenových tratí označených s počátečním písmenem B byly používány moduly od společnosti Scarabee. Moduly tohoto výrobce uvedené ve zdrojovém souboru [52] nabízejí větší variabilitu v počtu přípravných pozic. Modul přípravy, který zahrnuje na rozdíl od předcházejících variant také část trati pro zkapacitnění před vstupem do CT RTG, je k dispozici se třemi, čtyřmi a pěti přípravnými místy, přičemž první dvě jmenované varianty jsou k dispozici se širšími (w, wide) i užšími (s, slim) přípravnými místy. Kromě toho nabízí variabilitu i moduly s dohledávacími stanicemi, které mohou být ve variantě „kulatá úzká“ (rs, round slim), ve které je případná druhá dohledávací stanice menší než ve variantě „kulatá široká“ (rw, round wide), ve variantě oválná (ov, oval), která je se dvěma dohledávacími stanicemi oproti variantám rs i rw kratší, ale širší, a ve variantě rovná (st, straight), ve které jsou dohledávací stanice umístěny kolmo na trať a zabírají tak podstatně více místa na šířku, ale méně na délku než u kulatých nebo oválných variant. Varianta rw existuje pouze se dvěma dohledávacími stanicemi, ostatní varianty jsou k dispozici s jednou nebo dvěma stanicemi. Přehled označení zpracovávaných variant se třemi přípravnými pozicemi (B1) podle typu modulu s přípravnými pozicemi a modulu s dohledávacími stanicemi přináší tabulka 9.



Tabulka 9 – Označení variant se 3 přípravnými pozicemi (B1) podle použitých typů modulů

	SLIM (s)	WIDE (w)
ROUND SLIM (rs)	B1s-rs	B1w-rs
ROUND WIDE (rw)	B1s-rw	B1w-rw
OVAL (ov)	B1s-ov	B1w-ov
STRAIGHT (st)	B1s-st	B1w-st

Pro každý z počtů přípravných míst byla vytvořena jedna konfigurace v aplikaci pro výpočet propustností stejným postupem jako u předchozích variant. Tabulka 10 představuje konfiguraci se třemi pozicemi (varianta B1).

Tabulka 10 – Konfigurace varianty B1, export z aplikace pro výpočet propustností

NÁZEV KONFIGURACE	→	Varianta B1	
ZADANÉ POČTY [—]		VYPOČÍTANÉ PROPUSTNOSTI [pax/h]	
Počet přípravných pozic	3	Propustnost přípravných pozic	300
Počet operátorů RTG	1.5	Propustnost operátorů RTG	366
Délka trati pro odebírání zavazadel [pax dle IPP]	4	Propustnost trati pro odebírání zavazadel	376
Počet dohledávacích stanic	1	Propustnost dohledávacích stanic	312
CELKOVÁ PROPUSTNOST [pax/h]	300	Nastavený práh naddimenzování [%]:	20
Propustnost je limitována: přípravnými pozicemi.		Nad práh jsou naddimenzovány části: operátoři, odebírání zavazadel,	

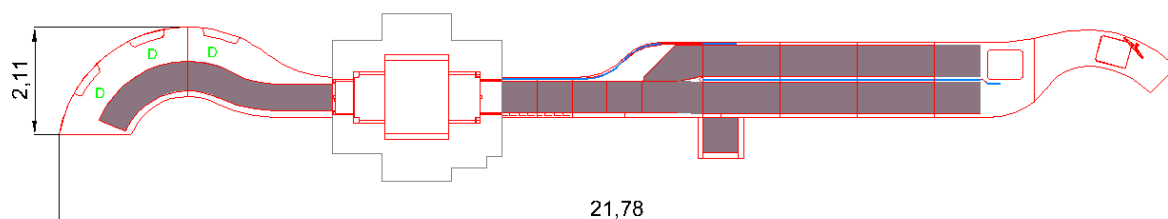
Trať pro odebírání zavazadel musí mít u této konfigurace kapacitu pro čtyři cestující, neboť v případě kapacity pro tři cestující se stává limitující propustností. V délce pro čtyři cestující je nicméně naddimenzována o více než 20 %. Stejně tak je naddimenzována kontrola zavazadel operátory. Dohledávací stanice je v této konfiguraci použita pouze jedna, přičemž modul rw je k dispozici pouze se dvěma stanicemi, proto varianty B1s-rw a B1w-rw nebudou navrhovány.

Modul trati pro rozhodnutí nabízí tento výrobce v délce 0,69 m. Modul diverteru však před samotným DP zahrnuje délku 1,37 m. Bude tedy potřeba využít dva moduly trati pro rozhodnutí, i s délkou v rámci samotného bloku diverteru bude k dispozici délka 2,75 m, tato část trati tedy bude naddimenzovaná.

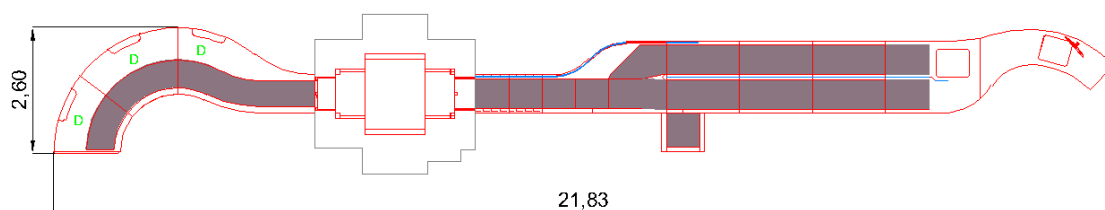
Trať pro odběr a výdej zavazadel musí umožnit paralelní odebírání a balení zavazadel čtyřem cestujícím najednou, což odpovídá 3,58 m. Oproti variantám A1 a A2 zde nebude uvažován modul navíc pro umístění bariéry, neboť tato část trati už je zahrnuta v bloku diverteru. Stejně tak je součástí bloku s dohledávacími stanicemi 0,9 m části pro odebírání zavazadel, což potřebnou délku této části poskládanou ze samostatných modulů zkracuje na 2,68 m. Příslušné moduly jsou k dispozici ve variantách 1,5 m a 2 m. Pro trať pro odebírání a balení zavazadel, stejně tak i pro paralelní alarmovou trať, tedy

bude potřeba po dvou 1,5m modulech, což opět umožní nižší než 100% využití této části při dosahování dané propustnosti.

Podobu trati ve variantě B1s-rs zobrazuje obrázek 20, obrázek 21 zobrazuje variantu B1w-rs (obrázky nejsou vzájemně v měřítku). Je zřejmé, že varianta se širším modulem s přípravnými stanicemi (w) se liší oproti variantě s užším modulem (s) nejen v maximální šířce trati, ale také v celkové délce trati.



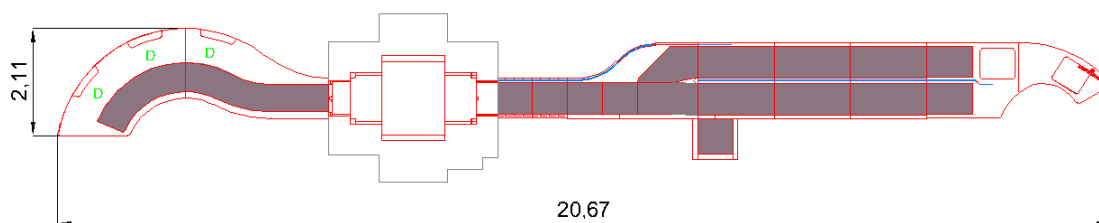
Obrázek 20 – Varianta B1s-rs ATRS trati (vytvořeno autorem)



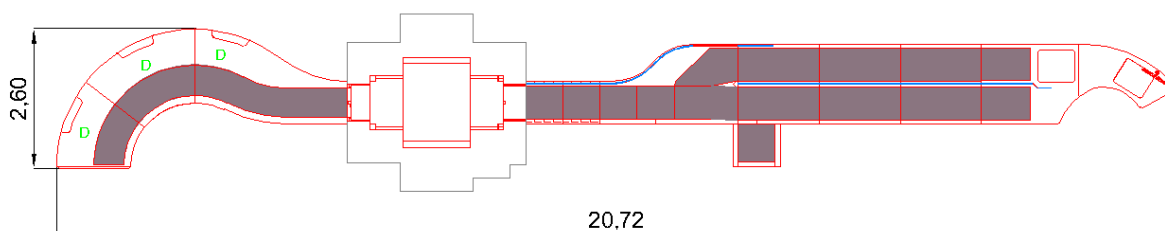
Obrázek 21 – Varianta B1w-rs ATRS trati (vytvořeno autorem)

U některých uváděných variant došlo k rozdílu mezi délkou trati uvedenou ve výkresu a hodnotou součtu délek použitých bloků uvedených v tabulkách v části 2.4.3. Tento rozdíl dosahuje 0,01 m a byl způsoben zaokrouhlením na dvě desetinná místa, neboť zdrojový dokument uváděl velikosti modulů v imperiálních jednotkách a jejich přesná délka převedená na jednotky SI mohla být definována až v desetínách milimetrů. Vzhledem ke kontextu práce, která se nezabývá konstrukčním řešením jednotlivých modulů, ale rozmístěním prvků stanoviště v prostoru, je však přesnost v metrech na dvě desetinná místa dostatečná, protože byly výkresy bloků uvedeny s touto přesností. Jako délky tratí budou nadále používány hodnoty uvedené na výkresech v příloze č. 2 změřené v softwaru AutoCAD, nikoliv prosté součty délek bloků, neboť tyto hodnoty nejsou na rozdíl od součtu tímto zaokrouhlením ovlivněny, jsou tedy přesnější.

Následující obrázky 22 a 23 znázorňují varianty B1s-ov a B1w-ov. Oproti variantám s kulatým modulem (rs) s dohledávacími stanicemi dosahují tyto varianty s oválným modulem (ov) menší celkové délky. Zároveň na rozdíl od rs variant dohledávací stanice svým zakulacením nezasahují mimo linii části trati pro odběr zavazadel.

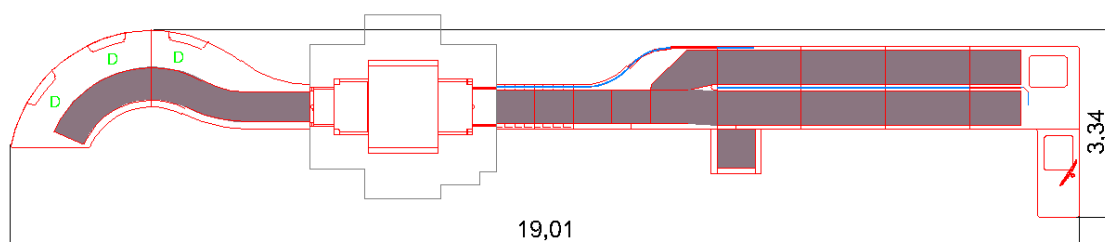


Obrázek 22 – Varianta B1s-ov ATRS trati (vytvořeno autorem)

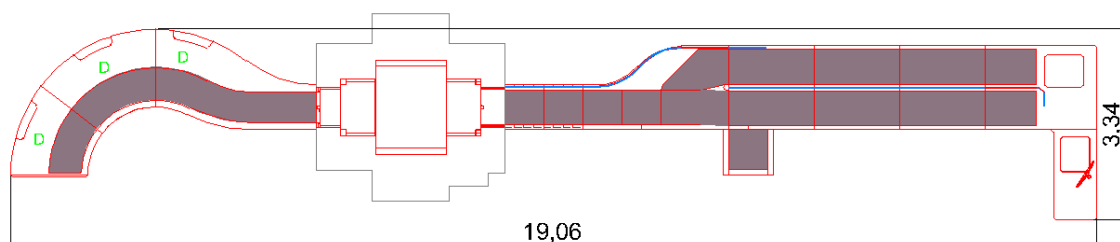


Obrázek 23 – Varianta B1w-ov ATRS trati (vytvořeno autorem)

Obrázky 24 a 25 zobrazují varianty B1s-st a B1w-st, které dosahují nejmenší délky ze všech variant B1, a to díky tomu, že dohledávací stanice jsou na trať napojeny v úhlu 90°. Nicméně se v důsledku toho přesouvá největší šířka v průběhu trati z oblasti přípravných pozic k dohledávacím stanicím, přičemž pro získání celkové šířky trati je potřeba uvážit i přesahující šířku modulu s přípravnými pozicemi.



Obrázek 24 – Varianta B1s-st ATRS trati (vytvořeno autorem)



Obrázek 25 – Varianta B1w-st ATRS trati (vytvořeno autorem)

3.1.4. Varianty B2

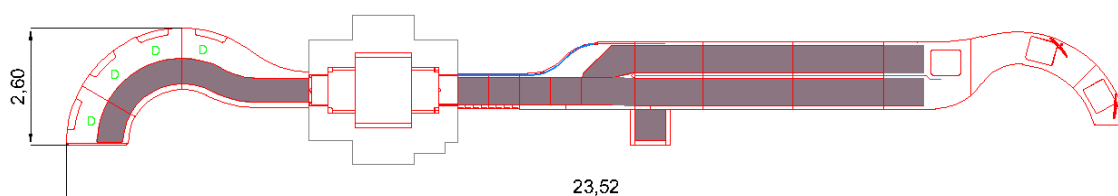
Logika návrhů variant B2 stejně jako zavedené názvosloví podle používaných modulů s přípravnými pozicemi a dohledávacími stanicemi zůstává stejná jako u variant B1, pouze budou využívané moduly se čtyřmi přípravnými místy.

Vzhledem k tomu, že konfigurace pro čtyři přípravné pozice již byla vypočítána (viz tabulka 8), budou parametry vypočítané konfigurace použité i ve variantách B2. Budou tedy používány moduly se čtyřmi přípravnými místy, trať před DP bude sestávat ze dvou příslušných modulů a trať pro odebrání zavazadel bude mít délku pro 5 pax, tzn. 4,48 m, se započtením části této trati i v bloku modulu s dohledávacími stanicemi je to 3,58 m, takže budou využity dva dvoumetrové moduly. Všechny tyto tratě budou fungovat se dvěma operátory. Také budou existovat varianty s jednou či dvěma dohledávacími stanicemi pro možnost variability jako u variant A1+A1 / A1+A2. Zavedené názvosloví uvádí tabulka 11.

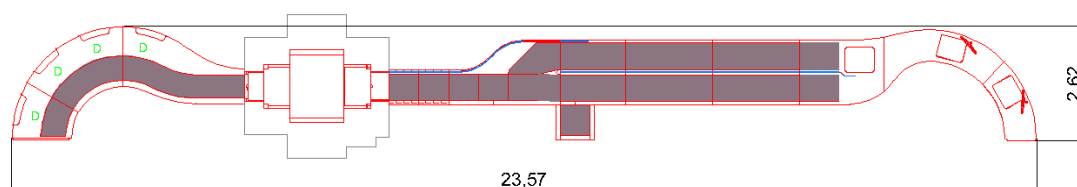
Tabulka 11 – Označení variant se 4 přípravnými pozicemi (B2) podle použitých typů modulů

		SLIM (s)	WIDE (w)
JEDNA DOHLEDÁVACÍ STANICE	ROUND SLIM (rs)	B2s-1rs	B2w-1rs
	ROUND WIDE (rw)	—	—
	OVAL (ov)	B2s-1ov	B2w-1ov
	STRAIGHT (st)	B2s-1st	B2w-1st
DVĚ DOHLEDÁVACÍ STANICE	ROUND SLIM (rs)	B2s-2rs	B2w-2rs
	ROUND WIDE (rw)	B2s-2rw	B2w-2rw
	OVAL (ov)	B2s-2ov	B2w-2ov
	STRAIGHT (st)	B2s-2st	B2w-2st

Příklad dvou uvedených variant se dvěma dohledávacími stanicemi, konkrétně varianty B2s-2rs a B2s-2rw, zobrazují obrázky 26 a 27 (nejsou vzájemně v měřítku).



Obrázek 26 – Varianta B2s-2rs ATRS trati (vytvořeno autorem)



Obrázek 27 – Varianta B2s-2rw ATRS trati (vytvořeno autorem)

Ostatní varianty uváděné v tabulce 11 byly zpracovány stejným způsobem, nicméně vzhledem k jejich většímu množství nebudou dále uváděny v textu práce jako obrázky. Tabulka 12 proto uvádí nejdůležitější údaje vyplývající z výkresu trati, celkovou délku (l), maximální šířku (s_{max}) a část, kde trať dosahuje největší šířky ($s_{max-loc}$) – PP značí přípravné pozice, DS dohledávací stanice, PP+DS značí, že šířka trati je limitována oběma moduly jako na obrázku 27. Výkresy všech vytvořených variant jsou obsaženy v příloze č. 2.



Tabulka 12 – Celkové délky a maximální šířky jednotlivých variant se 4 přípravnými pozicemi (B2)

VARIANTA	l [m]	S_{max} [m]	$S_{max-loc}$	VARIANTA	l [m]	S_{max} [m]	$S_{max-loc}$
B2s-1rs	22,83	2,60	PP	B2s-2rs	23,52	2,60	PP
B2s-1rw	—	—	—	B2s-2rw	23,57	2,62	PP+DS
B2s-1ov	21,71	2,60	PP	B2s-2ov	22,25	3,35	PP+DS
B2s-1st	20,06	3,37	PP+DS	B2s-2st	20,06	4,79	PP+DS
B2w-1rs	24,23	2,60	PP	B2w-2rs	24,92	2,60	PP
B2w-1rw	—	—	—	B2w-2rw	24,97	2,62	PP+DS
B2w-1ov	23,11	2,60	PP	B2w-2ov	23,65	3,35	PP+DS
B2w-1st	21,46	3,37	PP+DS	B2w-2st	21,46	4,79	PP+DS

3.1.5. Varianty B3

Varianty B3 byly navrhovány obdobným způsobem jako varianty B1 a B2, lišily se využitím modulu s pěti přípravnými místy. Ten je ve zdrojovém dokumentu [52] k dispozici pouze ve variantě „slim“, což omezí počet možných kombinací modulů oproti variantám se čtyřmi přípravnými místy. Konfigurování trati proběhlo v aplikaci pro výpočet propustnosti ATRS trati stejným postupem jako u přechozích variant. Výslednou konfiguraci uvádí tabulka 13.

Tabulka 13 – Konfigurace variant B3, export z aplikace pro výpočet propustností

NÁZEV KONFIGURACE	→	Varianty B3	
ZADANÉ POČTY [—]		VYPOČÍTANÉ PROPUSTNOSTI [pax/h]	
Počet přípravných pozic	5	Propustnost přípravných pozic	500
Počet operátorů RTG	2.5	Propustnost operátorů RTG	610
Délka trati pro odebírání zavazadel [pax dle IPP]	6	Propustnost trati pro odebírání zavazadel	564
Počet dohledávacích stanic	2	Propustnost dohledávacích stanic	624
CELKOVÁ PROPUSTNOST [pax/h]	500	Nastavený práh naddimenzování [%]:	20
Propustnost je limitována: přípravnými pozicemi.		Nad práh jsou naddimenzovány části: operátoři, dohledávací stanice	

Naddimenzovaný je opět počet operátorů. Ten však může být ještě upravován při znalosti celkového počtu tratí, jak bude provedeno dále. Zde je však naddimenzovaný i počet dohledávacích stanic. Při počtu 1,5 se stávají dohledávací stanice limitujícími, při využití dvou dohledávacích stanic na trať je jejich propustnost o více než 20 % větší než limitující propustnost. Proto budou vytvořeny varianty B3 a B4. Varianty B3 budou počítat se dvěma dohledávacími stanicemi, varianty B4 s 1,5 dohledávacími stanicemi na trať.

Délka trati pro odebírání zavazadel musí odpovídat:

$$6 \cdot 1,4 \cdot 0,64 = 5,38 \text{ m}, \quad (4)$$



se započtením části v modulu s dohledávacími stanicemi je to 4,48 m, což by odpovídalo využití tří 1,5m modulů, s uvážením potřeby určité rezervy, neboť tato část trati pravděpodobně nebude mít 100% využití, jak již bylo zmiňováno, bude vhodnější využití dvou 2m modulů a jednoho 1,5m modulu. Výkresy variant B3 jsou opět uvedeny v příloze č. 2, následující tabulka 14 uvádí jejich podstatné parametry. Logika značení variant je totožná jako u variant B1.

Tabulka 14 – Parametry variant s 5 přípravnými pozicemi a 2 dohledávacími stanicemi (B3)

VARIANTA	l [m]	s_{max} [m]	$S_{max-loc}$
B3-rs	26,02	2,60	PP
B3-rw	26,07	2,60	PP
B3-ov	24,75	3,33	PP+DS
B3-st	22,56	4,77	PP+DS

3.1.6. Varianty B4

Varianty B4 se od variant typu B3 liší tím, že je využit režim 1,5 dohledávací stanice na trať namísto dvou. Toho je opět možné docílit využitím dvou tratí se dvěma dohledávacími stanicemi, kdy se budou používat celkem tři z nich, anebo využitím kombinace tratě se dvěma dohledávacími pozicemi a s jednou dohledávací pozicí.

Využitím pouze 1,5 dohledávací pozice se limitující hodnota propustnosti přesouvá z modulu s přípravnými pozicemi právě na dohledávací stanice. V důsledku snížení celkové propustnosti na hodnotu odpovídající propustnosti 1,5 dohledávací stanice bylo nutné upravit i délku trati pro odběr zavazadel, která, aby nebyla naddimenzována, postačí pro pět cestujících, tzn. pro délku 4,48 m, se započtením 0,9 m v modulu dohledávacích stanic je to pak 3,58 m, což odpovídá dvěma dvoumetrovým modulům.

Zároveň vlivem snížení celkové propustnosti na hodnotu propustnosti 1,5 dohledávací stanice dojde ke snížení počtu potřebných operátorů na dva, díky čemuž už nebude jejich počet naddimenzován o více než 20 % celkové propustnosti. V důsledku toho se konfigurace rentgenové trati ve variantě B4 tedy liší oproti konfiguraci trati ve variantě B3 nejen v počtu dohledávacích stanic a celkové propustnosti této části tratě, ale i v počtu operátorů a jejich propustnosti.

V porovnání s variantou B3 tedy došlo u této varianty B4 ke komplexnější změně konfigurace trati, nejen k pouhé změně počtu dohledávacích stanic. Zmíněnou konfiguraci s uvedením dílčích propustností uvádí tabulka 15.



Tabulka 15 – Konfigurace variant B4, export z aplikace pro výpočet propustností

NÁZEV KONFIGURACE	→	Varianta B4	
ZADANÉ POČTY [—]		VYPOČÍTANÉ PROPUSTNOSTI [pax/h]	
Počet přípravných pozic	5	Propustnost přípravných pozic	500
Počet operátorů RTG	2	Propustnost operátorů RTG	488
Délka trati pro odebrání zavazadel [pax dle IPP]	5	Propustnost trati pro odebrání zavazadel	470
Počet dohledávacích stanic	1.5	Propustnost dohledávacích stanic	468
CELKOVÁ PROPUSTNOST [pax/h]	468	Nastavený práh naddimenzování [%]:	20
Propustnost je limitována: dohledávacími stanicemi.		Nad práh jsou naddimenzovány části:	

Varianty typu B4 byly pojmenovány stejným systémem jako předcházející varianty. Stejně tak jsou uvedeny v příloze č. 2. Jejich základní parametry shrnuje tabulka 16.

Tabulka 16 – Celkové délky a maximální šířky jednotlivých variant typu B4

VARIANTA	l [m]	s_{max} [m]	$S_{max-loc}$	VARIANTA	l [m]	s_{max} [m]	$S_{max-loc}$
B4-1rs	23,83	2,60	PP	B4-2rs	24,52	2,60	PP
B4-2rw	—	—	—	B4-2rw	24,57	2,56	PP+DS
B4-1ov	22,72	2,60	PP	B4-2ov	23,25	3,30	PP+DS
B4-1st	21,06	3,31	DS	B4-2st	21,06	4,74	PP+DS

3.1.7. Varianta C1

Ve variantách typu C byly používány bloky od společnosti Vanderlande. Jednotlivé varianty se od sebe mohou lišit počtem přípravných pozic a typem modulů s nimi – k dispozici je modul rovný s dvojitou přípravnou pozicí (d, double straight), rovný s jednoduchým přípravným místem (s, single straight) anebo zakřivený se dvojitým přípravným místem (c, curved). Další proměnnou je typ kapacitního modulu na vstupu do RTG, který existuje ve variantě rovné (st, straight) nebo zakřivené (tw, twisted). Varianty se také mohou lišit využitím různě velkých modulů s dohledávacími stanicemi – modul s jednou dohledávací stanicí existuje v 1m, 1,3m a 1,5m variantě (dále označovány 1S, 1M, 1L) a modul se dvěma stanicemi ve variantě o šířce 2 m nebo 2,5 m (dále 2S, 2L).

Vycházím-li z informace vyplývající z mé bakalářské práce [29], že stávající automatické tratě s konvenčními RTG bez EDS dosahují propustností až 220 pax/h, pak jsou zapotřebí pro dosažení vyšší propustnosti při propustnosti jedné přípravné pozice 100 pax/h přinejmenším tři přípravné pozice. Ze zmíněné práce vyplývá, že tratě s CT RTG s méně přípravnými pozicemi jsou neefektivní, proto bude počet přípravných míst ve variantách typu C nejméně tři. Horní hranice tohoto počtu bude stanovena maximální teoretickou propustností zařízení CT, tzn. 857 trays/h, jak bylo vypočítáno v části 2.5.1, což při IPP 1,4



odpovídá 612 pax/h. Pokud má jedna přípravná pozice při definovaných podmínkách propustnost 100 pax/h, tak by pro dosažení maximální teoretické propustnosti CT RTG bylo potřeba sedm přípravných pozic. Přidání sedmé přípravné pozice by však oproti variantě se šesti přípravnými místy přineslo pouze 12 pax/h navíc, což zjevně nebude vzhledem k prostoru potřebnému pro další přípravnou pozici tak prostorově efektivní, obzvláště s uvážením toho, že pro dosažení teoretické maximální propustnosti CT RTG by bylo nutné zabezpečit nepřetržitý přísun přepravek vždy přesně s rozstupem 20 cm, čehož je v reálném provozu obtížné dosáhnout. Největší počet přípravných míst v navrhovaných variantách s moduly Vanderlande tedy bude šest.

Varianty se 3 přípravnými místy budou označovány C1. Jejich konfigurace je vzhledem k počtu přípravných pozic shodná s konfigurací B1 již uvedenou v tabulce 10. Bude tedy navržena jedna dohledávací stanice, trať pro odebírání zavazadel bude muset mít délku 3,58 m, po započtení délky modulu ETRS, kterou lze pro odebírání a balení také využít, 1,58 m. Je však nutné předřadit ještě jeden modul pro umístění bariéry za diverter, celkem proto budou použity tři metrové moduly. Ve variantách A1 a A2 měly moduly pro umístění bariéry rozměry 0,70 m a u variant B měl přesah bariéry za diverter v rámci příslušného modulu délku 0,65 m, což je pro umístění přesahu bariéry dostatečné, zbývající prostor do 1 m lze proto považovat za rezervu pro nižší než 100% využití této části trati, která již byla popsána výše. Moduly trati pro rozhodnutí budou k pokrytí délky 2,1 m potřeba dva, přičemž tato část trati tím pádem bude lehce poddimenzovaná, a to o 0,05 m, tzn. bude dimenzovaná na DT 10,25 s namísto 10,5 s. Toto řešení však bude považováno za vhodnější než výrazné naddimenzování této trati snižující prostorovou efektivitu.

Variant typu C1 je hned několik, a to na základě kombinace zmíněných různých typů modulů. Logika jejich značení vychází ze stejné logiky jako u předchozích modulů a využívá zavedeného označení modulů (s/d/c pro přípravná místa, st/tw pro kapacitní modul, S/M/L pro dohledávací stanice). Výkresy variant C1 jsou opět uvedeny v příloze č. 2, následující tabulka 17 uvádí jejich důležité parametry.

Tabulka 17 – Parametry jednotlivých variant typu C1

VARIANTA	l [m]	s_{max} [m]	$S_{max-loc}$	VARIANTA	l [m]	S_{max} [m]	$S_{max-loc}$
C1s-st-S	17,80	2,43	PP+DS	C1s-tw-S	17,80	2,31	CT+DS
C1s-st-M	17,80	2,73	PP+DS	C1s-tw-M	17,80	2,61	CT+DS
C1s-st-L	17,80	2,93	PP+DS	C1s-tw-L	17,80	2,81	CT+DS
C1d-st-S	18,77	2,43	PP+DS	C1d-tw-S	18,77	2,31	CT+DS
C1d-st-M	18,77	2,73	PP+DS	C1d-tw-M	18,77	2,61	CT+DS
C1d-st-L	18,77	2,93	PP+DS	C1d-tw-L	18,77	2,81	CT+DS
C1c-st-S	18,14	3,11	PP	C1c-tw-S	18,14	3,51	PP+CT
C1c-st-M	18,14	3,11	PP	C1c-tw-M	18,14	3,51	PP+CT
C1c-st-L	18,14	3,11	PP	C1c-tw-L	18,14	3,51	PP+CT



3.1.8. Varianty C2

Konfigurace variant typu C2 bude vzhledem k tomu, že bude zahrnovat čtyři přípravná místa, totožná s variantami A1 a B2. Délka trati pro rozhodnutí zůstává shodná s variantou C1, délka trati poskládaná z modulů pro odebrání zavazadel bude muset činit 2,48 m, což odpovídá jednomu metrovému modulu a jednomu 1,5m modulu (včetně zmiňované rezervy). Další metrový modul bude předřazen pro umístění bariéry. Tratě budou opět navrženy se dvěma nebo jednou dohledávací stanicí, aby mohly vzniknout kombinace sousedních tratí s počty dohledávacích stanic 2+2 nebo 2+1, což umožní dosáhnout počtu 1,5 dohledávajícího pracovníka na trať. Parametry navržených variant jsou uvedeny v tabulce 18.

Tabulka 18 – Parametry jednotlivých variant typu C2

VARIANTA	l [m]	s_{max} [m]	$S_{max-loc}$	VARIANTA	l [m]	S_{max} [m]	$S_{max-loc}$
C2s-st-1S	19,38	2,43	PP+DS	C2s-tw-1S	19,38	2,31	CT+DS
C2s-st-1M	19,38	2,73	PP+DS	C2s-tw-1M	19,38	2,61	CT+DS
C2s-st-1L	19,38	2,93	PP+DS	C2s-tw-1L	19,38	2,81	CT+DS
C2d-st-1S	20,67	2,43	PP+DS	C2d-tw-1S	20,67	2,31	CT+DS
C2d-st-1M	20,67	2,73	PP+DS	C2d-tw-1M	20,67	2,61	CT+DS
C2d-st-1L	20,67	2,93	PP+DS	C2d-tw-1L	20,67	2,81	CT+DS
C2c-st-1S	18,39	4,14	PP	C2c-tw-1S	18,39	4,53	PP+CT
C2c-st-1M	18,39	4,14	PP	C2c-tw-1M	18,39	4,53	PP+CT
C2c-st-1L	18,39	4,14	PP	C2c-tw-1L	18,39	4,53	PP+CT
C2s-st-2S	19,38	3,43	PP+DS	C2s-tw-2S	19,38	3,31	CT+DS
C2s-st-2L	19,38	3,93	PP+DS	C2s-tw-2L	19,38	3,81	CT+DS
C2d-st-2S	20,67	3,43	PP+DS	C2d-tw-2S	20,67	3,31	CT+DS
C2d-st-2L	20,67	3,93	PP+DS	C2d-tw-2L	20,67	3,81	CT+DS
C2c-st-2S	18,39	4,14	PP	C2c-tw-2S	18,39	4,53	PP+CT
C2c-st-2L	18,39	4,14	PP	C2c-tw-2L	18,39	4,53	PP+CT

3.1.9. Varianty C3

Variety s pěti přípravnými místy budou označovány jako C3. Navržená konfigurace v této variantě je shodná s variantou B3. Opět se nabízejí dvě možnosti konfigurace, jedna ekvivalentní s variantou B3 a jedna s variantou B4. Varianty typu C3 budou pojmenovány stejným systémem jako předcházející varianty. Délka trati pro odebrání zavazadel musí činit 5,376 m, se započtením modulu ETRS 3,376 m, což odpovídá dvěma metrovým a jednomu 1,5m modulu. Další metrový modul bude předřazen pro umístění bariéry. Čtyři přípravné pozice v zakřivené variantě (c) již byly zatočeny do úhlu téměř 90° vůči zbytku trati, proto bude pátá přípravná pozice v zakřivené variantě přidána jako standardní rovná dvojitá, tj. tak, aby prostor pro přípravu zůstal maximálně kolmo na



trať a obloukem nebyl zakřiven směrem zpět k trati a dovnitř do prostoru mezi sousedními tratěmi. Důležité parametry tratí ve variantách C3 uvádí tabulka 1921.

Tabulka 19 – Parametry jednotlivých variant typu C3

VARIANTA	l [m]	s_{max} [m]	$S_{max-loc}$	VARIANTA	l [m]	S_{max} [m]	$S_{max-loc}$
C3s-st-S	21,46	3,43	PP+DS	C3s-tw-S	21,46	3,31	CT+DS
C3s-st-L	21,46	3,93	PP+DS	C3s-tw-L	21,46	3,81	CT+DS
C3d-st-S	23,07	3,43	PP+DS	C3d-tw-S	23,07	3,31	CT+DS
C3d-st-L	23,07	3,93	PP+DS	C3d-tw-L	23,07	3,81	CT+DS
C3c-st-S	19,89	5,54	PP	C3c-tw-S	19,89	5,93	PP+CT
C3c-st-L	19,89	5,54	PP	C3c-tw-L	19,89	5,93	PP+CT

3.1.10. Varianty C4

Varianty C4 budou vycházet ze stejné konfigurace jako varianty typu B4. Délka trati pro odebírání zavazadel tedy bude muset činit 4,48 m, po odečtení délky obsažené v modulu ETRS pak 2,48 m. Pro pokrytí tedy bude potřeba jeden 1m a jeden 1,5m modul, jeden metrový modul bude navíc předřazen pro umístění bariéry a získání již zmiňované rezervy. Navržené varianty jsou včetně důležitých parametrů uvedeny v tabulce 20.

Tabulka 20 – Parametry jednotlivých variant typu C4

VARIANTA	l [m]	s_{max} [m]	$S_{max-loc}$	VARIANTA	l [m]	S_{max} [m]	$S_{max-loc}$
C4s-st-1S	20,46	2,43	PP+DS	C4s-tw-1S	20,46	2,31	CT+DS
C4s-st-1M	20,46	2,73	PP+DS	C4s-tw-1M	20,46	2,61	CT+DS
C4s-st-1L	20,46	2,93	PP+DS	C4s-tw-1L	20,46	2,81	CT+DS
C4d-st-1S	22,07	2,43	PP+DS	C4d-tw-1S	22,07	2,31	CT+DS
C4d-st-1M	22,07	2,73	PP+DS	C4d-tw-1M	22,07	2,61	CT+DS
C4d-st-1L	22,07	2,93	PP+DS	C4d-tw-1L	22,07	2,81;	CT+DS
C4c-st-1S	18,89	5,54	PP	C4c-tw-1S	18,89	5,93	PP+CT
C4c-st-1M	18,89	5,54	PP	C4c-tw-1M	18,89	5,93	PP+CT
C4c-st-1L	18,89	5,54	PP	C4c-tw-1L	18,89	5,93	PP+CT
C4s-st-2S	20,46	3,43	PP+DS	C4s-tw-2S	20,46	3,31	CT+DS
C4s-st-2L	20,46	3,93	PP+DS	C4s-tw-2L	20,46	3,81	CT+DS
C4d-st-2S	22,07	3,43	PP+DS	C4d-tw-2S	22,07	3,31	CT+DS
C4d-st-2L	22,07	3,93	PP+DS	C4d-tw-2L	22,07	3,81	CT+DS
C4c-st-2S	18,89	5,54	PP	C4c-tw-2S	18,89	5,93	PP+CT
C4c-st-2L	18,89	5,54	PP	C4c-tw-2L	18,89	5,93	PP+CT



3.1.11. Varianty C5

Varianty C5 byly navrženy se šesti přípravnými místy, jejich konfiguraci uvádí tabulka 21.

Tabulka 21 – Konfigurace variant C5, export z aplikace pro výpočet propustností

NÁZEV KONFIGURACE	→	Varianta C5	
ZADANÉ POČTY [—]		VYPOČÍTANÉ PROPUSTNOSTI [pax/h]	
Počet přípravných pozic	6	Propustnost přípravných pozic	600
Počet operátorů RTG	2.5	Propustnost operátorů RTG	610
Délka trati pro odebrání zavazadel [pax dle IPP]	7	Propustnost trati pro odebrání zavazadel	658
Počet dohledávacích stanic	2	Propustnost dohledávacích stanic	624
CELKOVÁ PROPUSTNOST [pax/h]	600	Nastavený práh naddimenzování [%]:	20
Propustnost je limitována: přípravnými pozicemi.		Nad práh jsou naddimenzovány části:	

Pro část trati pro odebrání zavazadel budou využity tři 1,5m moduly, tj. dostatek pro dosažení délky:

$$7 \cdot 1,4 \cdot 0,64 - 2 = 4,272 \text{ m}, \quad (5)$$

plus jeden metrový modul navíc pro umístění bariéry. Parametry navržených variant uvádí tabulka 22.

Tabulka 22 – Parametry jednotlivých variant typu C4

VARIANTA	l [m]	s_{max} [m]	$S_{max-loc}$	VARIANTA	l [m]	S_{max} [m]	$S_{max-loc}$
C5s-st-S	23,53	3,43	PP+DS	C5s-tw-S	23,53	3,31	CT+DS
C5s-st-L	23,53	3,93	PP+DS	C5s-tw-L	23,53	3,81	CT+DS
C5d-st-S	25,47	3,43	PP+DS	C5d-tw-S	25,47	3,31	CT+DS
C5d-st-L	25,47	3,93	PP+DS	C5d-tw-L	25,47	3,81	CT+DS
C5c-st-S	20,89	6,94	PP	C5c-tw-S	20,89	7,28	PP
C5c-st-L	20,89	6,94	PP	C5c-tw-L	20,89	7,28	PP

3.1.12. Porovnání variant

V předchozích částech bylo navrženo celkem 135 variant rentgenových tratí. Na základě bloků AutoCAD získaných z dokumentu TSA [52] jsem vytvořil výkresy pro každou jednotlivou variantu, všechny jsou uvedeny v příloze č. 2 k této práci. V tabulkách a v textu v předcházejících částech práce byly také uvedeny základní parametry tratí, tzn. jejich propustnost, délka, maximální šířka a informace, které části trati tvoří maximální šířku tratí.



Pokračovat a navrhovat stanoviště se všemi 135 variantami by však nebylo logické, bylo vhodné nejprve varianty porovnat mezi sebou na základě stanovených kritérií a vybrat několik variant s nejlepšími výsledky. Některé z uvedených variant nebyly určeny pro samostatné využití, ale pouze pro využití ve dvojici s jiným typem trati – konkrétně jde o varianty s jednou dohledávací stanicí, které mohou být využity pouze ve dvojici s tratí se dvěma dohledávacími stanicemi, čímž lze docílit požadovaného počtu 1,5 dohledávací stanice na trať. Proto nebudou porovnávány jednotlivé tratě, ale jejich kombinace ve dvojicích, které tvoří vždy dvě stejné tratě anebo dvě tratě stejného typu pouze s rozdílným počtem dohledávacích stanic.

Porovnávané parametry vycházejí ze základních kritérií podle části 2.1 této práce:

- propustnost dvojice tratí (T), která je dána součtem propustností obou tratí,
- plocha potřebná pro umístění dvojice tratí (S), která bude dána součinem délky a šířky dvojice tratí, kdy:
 - délka dvojice tratí je maximální hodnotou z délek obou tratí,
 - šířka dvojice tratí je definována jako součet obou maximálních šířek, přičemž pro účely porovnání nebude uvažována žádná navrhovaná mezera mezi dvojicí tratí – ta bude uvažována až při návrhu celé buňky, v této části jde pouze o základní porovnání variant tratí,
- počet potřebných pracovníků na dvojici tratí (N_{ST}), který je dán součtem operátorů a dohledávajících pracovníků na obou tratích, nezohledňuje tedy další pracovníky, např. na přípravě osoby, neboť jejich počet se předpokládá u všech navrhovaných variant stejný,
- personální efektivita dvojice tratí (E_{ST}), která se rovná podílu propustnosti dvojice a počtu potřebných pracovníků,
- prostorová efektivita dvojice tratí (E_{SP}), která je definována jako podíl propustnosti dvojice tratí a plochy potřebné pro jejich umístění.

Je důležité podotknout, že šířka dvojice a veličiny z ní vyplývající nezohledňují žádný rozestup (mezera) mezi tratěmi, ta bude zohledněna až při návrzích buněk v dalších částech práce, protože se hodnoty některých porovnávaných veličin v dalších částech práce pro totožné varianty mohou lišit – v této části je cílem prosté porovnání tratí a do dvojic jsou umístěny pouze kvůli zmiňovanému režimu 1,5 dohledávací stanice na trať, proto zde nemusí být uvažován žádný rozestup mezi tratěmi.

Vzhledem k rozsahu tabulky uvádějící tyto porovnávané parametry u všech 111 variant dvojic tratí je tato tabulka uvedena zvlášť v příloze č. 3.

Dvojice tratí lze po skupinách rozdělit podle propustností na dvojice tratí dosahující propustnosti 600 pax/h, 800 pax/h, 936 pax/h, 1000 pax/h, 1200 pax/h. Postup výběru nadále využívaných variant spočíval ve výběru alespoň jedné dvojice z každé skupiny propustností, což umožní různé kombinace s propustností kontroly osoby v dalších částech této práce a variabilitu při plánování rozložení celkového počtu cestujících na jednotlivé tratě.



Ve skupině dvojic tratí s propustností 600 pax/h dosahovaly všechny tratě personální efektivity 120 pax/h/officer. Prostorová efektivita se pohybovala v intervalu od 4,71 pax/h/m² včetně do 7,30 pax/h/m² včetně. Vysoké prostorové efektivity však dosahovaly varianty využívající menší přípravná místa (single od společnosti Vanderlande nebo small od společnosti Scarabee). Jak již bylo zmíněno v části 3.1.1, někteří cestující mohou vyžadovat více prostoru pro přípravu, a to až 150 cm [25], takže pro ně může být prostor menších přípravných stanic nedostatečný, a tak, kromě snížení komfortu cestujících, může vést ke snížení propustnosti vlivem nižšího využití přípravných pozic, než s jakým bylo při návrhu počítáno (viz část 2.5.1). Prostorově nejefektivnější varianty také využívaly menších modulů s dohledávacími stanicemi (např. moduly označované v této práci jako „S“ od společnosti Vanderlande), jejichž využití může vést ke snížení komfortu dohledávajících pracovníků a také případnému prodloužení délky kontroly zavazadla, bude-li potřeba provádět kontroly souběžně na dvou sousedních stanicích. Varianty s propustností 300 pax/h na trať však využívaly pouze jedné dohledávací stanice na trať, proto se hlavním problémem jeví především snížení komfortu a případného nedostatku prostoru pro odkládání předmětů vyjímaných ze zavazadla při provádění ruční prohlídky.

Ze skupiny variant s propustností 600 pax/h na dvojici tratí proto byla pro další využití v této práci zvolena kombinace C1s-tw-S + C1s-tw-S, která představuje největší prostorovou efektivitu z této skupiny variant, avšak skýtá zmíněné nevýhody, a kombinace variant C1d-tw-M + C1d-tw-M, která má sice z uváděných variant až devátou nejvyšší prostorovou efektivitu (6,12 pax/h/m²), jedná se však o variantu s nejvyšší prostorovou efektivitou z dané skupiny nevyužívající nejmenších variant modulů s přípravnými pozicemi a dohledávacími stanicemi.

Obdobným způsobem bylo postupováno i u výběru tratí ve skupině propustnosti rovné 800 pax/h, kde na základě uváděných kritérií nejlépe vyhovovala kombinace variant A1 a A2 s prostorovou efektivitou 7,83 pax/h/m², nicméně přípravná místa těchto variant nepřesahují délku 0,8 m, pročež byla vybrána i kombinace dvou tratí B2w-2rw, která dosahuje nejvyšší prostorové efektivity (6,11 pax/h/m²) při využití větších přípravných míst a dohledávacích stanic.

U varianty s propustností 936 pax/h dosahuje nejvyšší prostorové efektivity kombinace C4s-tw-2S + C4s-tw-1S, a to 8,14 pax/h/m², což je také nejlepší prostorová efektivita ze všech porovnávaných kombinací variant tratí. Nejefektivnější kombinací bez využívání nejmenších možných modulů pro přípravné pozice a dohledávací stanice je kombinace B4-2rw + B4-2rw dosahující prostorové efektivity 7,44 pax/h/m².

Dvojice s propustností 1000 pax/h dosahovaly nejnižší personální efektivity (111,11 pax/h/officer) ze všech tratí. Žádná z nich nedosahovala výrazně vyšší prostorové efektivity oproti ostatním návrhům, nejvyšší dosahovala kombinace variant B3-rs + B3-rs, a to 7,39 pax/h/m², což je méně než nejvyšší hodnoty ze všech



předcházejících skupin. Proto nebyla z této skupiny vybrána žádná varianta pro další využití při návrzích buněk.

Poslední skupinu tvoří kombinace variant dosahující propustnosti 1200 pax/h na dvojici tratí. Všechny tyto kombinace zároveň dosahovaly nejvyšší personální efektivity ze všech 111 variant, 133,33 pax/h/officer. Nejvyšší prostorové efektivity (7,70 pax/h/m²) dosahovala kombinace variant C5s-tw-S + C5s-tw-S, nejvyšší prostorové efektivity při využití větších modulů s přípravnými místy a dohledávacími stanicemi pak kombinace variant C5d-tw-L + C5d-tw-L s $E_{sp} = 6,18$ pax/h/m². Je však nutné u těchto variant počítat s rizikem nedosažení navrhované hodnoty propustnosti, neboť tato hodnota se blíží vypočítané teoretické maximální propustnosti samotného zařízení CT, tzn. pro dosažení této propustnosti je nutné zajistit nepřetržitý přísun přepravek ke snímání v CT RTG bezprostředně za sebou. Zároveň nemusí být takto kapacitní trať vhodná, neboť její výpadek představuje v kontextu celého stanoviště s navrhovanou celkovou propustností 4720 pax/h zásadní ztrátu propustnosti. Tyto nevýhody budou dále zváženy při návrzích a porovnávání buněk.

Varianty vybrané pro další návrhy včetně podstatných parametrů uvádí tabulka 23. Červeně jsou podbarveny nejméně výhodné hodnoty jednotlivých parametrů, zeleně naopak ty nejnvýhodnější.

Tabulka 23 – Zvolené varianty

TRAŘ 1	TRAŘ 2	S [m ²]	T [pax/h]	N _{ST} [-]	E _{ST} [pax/h/officer]	E _{sp} [pax/h/m ²]	Možné nevýhody
C1s-tw-S	C1s-tw-S	82,24	600	5	120	7,30	Menší moduly PP a DS
C1d-tw-M	C1d-tw-M	97,98	600	5	120	6,12	
A1	A2	102,20	800	7	114,29	7,83	Menší modul PP
B2w-2rw	B2w-2rw	130,84	800	7	114,29	6,11	
C4s-tw-2S	C4s-tw-1S	114,99	936	7	133,71	8,14	Menší moduly PP a DS
B4-2rw	B4-2rw	125,80	936	7	133,71	7,44	
C5s-tw-S	C5s-tw-S	155,77	1200	9	133,33	7,70	Menší moduly PP a DS
C5d-tw-L	C5d-tw-L	194,08	1200	9	133,33	6,18	Blíží se max. propustnosti CT RTG

Z porovnání vyplývá, že varianty s propustností 800 pax/h dosahují nejnižší personální efektivity a varianta s většími přípravnými místy i nejnižší prostorové efektivity. Tato skutečnost bude reflektována i v další části práce, a to při porovnávání parametrů jednotlivých variant i s uvážením návrhu podoby prostoru pro detekční kontrolu osoby.



3.2. Návrh prostoru pro kontrolu osoby

Propustnost jednoho SSc používaná v této práci vychází z hodnot vypočítaných na základě dat v části 2.4.2. Propustnost samotného SSc bez dohledávací stanice je 146 pax/h, v konfiguraci s dohledávací stanicí pak dosahuje jedna takováto sestava propustnosti 269 pax/h.

Výkres s vyznačením důležitých rozměrů používaného zařízení SSc byl již představen na obrázku 14 a jeho dohledávací stanice, potažmo i primární obrazovka, byla se svými rozměry uvedena jako jeden z prvků stanoviště v tabulce 7.

Pro jednotlivé varianty byly tedy zvolené následující možné počty SSc na základě propustností, které uvádí tabulka 24. Uvažována byla pouze konfigurace s jednou dohledávací stanicí. Počet SSc A (N_A) představuje takový nejnižší počet SSc, který zajistí, že kontrola osoby nebude limitovat propustnost celé buňky, tj. že bude vyšší než propustnost RTG trati. Počet SSc B (N_B) představuje počtu A nejbližší nižší počet SSc, při kterém bude kontrola osoby limitující z hlediska propustnosti buňky, tj. počet SSc o jeden nižší než u počtu A. Pro každý počet je uvedena i příslušná celková propustnost kontroly osoby (T_A a T_B). Rozdíl od propustnosti RTG trati v procentech, kdy 100 % představuje propustnost RTG trati, uvádí pro jednotlivé počty (A i B) poslední sloupec tabulky 24. Kladná hodnota znamená, že je kontrola osoby vůči rentgenové trati z hlediska propustnosti naddimenzována o uvedenou hodnotu v procentech, záporná hodnota naopak znamená, že je vůči rentgenové trati poddimenzována.

Tabulka 24 – Počty SSc pro zvolené dvojice variant RTG tratí

TRAŤ 1	TRAŤ 2	T [pax/h]	N_A [—]	T_A [pax/h]	N_B [—]	T_B [pax/h]	Rozdíl [%]	
							A	B
C1s-tw-S	C1s-tw-S	600	3	807	2	538	+ 35	-10
C1d-tw-M	C1d-tw-M	600	3	807	2	538	+ 35	-10
A1	A2	800	3	807	2	538	+ 1	-33
B2w-2rw	B2w-2rw	800	3	807	2	538	+ 1	-33
C4s-tw-2S	C4s-tw-1S	936	4	1076	3	807	+ 15	-14
B4-2rw	B4-2rw	936	4	1076	3	807	+ 15	-14
C5s-tw-S	C5s-tw-S	1200	5	1345	4	1076	+ 12	-10
C5d-tw-L	C5d-tw-L	1200	5	1345	4	1076	+ 12	-10

Je patrné, že u některých variant je vhodnější zvolit lehké naddimenzování propustnosti kontroly osoby než výrazné poddimenzování, u jiných je tomu naopak. Výhodnější z obou možností je zvýrazněna zelenou barvou, méně výhodná volba počtu SSc je podbarvena červeně.

Finální konfiguraci buněk uvádí tabulka 25, a to včetně známých parametrů buněk a jejich možných nevýhod. Pro snazší orientaci zavádí také přehledné pojmenování



buněk: podle propustností jsou označeny římskou číslicí a následně ještě písmenem podle typu tratí.

Tabulka 25 – Konfigurace navržených buněk

VARIANTA	T [pax/h]	TRAŽ 1	TRAŽ 2	POČET SSc	Možné nevýhody
Ia	538	C1s-tw-S	C1s-tw-S	2	Menší rozměry PP a DS
Ib	538	C1d-tw-M	C1d-tw-M	2	
IIa	800	A1	A2	3	Menší rozměry PP
IIb	800	B2w-2rw	B2w-2rw	3	
IIIa	807	C4s-tw-2S	C4s-tw-1S	3	Menší rozměry PP a DS
IIIb	807	B4-2rw	B4-2rw	3	
IVa	1076	C5s-tw-S	C5s-tw-S	4	Menší rozměry PP a DS, Blíží se max. T zařízení CT
IVb	1076	C5d-tw-L	C5d-tw-L	4	Blíží se max. T zařízení CT

3.2.1. Prostor pro další kontrolu osoby

Prostor pro detekční kontrolu osoby se neskládá pouze ze samotného detekčního zařízení, ale také z prostoru pro ruční prohlídku osoby a další návazné úkony. Při ruční prohlídce osoby má cestující upažené ruce, prostor pro tuto kontrolu proto musí dostatečně umožňovat upažení a případné otáčení s upaženými rukama. Pokud mají v české populaci z hlediska antropometrických charakteristik větší průměrné rozpětí paží muži, a to 180,24 cm [54], měl by tedy tento prostor mít přinejmenším velikost kruhu o průměru rovnající se této hodnotě, po zaokrouhlení nahoru 181 cm. Zbývající prostor musí umožnit pohyb bezpečnostního pracovníka při provádění všech úkonů ruční prohlídky osoby. Pro účely této práce proto byl pro ruční prohlídku osoby navržen prostor o rozměrech 2x2 m, který tyto požadavky splňuje. Navrhovaný rozměr byl ověřen i se vzorovými výkresy stanoviště TSA uvedenými v příloze C již zmiňovaného dokumentu týkajícího se návrhů stanovišť [55], které pro další kontrolu dvou osob počítají s obdélníkovým prostorem o rozměrech 6x12 ft, což pro jednu osobu znamená čtvercový prostor o rozměrech 6x6 ft, tj. 1,8288x1,8288 m. V navrhovaném prostoru bude navíc ještě umístěna dohledávací stanice a židle s rohožkou pro posazení osoby a kontrolu nohou (viz tabulka 7). Proto bude prostor na jedné straně rozšířen o 0,5 m, což umožní umístění dohledávací stanice a židle bez narušení potřebného dvoumetrového prostoru pro ruční prohlídku, přesah zmiňované rohožky do tohoto prostoru nepředstavuje problém a překážku ruční prohlídce. Prostor pro kontrolu osoby tedy bude mít rozměr 2,0x2,5 m. Jeden takovýto prostor bez dohledávací stanice by měl být vyčleněn i pro operátora SSc, neboť když budou dohledávací stanice obsazeny, může další kontrolu provést operátor SSc. Tento prostor tak může být umístěn přímo za SSc a během jeho nevyužití pro ruční prohlídku může sloužit pro průchod cestujících směrem od SSc.



V prostoru pro kontrolu osoby je také potřebné umístit zařízení ETD. Ta nicméně mohou být společná pro více dohledávacích stanic. Rozměr zařízení ETD byl uveden v tabulce 7. Lze předpokládat, že zařízení bude nutné umístit na stůl či obdobnou plochu, která případně bude disponovat prostorem pro příslušenství k ETD, což mohou být v závislosti na typu ETD a konceptu jeho provozu např. stěrové proužky a adaptéry pro provádění stěrů. Zároveň tento stůl může být vybaven prostorem pro odkládání dalšího příslušenství, kterými může být HHMD či zásobník s rukavicemi pro ruční prohlídku. Vzhledem k rozměrům bloku ETD (viz tabulka 7) a potřebě ponechat zde prostor i pro uvedené účely bude tento stůl navržen s půdorysem 0,75x0,50 m.

3.2.2. Podoba celého prostoru pro kontrolu osoby

Všechny uvedené části prostoru pro další (sekundární) kontrolu osoby musejí být zkombinovány s prostorem pro primární kontrolu osoby, tj. se SSc. Navrhovány jsou varianty se dvěma, třemi a čtyřmi SSc. Prostory pro ruční prohlídku lze sdílet mezi všemi SSc v konfiguraci. Počet těchto prostorů bude odpovídat dvojnásobku počtu SSc, neboť další kontrolu může vždy provádět jak pracovník u dohledávací stanice, tak pracovník obsluhující SSc. Zařízení ETD může být sdíleno mezi více prostorů pro kontrolu osoby, neboť každý typ detekční kontroly nemusí zahrnovat ETD kontrolu [3; 21] a vzhledem k nákladům na pořízení a provoz tohoto zařízení bude vhodné využívat minimální počet zařízení. Zde bude navrženo jedno zařízení ETD pro dvojici SSc, tj. pro čtyři prostory pro ruční prohlídku osoby.

Celý prostor pro kontrolu osoby tak bude zahrnovat SSc, které musejí mít podle informací od výrobce mezi sebou či zdí rozestup alespoň 0,1 m [56], následně prostor pro řešení alarmů operátorem SSc z hlavní obrazovky a prostor pro umístění těchto obrazovek, dále koridor pro odchod cestujících bez alarmu, který bude navržen se šířkou 1 m, a prostory pro další kontroly osob včetně stolu či stolů pro zařízení ETD a pro umístění dalšího příslušenství.

Konkrétní rozmístění těchto prvků bude záviset i na podobě RTG trati, respektive na umístění typů jednotlivých modulů v její délce, neboť musí zůstat zachována servisní zóna pro přístup k CT RTG, zároveň však musí být kontrola osoby umístěna tak, aby zkontrolovaní cestující neměli přístup k nezkontrolovaným zavazadlům nebo naopak aby nezkontrolovaní cestující neměli přístup k již zkontrolovaným zavazadlům.

3.3. Výkresy jednotlivých variant buněk

V této části byly vytvořeny výkresy jednotlivých variant buněk. Kromě již navržených rentgenových tratí a prostorů pro kontrolu osoby do nich bylo nutné umístit další vybavení. Mezi částí tratí pro odbavování zavazadel byly umístěny lavičky pro možnost obutí v případě RTG kontroly obuvi, a dále stoly pro odložení přepravek a balení zavazadel mimo trať. Lze předpokládat, že takovýto stůl může být poměrně snadno vyroben v různých rozměrech, proto nebudou uvažované typizované rozměry, ale navržená velikost stolů bude vycházet z rozměrů trati a přepravek. Šířka bude vždy



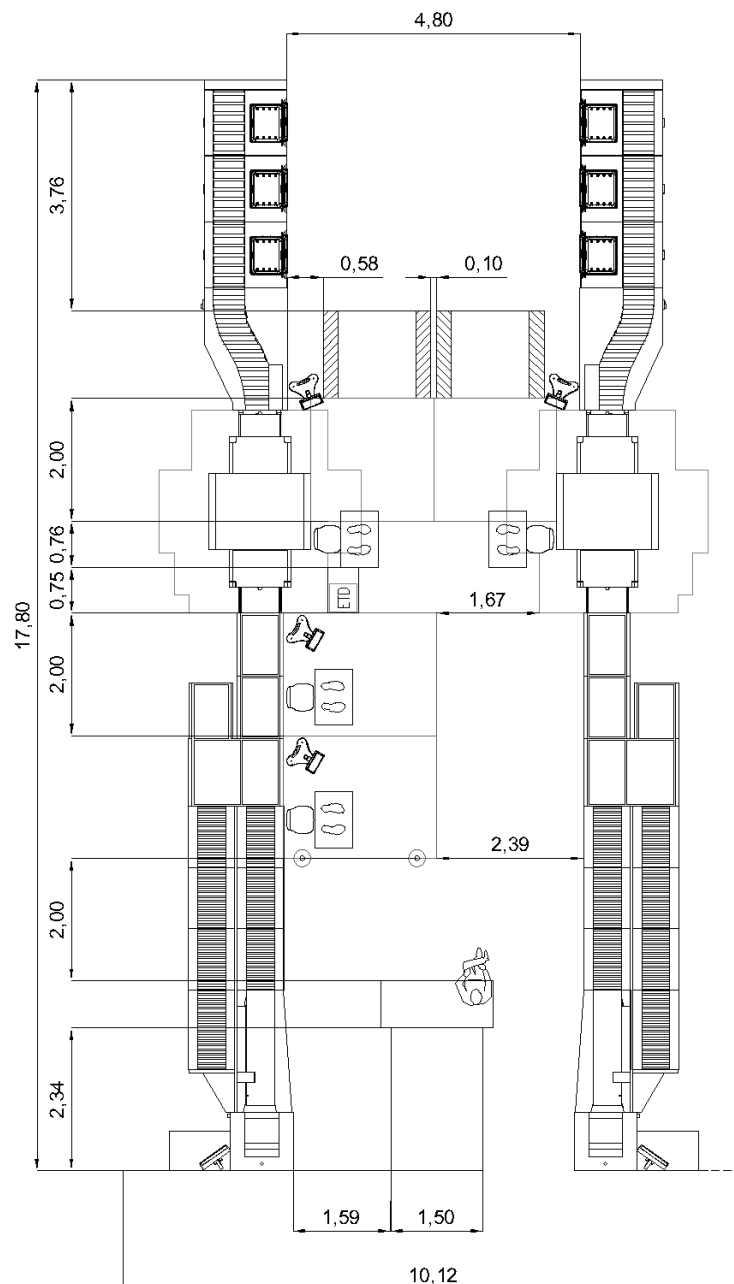
vycházet z rozměru přepravky, tak aby její délkový rozměr mohl být umístěn na šířku stolu vždy z každé strany jednou, tzn. minimálně 2x 0,64 m. Proto bude šířka stolu navržena 1,5 m. Délka stolu bude navržena následovně: v odstupe 2 m od hranice prostoru pro ruční prohlídku odděleného pásovou bariérou (beltwayem) nebo nízkou zástěnou bude umístěna zmiňovaná lavička a následovat bude stůl, jehož délka poté bude pokračovat až úrovně konce trati.

U dohledávacích stanic bude přerušovanou čarou vyznačena šířka 0,50 m, která zaručí, že mezi dvěma sousedními tratěmi zůstane zachována mezera pro průchod pracovníků alespoň 1 m. Při návrhu byla také zvažena servisní zóna CT RTG tak, aby v ní nebyly instalovány pevné překážky. Židle a rohožky pro kontrolu nohou nejsou vzhledem k snadné přemístitelnosti v případě potřeby na rozdíl od SSc či stolů pro balení zavazadel považovány za pevné překážky. Stejně tak není fyzicky nijak pevně ohraničen prostor vymezený pro ruční prohlídku.

Všechny uvedené výkresy buněk jsou orientovány pro směr cestujících ve směru shora dolů. Výkresy rentgenových tratí byly oproti příloze č. 2 využívající výchozích barev modulů ve zdrojovém souboru [52] převedeny na černou barvu. Obrázky variant buněk nebudou mezi sebou vzájemně v měřítku, to bylo přizpůsobeno zarovnání stránky. Kótovány jsou pouze rozměry podstatné z hlediska výpočtů prostorové efektivity, porovnání variant nebo upřesnění umístění prostorů pro kontrolu osoby a dalších zmiňovaných prvků.

3.3.1. Varianta Ia

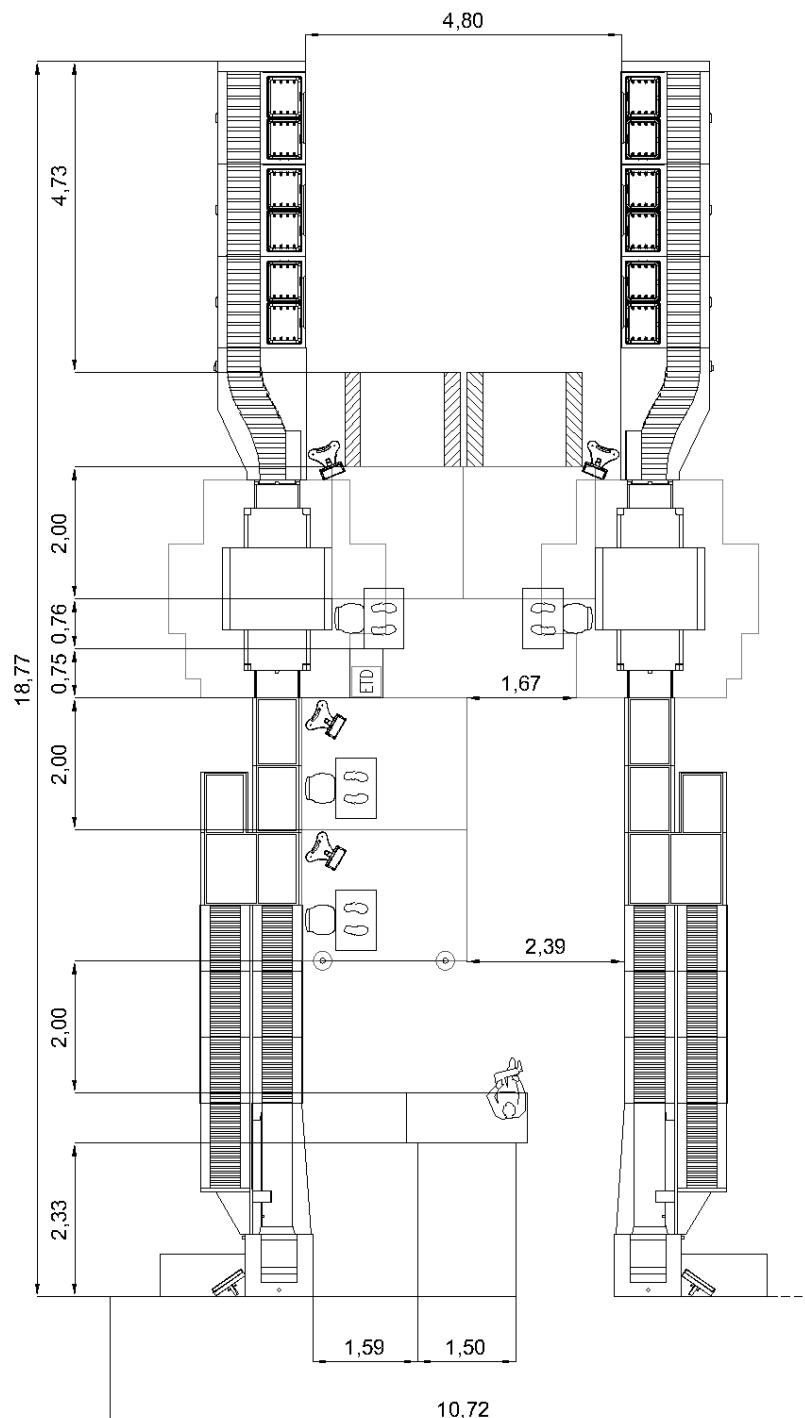
Obrázek 28 představuje podobu buňky v navržené variantě Ia. Tato varianta dosahuje propustnosti 538 pax/h, délky 17,80 m, šířky 11,23 m, tzn. její prostorová efektivita činí 2,82 pax/h/m². Pokud bude uvažován jeden pracovník na přípravu cestujících na každou trať, dva pracovníci na jeden SSc (jeden operátor SSc a jeden na dohledávací stanici) a další pracovníci, jejichž počet vyplývá z navržených konfigurací RTG trati, bude pro tuto variantu potřeba 11 pracovníků, personální efektivita tak bude 48,91 pax/h/officer. Nevýhodu z hlediska komfortu cestujících i pracovníků představují menší přípravné pozice i moduly s dohledávacími stanicemi na koncích tratí, které mohou kromě komfortu eventuálně snižovat i propustnost.



Obrázek 28 – Buňka ve variantě la (vytvořeno autorem)

3.3.2. Varianta Ib

Nevýhodu menších dohledávacích stanic a přípravných míst ve variantě la eliminuje tato varianta. Nicméně kvůli zvětšení těchto modulů dosahuje větší délky a šířky, což vede ke snížení prostorové efektivity na 2,53 pax/h/m². Ostatní parametry zůstávají shodné s předchozí variantou. Tato varianta tak oproti variantě la nabízí vyšší komfort cestujících i bezpečnostních pracovníků, avšak za cenu zvětšení potřebného prostoru. Varianta Ib je zachycena na obrázku 29.

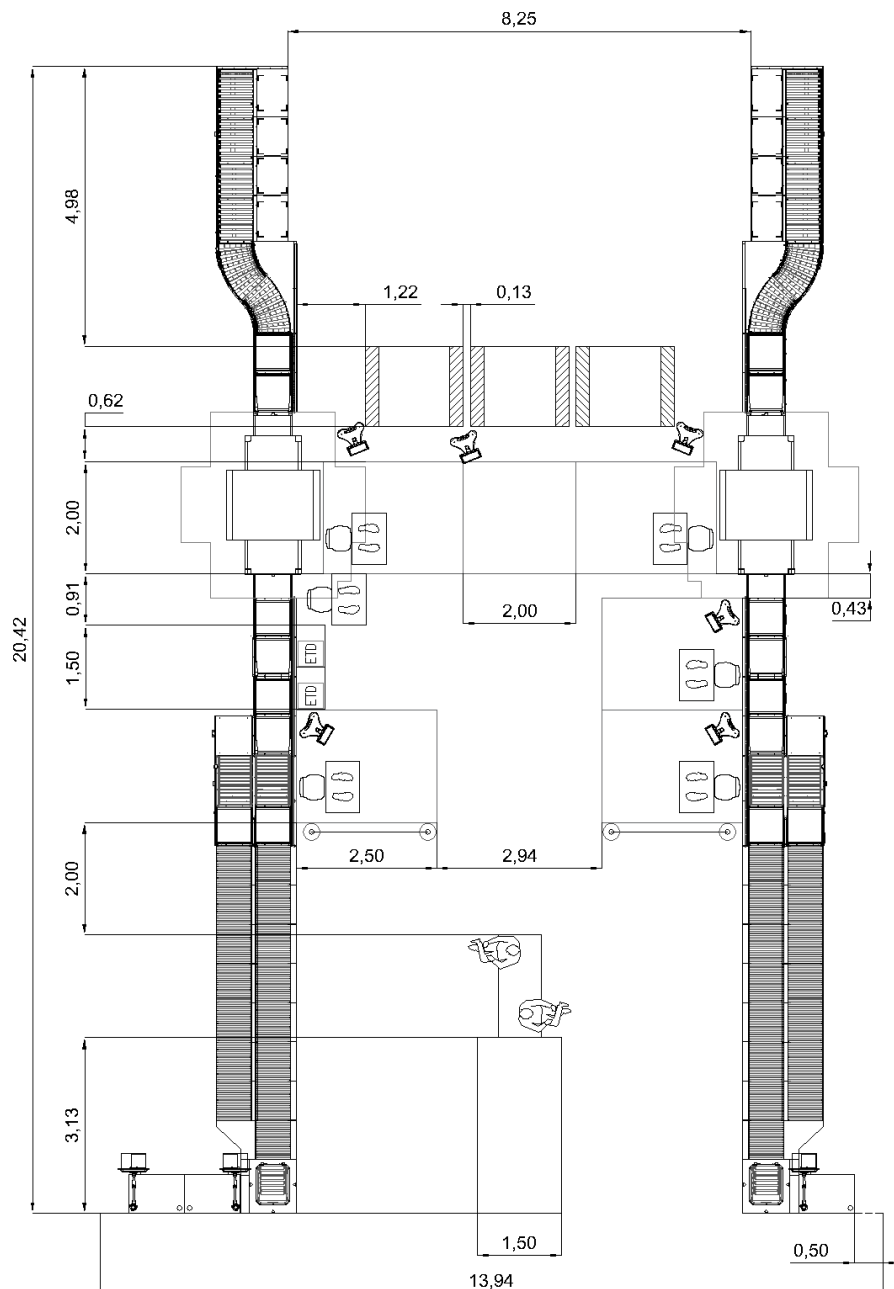


Obrázek 29 – Buňka ve variantě Ib (vytvořeno autorem)

3.3.3. Varianta IIa

U této varianty musí být použity tři SSc. Proto byl prostor pro ruční prohlídku přímo za SSc navržen bez prostoru pro židli pro kontrolu nohou, která byla umístěna po straně. Aby prostor pro kontrolu osoby zabíral podél obou tratí stejnou délku, byla na jedné straně umístěna právě tato židle a 2x ETD, zatímco na druhé straně dohledávací stanice pro prostřední SSc. Aby SSc a primární obrazovky nezasahovaly do servisní zóny CT, byly

od prostorů pro ruční prohlídku posunuty o 0,62 m směrem k přípravným místům. Propustnost této varianty činí 800 pax/h, pracovníků je potřeba 15, délka buňky je 20,42 m a šířka 13,94 m, takže prostorová efektivita dosahuje hodnoty 2,81 pax/h/m² a personální efektivita 53,33 pax/h/officer. Variantu IIa zachycuje obrázek 30.

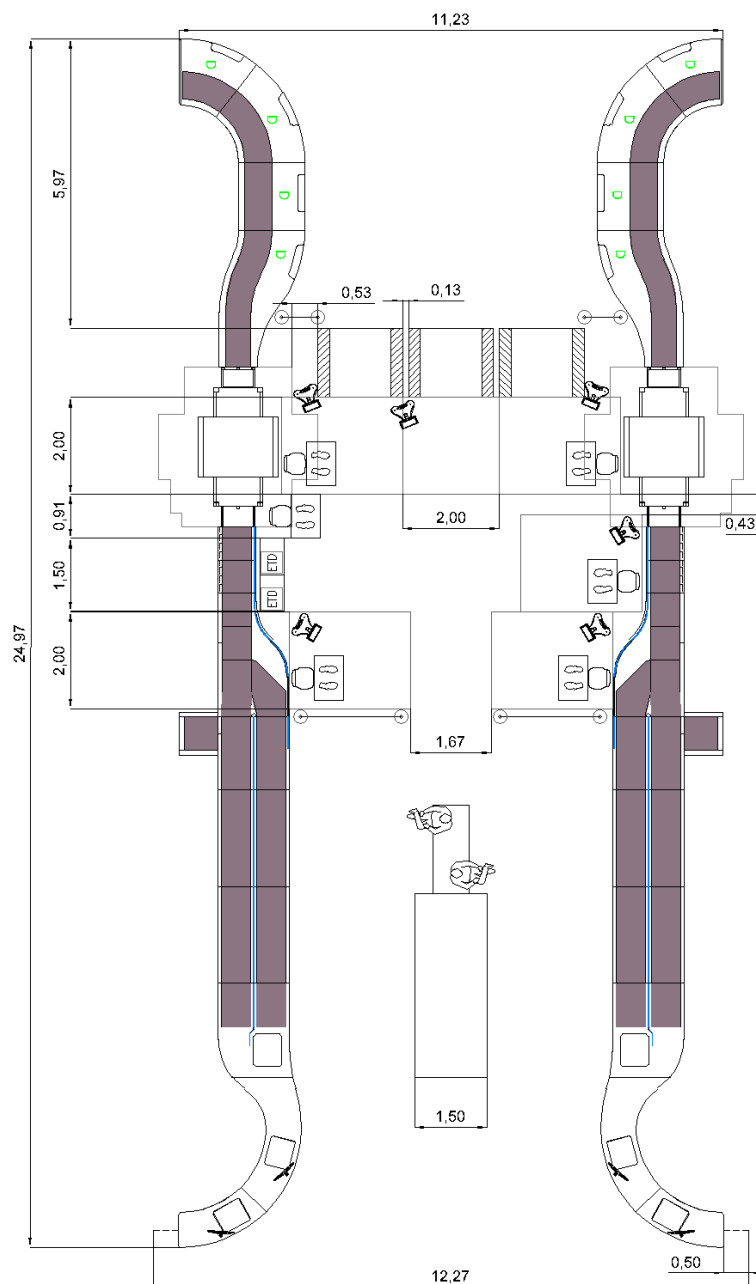


Obrázek 30 – Buňka ve variantě IIa (vytvořeno autorem)

3.3.4. Varianta IIb

Tuto variantu, která na rozdíl od předcházející varianty disponuje většími přípravnými místy a dohledávacími stanicemi, představuje obrázek 31. Jedná se o jiného výrobce trati než u předchozí varianty. Její tvar s sebou nesl potřebu úprav, zejména v důsledku vyklenutí některých částí tratě do prostoru mezi ně. Kvůli umístění dohledávacích stanic

v oblouku byl zkrácen stůl pro balení zavazadel mezi tratěmi, aby zůstal prostor pro odchod cestujících i pro cestující u dohledávacích stanic. Propustnost zůstává na 800 pax/h, stejně tak se s předchozí variantou IIa shodují i počet pracovníků a personální efektivita. Tato trať však zabírá větší plochu, což vedlo ke snížení prostorové efektivity oproti variantě IIa na 2,61 pax/h/m².

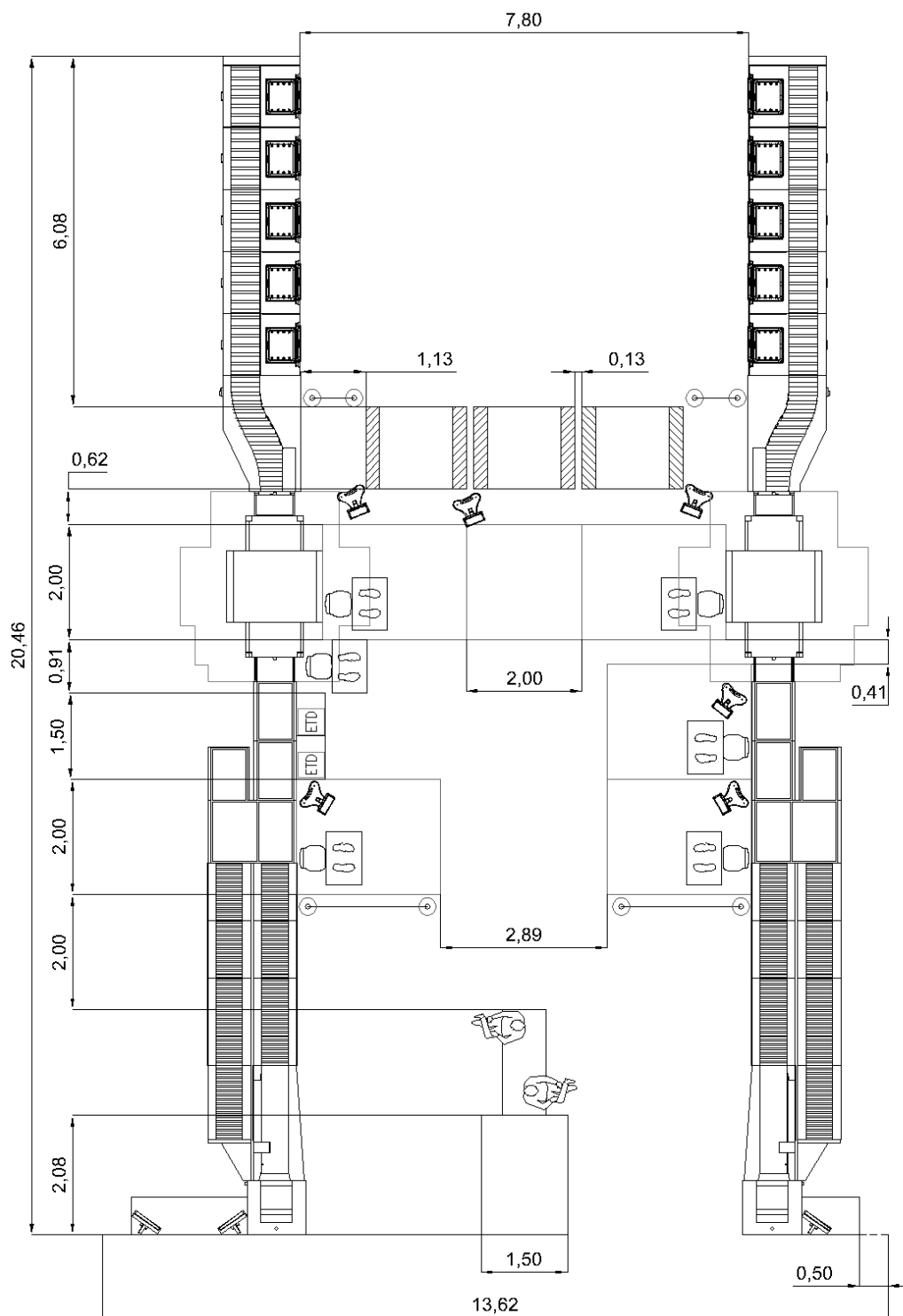


Obrázek 31 – Buňka ve variantě IIb (vytvořeno autorem)

3.3.5. Varianta IIIa

Buňku ve variantě IIIa znázorňuje obrázek 32. Postup návrhu byl stejný jako u předchozích variant, počet SSc zůstává na třech. Propustnost činí 807 pax/h, délka

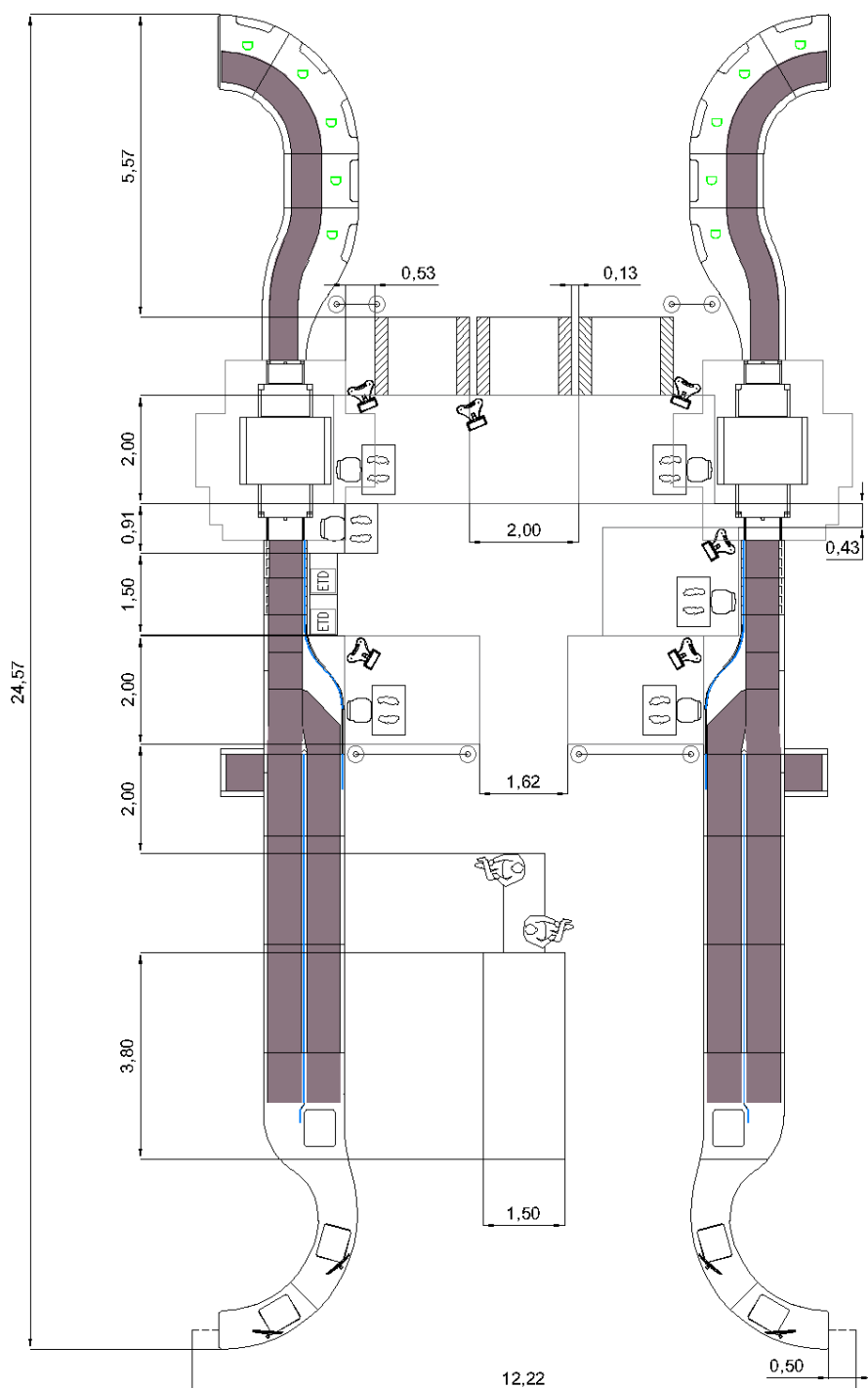
trati 20,46 m, šířka buňky 13,62 m, je potřeba 15 pracovníků, z čehož vyplývá prostorová efektivita 2,90 pax/h/m² a personální efektivita 53,8 pax/h/officer.



Obrázek 32 – Buňka ve variantě IIIa (vytvořeno autorem)

3.3.6. Varianta IIIb

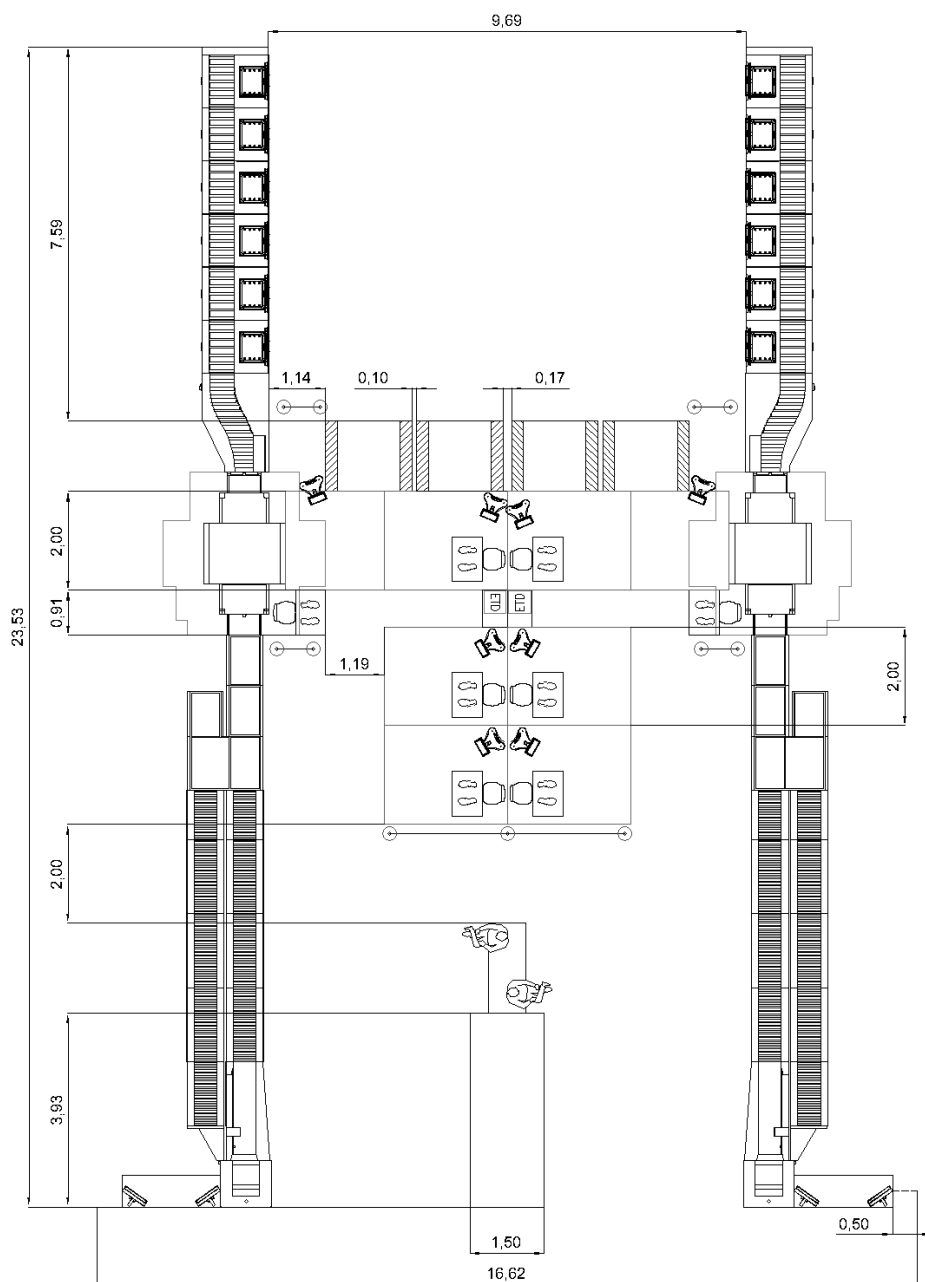
Varianta IIIb, která na rozdíl od předcházející varianty nabízí komfortnější velikost přípravných míst a dohledávacích stanic, je zobrazena na obrázku 33. Její propustnost činí stejně jako u předchozí varianty 807 pax/h, počet pracovníků a personální efektivita zůstávají shodné. Změnila se délka i šířka trati, v důsledku čehož klesla prostorová efektivita na hodnotu 2,69 pax/h/m².



Obrázek 33 – Buňka ve variantě IIIb (vytvořeno autorem)

3.3.7. Varianta IVa

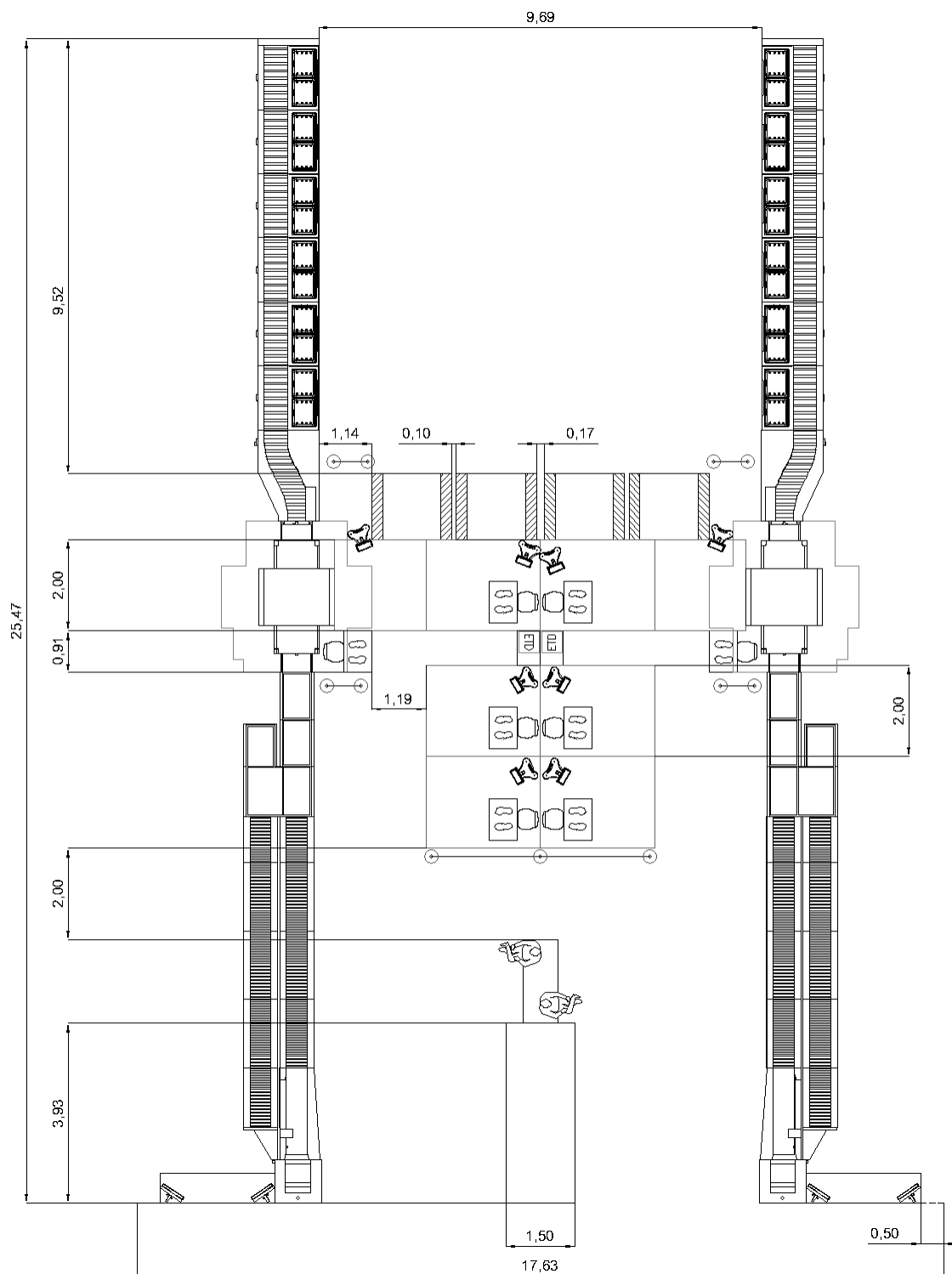
V této variantě jsou využity čtyři SSc. Aby pro každý SSc byly k dispozici dva prostory pro další kontrolu, bylo pro zachování podmínky nezasahování pevných překážek do servisní zóny CT a zároveň neumístění celého prostoru pro detekční kontrolu osob mimo sektor vymezený koncem přípravných míst a začátkem trati pro odebrání zavazadel cestujícími nutné buňku buď rozšířit, anebo uspořádat pevné překážky (obrazovky dohledávacích stanic, stoly s ETD) doprostřed buňky a podél nich vytvořit dva koridory pro odchod cestujících. Podobu této buňky znázorňuje obrázek 34, propustnost je 1076 pax/h, počet potřebných pracovníků 19, personální efektivita 56,63 pax/h/officer a prostorová efektivita 2,75 pax/h/m².



Obrázek 34 – Buňka ve variantě IVa (vytvořeno autorem)

3.3.8. Varianta IVb

Buňka disponující většími přípravnými místy a moduly s dohledávacími stanicemi než u varianty IVa je vyobrazena na 35. Její propustnost oproti předcházející variantě zůstává neměnná, stejně tak i personální efektivita, prostorová efektivita se snížila na hodnotu 2,40 pax/h/officer.



Obrázek 35– Buňka ve variantě IVb (vytvořeno autorem)



3.4. Porovnání navržených variant buněk

Jak již bylo zmiňováno, navržené varianty buněk se liší rozměry modulů s přípravnými pozicemi a dohledávacími stanicemi, což s sebou u některých variant ve srovnání s jinou navrženou variantou stejné propustnosti nese nevýhody v oblasti komfortu cestujících a komfortu bezpečnostních pracovníků, které potenciálně též mohou vést ke snížení provozní efektivity.

Další nevýhodou variant IVa a IVb je, že soustředí velké množství cestujících na jedno místo. To představuje vyšší náročnost na organizaci davu, zejména s uvážením skutečnosti, že uváděné hodnoty propustností uvažují nepřetržitý tok cestujících na začátek buňky. Při dočasném výpadku trati nebo buňky, např. kvůli technické závadě, výrazně delšímu procesnímu času některého z dílčích procesů v rámci průchodu cestujícího buňkou atp., výrazně klesne propustnost stanoviště. Naopak buňky s nižšími propustnostmi, kterých pro dosažení cílové propustnosti stanoviště bude logicky potřeba více, umožňují určité „zálohování“ a ztráta jedné buňky díky většímu množství buněk s menší propustností nebude představovat tak výraznou ztrátu propustnosti z hlediska celého stanoviště.

Dalším aspektem, který je pro porovnání variant důležitý, je zvážení vedení elektroinstalací. Například zařízení ETD potřebují napájení, stejně tak dohledávací stanice, které navíc potřebují být propojeny se SSc. Z tohoto hlediska je vhodné umístit tyto prvky blízko RTG trati, podél které může být příslušná kabeláž vedena, aniž by překážela v pohybu osob v prostoru. Například u variant IVa a IVb bylo během návrhu zvažováno umístění této kabeláže v ose buňky. Elektroinstalace samozřejmě mohou být vyřešeny i jiným způsobem, např. pevným zabudováním v podlaze a zřízením příslušných zásuvek a konektorů v místě umístění prvků, což však může představovat nákladnější a méně flexibilní řešení, či stropním vedením, u kterého může být výzvou vliv na vzhled stanoviště. Pro určité zjednodušení proto budou z tohoto hlediska považovány za výhodnější varianty, u kterých rozmístění zmíněných prvků umožňuje snadné vedení kabeláže vytvářející co nejméně překážek v prostoru.

Složité také může být směřování toku cestujících na přípravná místa a poté směrem od nich do SSc. Menší počet přípravných míst tento úkon činí snadnějším, ať již kvůli verbální i neverbální komunikaci bezpečnostních pracovníků při směřování cestujících příslušným směrem, tak i kvůli zajištění dostatečného využití přípravných míst. Na základě dat naměřených v reálném provozu bylo v této práci ve výpočtech propustností uvažováno 86,5% využití přípravných pozic. Při jeho poklesu, například pokud cestující přehlédne volné přípravné místo, neboť jich je velký počet umístěný v jedné linii za sebou, klesá i propustnost rentgenových tratí. Stejně tak je jednodušší směřovat cestující do nižšího počtu SSc. Například v případě využití dvou SSc lze snadno dalšího cestujícího směřovat do prvního volného SSc výzvou pracovníka, a to bez ohledu na to, zda přichází od přilehlé trati, nebo trati protější. Mezi tři SSc může být náročnější cestující efektivně rozdělovat tak, aby další cestující na řadě využil nejbližší volný SSc, neboť ten



se může nacházet až u protilehlé trati a cestující tuto možnost může přehlédnout. V této variantě také může hrozit menší využití prostředního SSc, neboť cestující mohou mít tendenci využívat především SSc přilehlý jejich trati a prostřední SSc pouze po aktivních výzvách pracovníků. Pro zajištění uváděné propustnosti tak může být při výskytu uvažovaného problému zvýšena zátěž pracovníků obsluhujících SSc o aktivní regulování fronty před třemi SSc, případně může řešení problému představovat přidání pracovníka regulujícího tok cestujících před SSc, takové řešení se ovšem negativně podepíše na personální efektivitě buňky. Uvedený problém se samozřejmě ještě umocňuje přidáním čtvrtého SSc.

Následující tabulka 26 obsahuje přehled sledovaných parametrů (viz část 2.1) u jednotlivých navržených variant. Nejvyšší hodnoty personální a prostorové efektivity jsou podbarveny zeleně, nejnižší naopak červeně.

Tabulka 26 – Porovnání parametrů navržených variant buněk

Varianta	T [pax/h]	N _{ST} [—]	E _{ST} [pax/h/officer]	S [m ²]	E _{SP} [pax/h/m ²]
Ia	538	11	48,91	180,14	2,99
Ib	538	11	48,91	201,21	2,67
IIa	800	15	53,33	294,88	2,81
IIb	800	15	53,33	318,85	2,61
IIIa	807	15	53,80	278,67	2,90
IIIb	807	15	53,80	312,54	2,69
IVa	1076	19	56,63	402,97	2,75
IVb	1076	19	56,63	461,52	2,40

Z tabulky 26 je patrné, že přestože varianty IVa a IVb využívají nejvíce pracovníků, díky vysoké propustnosti dosahují nejvyšší personální efektivity. Varianta IVb však dosahuje nejnižší prostorové efektivity ze všech variant. Vyšší prostorová efektivita varianty IVa oproti IVb je ale zapříčiněna využitím méně komfortní velikosti přípravných míst a modulů s dohledávacími stanicemi. S uvažováním dalších nevýhod uvedených v této části práce nejsou tyto varianty navzdory vysoké personální efektivitě pro další návrhy vhodné a bude prioritně pracováno s jinými variantami.

Při srovnání variant typu II a III je zřejmé, že navzdory mírně vyšší prostorové náročnosti dosahují díky mírně vyšší propustnosti a shodnému počtu potřebných pracovníků lepších výsledků varianty typu III.

Pro další návrh stanoviště tedy budu využívat navržených buněk ve variantě IIIa a IIIb, které se liší velikostí modulů s přípravnými pozicemi a dohledávacími stanicemi, a ve variantě Ia a Ib, u kterých platí stejný rozdíl v rozměrech dohledávacích stanic. Tyto varianty jsou oproti variantám IIIa a IIIb méně výhodné z hlediska personální efektivity, naopak je jejich výhodou zmíněné snadnější směrování toku cestujících a rovnoměrnější

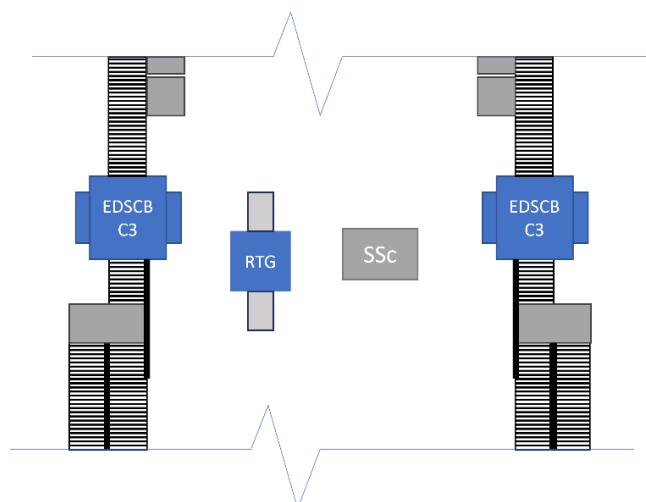


využití SSc. Varianta Ia má navíc nejvyšší prostorovou efektivitu ze všech navržených buněk. Tyto varianty taktéž umožňují napojení všech prvků v prostoru kontroly osoby kabeláží vedenou podél rentgenové trati, u variant IIIa a IIIb může být problematické zapojení prostředního SSc.

3.5. Návrh zvláštních buněk

Jak již bylo uvedeno v části 2.3.2, u tratí vyhrazených pro kontrolu PRM cestujících a rodin s dětmi je problematické využívat automatické tratě, neboť předměty, které lze na této trati podrobit detekční kontrole, jsou limitovány rozměrem přepravky, je tedy problematická detekční kontrola dětských kočárků, holí či jiných kompenzačních pomůcek atp. Toto bývá řešeno ruční prohlídkou veškerých předmětů překračujících rozměry přepravky, případně též doplněnou ETD kontrolou či jinými metodami [33]. Také lze tento problém řešit detekční kontrolou na manuální trati. i zde se však lze potýkat s omezením délky kontrolovaného předmětu vzniklé principem fungování EDSCB. Jako řešení tohoto problému proto bylo zvoleno kombinovaného využití CT RTG s EDSCB C3 a konvenčního RTG. Zařízení CT bude využito pro kontrolu kabinových zavazadel a všech předmětů, které je v něm možné zkontrolovat, zajistí se tak nejen splnění požadavku na primární kontrolu kabinových zavazadel pomocí EDSCB s C3 stanoveného zadáním této práce, ale také komfort cestujících, neboť se na přepravu elektroniky a LAGs budou z hlediska omezení a povinnosti deklarace vztahovat pravidla platná pro tento standard EDSCB C3 jako na ostatních tratích. Předměty, které by nebylo možné tímto zařízením zkontrolovat, budou podrobeny detekční kontrole v konvenčním RTG.

Tento koncept je možné pojmout dvěma způsoby. Prvním je využití CT RTG na ATRS trati a konvenčního, např. dvoupohledového RTG pro kontrolu nadrozměrných předmětů na manuální trati, která se může nacházet podél ATRS trati (schematicky výřez takovéto buňky zachycuje obrázek 36). Takovýto koncept se například používá na stanovišti bezpečnostní kontroly ve vídeňském terminálu 1. Výhodou využití ATRS trati v PRM buňce je zachování poměrně velké propustnosti kontroly kabinových zavazadel, nevýhodou je však pevně daná velikost přípravného místa (viz část 2.3.2). Výzvu však v této variantě může představovat také umístění dvoupohledového RTG na manuální trati tak, aby mohl být umístěn paralelně s prostorem pro kontrolu osoby, ale zároveň aby zůstaly zachovány servisní zóny i požadované rozestupy mezi CT RTG, dvoupohledovým RTG a SSc nebo jiným zařízením pro kontrolu osoby. To může být problém obzvláště pokud by byl využit větší dvoupohledový RTG, než jsou současně běžně užívaná zařízení pro kontrolu kabinových zavazadel, což může být vhodné pro kontrolu velkých předmětů, např. rozměrnějších kočárků, dětských sedaček a kompenzačních pomůcek.



Obrázek 36 – Schéma možného řešení části PRM buňky (vytvořeno autorem)

Manuální trať se sériovou přípravou, jak již bylo zmíněno, umožňuje rodinám s dětmi a PRM cestujícím flexibilněji využívat prostor přípravy, nejsou na rozdíl od ATRS trati fixováni na velikost jedné přípravné pozice, která může být pro provádění úkonů přípravy rodin s více dětmi a kočárkem či cestujících na invalidním vozíku nedostačující. Proto budou v navrhované buňce CT RTG umístěny na manuální trati.

Manuální trať bude poskládána z modulů dostupných pod názvy „Smiths – Rollers“ jako bloky AutoCAD v soboru *Legacy Equipment* přílohy a k dokumentu o návrhu stanovišť TSA [52] (viz také část 2.4.3). Data k propustnosti manuální trati s EDSCB C3 uvedená v mé bakalářské práci [29] pocházela z měření na 14metrové manuální trati, proto bude takováto délka manuální trati během návrhu brána jako výchozí.

Specifická je v této buňce také kontrola osoby. Detekční kontrola v SSc je možná pouze pro cestující splňující minimální výšku a schopné zaujmout definované držení těla, ostatní cestující je nutné zkontrolovat alternativními metodami. Některá letiště využívající pouze SSc toto řeší vždy ruční prohlídkou, tak tomu je např. v Amsterdamu [57]. Pokud však takovíto cestující mohou projít WTMD a legislativa upravující metodiku detekční kontroly (není veřejně dostupná) umožňuje náhradu detekční kontroly v SSc kontrolou ve WTMD případně doplněnou dalšími metodami, pak může být v buňce vhodná WTMD pro možnost takovéto detekční kontroly umístit. Kontrola WTMD totiž může být cestujícími, obzvláště u malých dětí atp., vnímána oproti RPO jako komfortnější. V této práci bude použit WTMD od společnosti CEIA, výběr vychází ze znalosti jeho rozměrů, které byly uvedeny v tabulce 7. Díky využití SSc QPS 201 je možná úspora prostoru – v PRM buňce nebude navržena branka pro průchod PRM cestujících, neboť její šířka (viz tabulka 7) je menší než šířka průchozí části tohoto SSc. Skutečnost, že neaktivním SSc QPS 201 mohou díky jeho konstrukci a velikosti projet i invalidní vozíky, je ostatně jeho výrobcem prezentována jako jedna z jeho výhod [50].



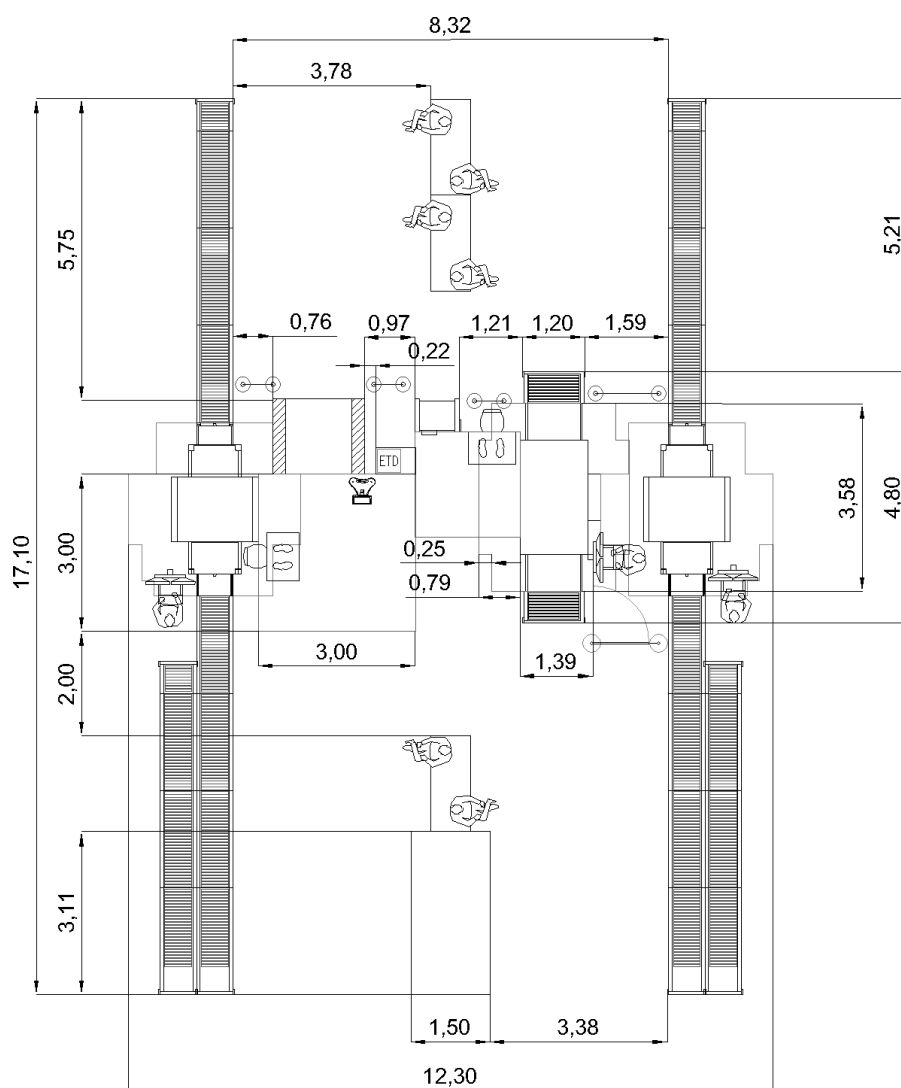
Tím, že CT RTG na manuálních tratích ani konvenční RTG nebudou zapojeny v CIP, je potřeba zřídit u těchto zařízení pozici pro operátora. Ta byla pro zachování realistických rozměrů opět převzata z již zmiňovaného dokumentu TSA [52].

Pro možnost vytvoření výkresu buňky bylo potřeba vybrat i konkrétní dvoupohledový RTG. Jelikož tato práce kvůli dostupnosti dat využívá CT RTG od společnosti Smiths Detection, bude vybrán i konvenční RTG od tohoto výrobce, neboť lze předpokládat, že i provozovatel letiště nebo jiný subjekt zajišťující bezpečnostní kontroly by usiloval o co největší podobnost uživatelských prostředí detekčních zařízení pro bezpečnostní pracovníky. Co se tohoto výrobce týče, jedním z RTG využívaných pro kontrolu kabinových zavazadel je dvoupohledový rentgen HI-SCAN 6040-2is HR. Velikost jeho tunelu však limituje maximální velikost kontrolovaného předmětu na 615x410 mm [17]. Např. letiště v Berlíně limituje výšku kočárků pronášených přes bezpečnostní kontrolu na 25 cm [58], patrně kvůli limitacím užívaných RTG, větší kočárky ukládá cestujícím standardně odbavit a případně si pro využití na letišti zapůjčit menší kočárek. Takovéto řešení však může představovat snížení komfortu cestujících, obzvláště při řešení situací, kdy se cestující dostaví na stanoviště s rozměrnějším kočárkem, navíc neřeší kontrolu jiných rozměrných předmětů, např. kompenzačních pomůcek. Proto může být pro kontrolu rozměrnějších kočárků a dalších předmětů vhodnější využít dvoupohledový RTG určený primárně pro velká zavazadla a rozměrné předměty, HI-SCAN 100100V-2is, který umožňuje kontrolu předmětů o velikosti až 1000x1000 mm [59]. Jeho výkres v rámci PRM buňky byl vytvořen na základě dostupné specifikace od výrobce [59], moduly manuální trati před a za tímto RTG byly vytvořeny na základě modulů u standardní manuální trati, pouze byly rozšířeny na šířku tunelu tohoto většího RTG. U tohoto RTG nebyla veřejně uvedena podoba ani velikost servisní zóny, která by měla být okolo zařízení zachována bez přítomnosti pevných překážek. Lze však předpokládat, že i tento RTG bude vyžadovat určitý odstup od pevných překážek pro případný operativní zásah technika. Proto byla servisní zóna stanovena alespoň orientačně, a to se shodným odstupem od okrajů samotného zařízení do stran jako u používaného CT, tzn. o délce shodné s délkou RTG a šířce odpovídající odstupů 0,79 m od centrální části RTG. Odstup od vstupní, respektive výstupní části je o 0,25 m menší, tj. 0,54 m. Servisní zóna bude opět vyznačena šedou barvou.

V této buňce bylo také vhodné zvětšit prostor vyhrazený pro RPO, neboť zde budou kontrolováni cestující na invalidním vozíku nebo děti, přičemž u obou typů cestujících může být při RPO vyžadována přítomnost či spolupráce jiných osob, např. rodičů, doprovodu či asistentů. V této buňce byl tedy prostor vymezený pro RPO zvětšen z původního rozměru 2x2 m na 3x3 m. Takovýto zvětšený prostor zde bude umístěn jeden, a to za SSc, skrz nějž se budou do tohoto prostoru dostávat cestující na invalidním vozíku. Prostor pro kontrolu druhým pracovníkem bude navržen ve standardním rozměru, což umožní jeho umístění tak, aby zkontrolovaní cestující mohli mít přístup k předmětům kontrolovaným ve dvoupohledovém RTG. Vzhledem k předpokládané snížené propustnosti vlivem delší detekční kontroly osoby PRM cestujících nebude

navrhována dohledávací stanice k SSc, která by omezovala možnosti prostorového rozvržení buňky.

Taktéž bylo vhodné umístit dostatek míst k posazení nejen v prostorech pro RPO, ale také u přípravných míst. Proto v této buňce byla umístěna lavička i v oblasti přípravy. Čtrnáctimetrová trať ovšem pro umístění laviček a stolu pro balení zavazadel neposkytuje dostatek prostoru při zachování požadavku na větší šířku buňky pro snadnější pohyb osob na invalidním vozíku a rodin s kočárky a umístění dalšího RTG. Navrhované standardní buňky jsou podstatně delší, v závislosti na variantě cca 18–25 m. Proto je možné přidat další moduly tak, aby se délka tratí v PRM buňce přiblížila délce ostatních tratí a umožnila umístění laviček a stolu pro balení zavazadel mimo trať. Podobu navržené PRM buňky zachycuje obrázek 37.



Obrázek 37 – Návrh buňky pro PRM cestující a rodiny s dětmi (vytvořeno autorem)

Propustnost navržené PRM buňky nebylo možné jednoduše stanovit stejnou metodikou jako u standardních buněk, tj. na základě výpočtů a dat zmiňovaných v mé bakalářské práci [29] a části 2.5. Zmiňovaná bakalářská práce sice obsahuje i hodnoty pro manuální



trať, ty však vycházejí z měření na trati užívané všemi typy cestujících. Kontrola cestujících na invalidním vozíku nebo s jiným omezením schopnosti pohybu orientace však může být časově náročnější oproti ručním prohlídkám ve standardních buňkách. U rodin s dětmi lze také předpokládat delší dobu přípravy i balení zavazadel. Nicméně není ani veřejně známa informace, jaký podíl z celkového počtu cestujících na LKPR v celoročním průměru tvoří PRM cestující a rodiny s dětmi v kočárku. Znalost těchto hodnot by byla potřebná pro určení konkrétní propustnosti navrhované PRM buňky a požadované propustnosti všech těchto buněk na stanovišti. Vycházel jsem proto z dostupné informace, že současné stanoviště využívá jedné PRM buňky, přičemž toto stanoviště má propustnost 2500 pax/h, jak již bylo zmíněno v části 1.12, proto budou na stanovišti o téměř dvojnásobné propustnosti (4720 pax/h) navrženy dvě PRM buňky. Tyto buňky nebudou započítávány do celkové propustnosti stanoviště. Standardní buňky samotné tedy budou schopné odbavit požadovaných 4720 pax/h.

Buňka pro kontrolu osob jiných než cestujících, tzn. letištního personálu a letových posádek, má ze všech navrhovaných typů buněk nejmenší nároky na propustnost v tom smyslu, že osoby procházející stanovištěm přes tuto buňku jsou zpravidla poučené a znalé postupů, mají spíše menší zavazadla (resp. vnášené předměty), a tak jejich příprava bude pravděpodobně poměrně rychlá. Tato buňka bude navrhována až po rozmístění ostatních buněk v prostoru stanoviště, neboť tuto buňku lze snadno modifikovat v závislosti na zbývajícím prostoru.

Specifickou buňkou může také být „Fast Track“ buňka. Služba Fast Track umožňuje přednostní přístup k bezpečnostní kontrole, a to především cestujícím v prvních a business třídách nebo držitelům věrnostních karet aliancí leteckých společností. Některá letiště, včetně LKPR, jak již bylo zmíněno v části 1.12, tuto službu nabízejí také všem cestujícím za poplatek [40]. Při stanovování požadované propustnosti této buňky lze vycházet ze skutečnosti, že podíl cestujících v třídách „business“ a „first“ na LKPR tvoří 4,3 % [60]. Stanoviště bude navrženo tak, aby za hodinu zvládlo přednostně dle standardů služby Fast Track odbavit více než dvojnásobný podíl cestujících v prémiových třídách, tj. aby zvládla odbavit alespoň 10 % navrhované propustnosti stanoviště, což umožňuje počítat i s držiteli věrnostních karet leteckých aliancí a dalších typů cestujících s nárokem na tuto službu a teoreticky umožňuje zbylou kapacitu nabízet ostatním cestujícím za poplatek jako doplňkovou službu.

Obecně existují dvě možnosti, jak je možné zajistit službu Fast Track. První z nich umožňuje cestujícím s nárokem na tuto službu vyhnout se v QM standardní frontě prostřednictvím vyčleněného koridoru. Na jeho konci vstupují cestující s nárokem na službu Fast Track mezi ostatní cestující, avšak jsou první na řadě a mohou využít první volné přípravné místo na rentgenové trati. Takové řešení ale může být organizačně náročnější zajistit, pravděpodobně bude vyžadovat dedikování pracovníka pro organizaci fronty či jiné opatření zajišťující, že tento cestující po průchodu QM skutečně bude první na řadě. Hrozbou využití tohoto konceptu tedy je, že se na konci vyčleněného koridoru cestující pouze zařadí do standardní fronty a nebude mu poskytnuta adekvátní



přednost. Druhá možnost spočívá ve vyčlenění celé trati nebo buňky pouze pro cestující s nárokem na tuto službu navazující na vyčleněný koridor. Díky tomu cestující bude ve frontě čekat vždy pouze za dříve příchozími cestujícími s nárokem na tuto službu.

3.6. Rozmístění buněk v prostoru stanoviště

Navržené varianty buněk vyhodnocené jako nejvhodnější k dalším návrhům (viz část 3.4) dosahují propustnosti 538 pax/h, pokud jde o varianty Ia a Ib, a propustnosti 807 pax/h, pokud jde o varianty IIIa a IIIb. Pro dosažení požadované propustnosti stanoviště 4720 pax/h, které, jak již bylo řečeno, bude dosaženo pouze v rámci standardních buněk, přičmež buňky PRM či Fast Track budou navrženy navíc, bude potřeba 9 buněk ve variantě Ia nebo Ib a 6 buněk ve variantě IIIa nebo IIIb. Jedna standardní buňka bude uvažována navíc pro možnost využití pro službu Fast Track. Při celkové navrhované propustnosti stanoviště dané standardními buňkami, tj. 4842 pax/h pro všechny čtyři varianty, musí mít Fast Track buňka propustnost alespoň 10 % z této hodnoty, tj. 484,2 pax/h, což všechny varianty buněk splňují. Ve všech variantách je proto postačující jedna Fast Track buňka.

Rozmístění jednotlivých variant buněk v prostoru stanoviště bylo značně omezeno přítomností sloupů již zmíněných v části 2.2 a jeho finální podoba je patrná z výkresů stanovišť, které jsou obsaženy v příloze č. 4. Dvojice sloupů jsou od sebe v rámci šířky stanoviště vzdáleny 15 m. Nejjednodušším řešením by tedy bylo do každého z patnáctimetrových prostorů mezi sloupy umístit jednu či více buněk tak, aby se sloupy dostaly do poloviny prostoru mezi dvěma buňkami, kde by nepředstavovaly překážku v pohybu cestujících či v umístění jednotlivých prvků buňky. Těchto patnáctimetrových prostorů se však na stanovišti nachází pouze osm, varianty Ia a Ib by tedy tímto způsobem nebylo možné na stanovišti rozmístit. U variant IIIa a IIIb by po rozmístění šesti standardních buněk zbývaly dva patnáctimetrové prostory mezi sloupy, do kterých by však již nebylo možné umístit Fast Track buňku, dvě PRM buňky, CREW buňku.

Bylo tedy nutné přistoupit k modifikacím navržených variant tak, aby bylo možné buňky umístit do prostoru s pevně danými překážkami v podobě sloupů. Během postupného rozmísťování buněk jsem začínal na okraji stanoviště, který se na obrázku 11 nachází vpravo, a poté postupoval zprava doleva. Důvodem tohoto postupu je umístění zázemí po pracovníky na levé (při pohledu shora jako na obrázku 11) straně stanoviště. Lze předpokládat, že pro přístup pracovníků dále do SRA za navrhovaným stanovištěm bude vhodné umístit CREW buňku pro vstup personálu, tj. i bezpečnostních pracovníků, blíže k jejich odpočinkové místnosti a dalšímu zázemí. Proto jsem začínal s návrhem standardních buněk na opačném okraji stanoviště. Mezi dohledávací stanicí a stěnou zadaného prostoru byl vždy zachován rozestup jeden metr, který byl navržený i mezi jednotlivými buňkami.

U varianty IIIa tento rozestup musel být rozšířen tak, aby metrový odstup od stěny zůstal zachován i v oblasti přípravných míst jedné z tratí, neboť ta by při umístění dohledávací stanice přesně 1 m od stěny vzhledem ke svým rozměrům a tvaru zasahovala mimo



vyznačený prostor stanoviště. U této varianty zasahoval jeden z dvojice sloupů vždy do oblasti kontroly osoby, druhý do oblasti odebírání zavazadel a umístění stolu pro jejich balení. U buněk v této variantě nebylo možné dosáhnout jednotného řešení umístění sloupů v buňce, neboť se sloup vždy vůči prvkům buňky nacházel v jiné vzdálenosti. Jednotné řešení by přitom mohlo usnadňovat fyzické rozmístění objektů na stanovišti. U této varianty tedy byly provedeny ad hoc přesuny SSc a případně i navazujících prostorů pro ruční prohlídku v rámci buňky, vždy tak, aby byl zachován požadovaný rozestup SSc od stěn nebo ostatních SSc, který činí 0,1 m (viz část 2.2). Zároveň bylo u části buněk v této variantě potřeba upravit velikost stolu pro odložení a balení zavazadel mimo trať a přesunout lavičku. Část buněk mohla být modifikována totožně – SSc byly seskupeny na jednu stranu buňky, protilehlý okraj prostoru pro detekční kontrolu osoby zaujímal sloup. Druhý sloup snížil průchozí šířku mezi tratí a stolem pro balení zavazadel, avšak na každé straně od sloupu zbývá pro průchod cestujících šířka přes 1,1 m, což lze považovat za dostatečné, pouze snižující komfort.

Mezi buňkami s automatickými tratěmi a manuálními tratěmi vzniká přirozený předěl v typu tratí. Tato oblast byla prioritně zvolena pro umístění zázemí vedoucího stanoviště, které bude popsáno v dalších částech této práce.

PRM buňka byla umístěna tak, aby byly sloupy uvnitř ní rozmístěny s co nejnižším vlivem na komfort cestujících. V jedné PRM buňce ovlivňuje sloup v jednom místě komfortní přístup pracovníka k části tratě pro přípravu. Jelikož se však nejedná o automatickou trať s fixními přípravnými místy, lze toto umístění sloupu považovat pouze za snížení komfortu pracovníka, nikoliv výrazné ovlivnění funkčnosti trati. Na této trati také kvůli přítomnosti sloupu muselo dojít ke zkrácení alarmové části manuální tratě. Tato trať tedy oproti zbývajícím třem tratím v rámci PRM buněk skýtá určité nevýhody způsobené přítomností sloupů, v případě postupného otevírání rentgenových tratí v závislosti na provozu lze tedy odpovědnému subjektu doporučit prioritní otevření ostatních tří tratí a tuto trať otevírat pro provoz bezpečnostní kontroly až jako poslední.

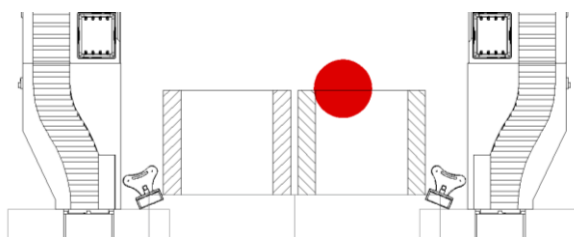
Poslední navrženou buňkou je CREW buňka. Přípravné části tratí byly zkráceny o jeden modul, aby zůstal zachován dostatečně široký přístup do sousedního zázemí. Vzhledem ke znalosti postupů přípravy před provedením detekční kontroly ze strany posádek letištního personálu lze považovat i kratší tratě pro přípravu za dostatečné. V této buňce byla zachována možnost primární kontroly osoby jak v SSc v konfiguraci bez dohledávací stanice, tak ve WTMD, díky čemuž je tato buňka flexibilnější jak z hlediska propustnosti, tak z hlediska skutečnosti, že osoby jiné než cestující mohou podléhat odlišným postupům než cestující [3; 18].

Obdobným způsobem jsem postupoval i při návrhu dalších variant. U varianty IIIb nebylo vlivem tvaru trati možné při zachování všech dalších požadavků zachovat průchozí šířku mezi tratí a stěnou 1 m v oblasti přípravných míst u buňky nacházející se u výše popisovaného pravého okraje stanoviště. Průchozí šířka 0,67 m může být méně komfortní, nicméně k přípravným místům je zachován širší přístup z jiné části stanoviště, také metrový přístup k dohledávacím stanicím a alarmové trati zůstal zachován. U této

varianty byl u tří buněk s ATRS tratěmi sloup umístěn do prostoru mezi buňkami, u čtyř musel být umístěn dovnitř buňky, jeden ze sloupů vždy do prostoru pro kontrolu osoby, avšak tak, aby neovlivňoval prostor vymezený pro ruční prohlídku osoby, druhý do prostoru mezi dohledávacími stanicemi. U jedné z buněk sloup omezuje přístup k ETD zařízením u kontroly osoby a k jedné dohledávací stanici. Tyto sloupy nebrání provozu trati, pouze přístup ke zmíněným prvků buňky činí méně komfortní, např. cestující musí pro příchod k dohledávací stanici od trati pro výdej zavazadel obejít sloup a nevidí dobře na oblast u dohledávací stanice z celého prostoru výdeje zavazadel. PRM a CREW buňky byly u této varianty navrženy shodně s předchozí variantou. Rozmístění buněk umožnilo vznik relativně velkého prostoru mezi automatickými a manuálními tratěmi s možným využitím jako zázemí vedoucího stanoviště než u předchozí varianty.

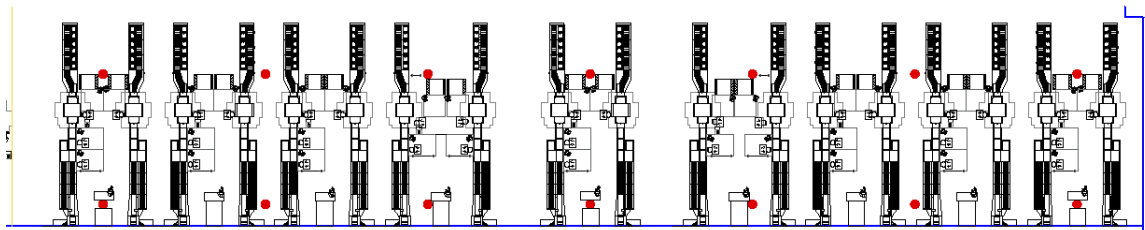
U varianty la bylo možné využít šesti nezměněných buněk a šesti buněk upravených pro umístění sloupů. Úprava spočívala v přesunu SSc dále od osy buňky tak, aby mezi oběma SSc vznikl prostor pro sloup, a ve zmenšení stolu pro balení zavazadel. Z hlediska úprav navržených buněk je tedy tato varianta oproti předcházejícím variantám IIIa a IIIb výhodnější – na stanovišti se využívá pouze dvou typů standardních buněk, neupravené a s přesunutým SSc. Mezi buňkami s automatickými tratěmi a buňkami s manuálními tratěmi zůstal dostatečný prostor pro umístění zázemí pro vedoucího stanoviště, v jedné polovině však bude muset být oproti druhé zúžen kvůli zachování průchozí šířky. U PRM buňky nebylo potřebné zkracovat jednu z částí tratě jako u předchozích variant, byl pouze zmenšen stůl pro balení zavazadel a buňka posunuta od úrovně konce ostatních tratí, aby byla lépe orientována vůči sloupům. Muselo však dojít k zúžení CREW buňky, čehož bylo docíleno přesunutím WTMD před SSc, avšak tak, aby stále zůstalo možné využívání jednoho nebo druhého zařízení, neboť vedle WTMD zůstává průchod přímo do SSc a po průchodu WTMD je možné volně projít neaktivním SSc.

Zdaleka nejrozsáhlejší úpravy by vyžadovalo využití buněk ve variantě Ib. Při různých konfiguracích vždy došlo alespoň u jedné buňky k situaci znázorněné na obrázku 38. Při ní zasahuje sloup do prostoru detekční kontroly osoby takovým způsobem, že není možné SSc při zachování požadovaných rozestupů zařízení od pevných překážek v rámci šířky buňky přesunout. Přesun ve směru blíže k přípravným pozicím již u této trati není možný, přesun opačným směrem by způsobil, že část prostoru pro ruční prohlídky osoby by již byla umístěna souběžně s tratí pro odebírání zavazadel, což není žádoucí, neboť by tato část trati nebyla využita v plné délce, což by snižovalo její propustnost, navíc by měl stále ještě kontrolovaný cestující v tomto prostoru snadný přístup k již zkontrolovaným zavazadlům, což je zcela nežádoucí z hlediska bezpečnosti.



Obrázek 38 – Problematická poloha sloupu v buňce ve variantě Ib (vytvořeno autorem)

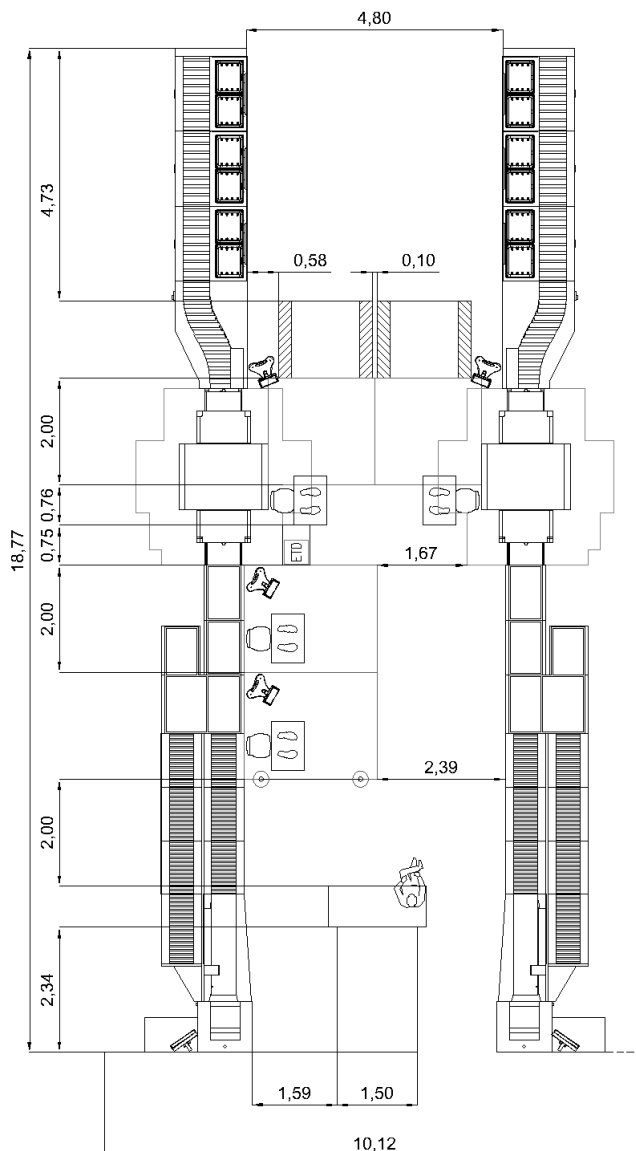
Pro tuto situaci by tak bylo nevyhnutelné rozšíření buňky. Po rozšíření buňky tak, aby mohl být SSc přesunut směrem dále od sloupu a přípravných pozic, a souvisejícím přesunu prostorů pro RPO však v zadaném prostoru nebylo možné umístit desátou standardní buňku pro využití pro Fast Track. To je patrné z obrázku 39, který je výřezem z výkresu stanoviště s umístěnými devíti standardními buňkami ve variantě Ib i se zmiňovanými modifikacemi. Žlutá čára na tomto obrázku značí hranici prostoru, ve kterém by musely být zřízeny PRM buňky a CREW buňky. Je patrné, že zbývající prostory mezi buňkami nejsou dostatečné pro umístění jedné buňky.



Obrázek 39 – Rozmístění devíti standardních buněk Ib v zadaném prostoru (vytvořeno autorem)

Varianta Ib proto není pro toto stanoviště vhodná. Jako možnost s většími přípravnými pozicemi k variantě Ia proto byla vybrána jiná možnost – namísto tratí C1d-tw-M dosud využívaných v buňce varianty Ib jsem zvolil jiný typ trati. Další z navržených tratí s propustností 600 pax/h v pořadí podle prostorové efektivity, která nevyužívala nejmenších modulů s přípravnými místy a dohledávacími stanicemi (postup výběru je totožný s postupem používaným v části 3.1.12), byla trať C1d-st-M. Ta nicméně vzhledem k pouze malému rozdílu v rozměrech oproti variantě C1d-tw-M, který je dán pouze využitím rovného kapacitního modulu na vstupu do RTG namísto zakřiveného, zmiňovaný problém neřeší. Stejně tak neřeší problém další taková varianta, C1d-tw-L, která má oproti variantě C1d-tw-M pouze větší modul s dohledávací stanicí, na rozdíl umístění buněk vůči sloupům tedy tato varianta nebude mít oproti stávající variantě Ib vliv. V pořadí prostorové efektivity následuje varianta B1w-ov, která nabízí odlišnou podobu trati. Její rozmístění v prostoru stanoviště bylo řešeno, nicméně se vyskytoval stejný problém s umístěním 10 buněk bez narušení prvků v buňce sloupy.

Varianta Ia umožňovala snadnější rozmístění především díky tomu, že využívala menších modulů s dohledávacími stanicemi. Její nevýhody ale plynou právě z menších modulů s dohledávacími stanicemi a přípravnými pozicemi. Jestliže však zadaný prostor neumožňuje umístění variant s většími přípravnými pozicemi a zároveň s většími moduly s dohledávacími stanicemi, může být kompromisním řešením využití takové trati, která používá menších dohledávacích stanic, ale větších přípravných pozic. Z tratí s propustností 600 pax/h dosahovala nejvyšší prostorové efektivity při splnění těchto kritérií trať C1d-tw-S. Aktualizovaná buňka Ib, dále označovaná Ib-2, proto využívala této trati. Buňku Ib-2 zobrazuje obrázek 40. Tabulka 27 pak představuje aktualizované porovnání variant buněk při novém využití zmíněné trati v buňce Ib-2.



Obrázek 40 – Buňka ve variantě Ib-2

Tabulka 27 – Porovnání parametrů navržených variant buněk, vč. varianty Ib-2

Varianta	T [pax/h]	N _{sr} [—]	E _{sr} [pax/h/officer]	S [m ²]	E _{sp} [pax/h/m ²]
Ia	538	11	48,91	180,14	2,99
Ib	538	11	48,91	201,21	2,67
Ib-2	538	11	48,91	189,95	2,83
IIa	800	15	53,33	294,88	2,81
IIb	800	15	53,33	318,85	2,61
IIIa	807	15	53,80	278,67	2,90
IIIb	807	15	53,80	312,54	2,69
IVa	1076	19	56,63	402,97	2,75
IVb	1076	19	56,63	461,52	2,40



S aktualizovanou variantou Ib, tj. variantou Ib-2, již bylo možné rozmístit buňky v prostoru stanoviště stejným postupem jako u varianty Ia, neboť tyto varianty využívají stejných modulů dohledávacích stanic. Na rozdíl od varianty Ia je zde však eliminována alespoň nevýhoda menších modulů s přípravnými pozicemi.

K jednotlivým variantám byla k dohledávacím stanicím následně doplněna zařízení ETD a LEDS. Jejich rozměry vyplývaly z tabulky 7. Stejně jako u kontroly osoby, i zde bylo předpokládáno umístění těchto zařízení na nějaký stůl. Na rozdíl od kontroly osoby však u dohledávacích stanic není potřeba odkládat HHMD a pro odložení dalšího příslušenství mohou posloužit samotné moduly s dohledávacími stanicemi. Proto byl navržen stůl reflektující pouze rozměry samotného zařízení. Jelikož na dohledávacích stanicích budou řešeny EDS alarmy, lze předpokládat relativně časté využití ETD. Proto jejich počet bude navržen tak, aby na každé dvě dohledávací stanice připadalo nejméně jedno zařízení ETD. U zařízení LEDS lze oproti zařízením ETD předpokládat nižší využití, neboť bude především sloužit pro řešení EDS alarmů způsobených LAGs. Jejich potřebný počet bude navržen jako jeden kus pro až čtyři sousední dohledávací stanice. V prostředí AutoCAD jsem za tímto účelem vytvořil dva bloky, jeden zahrnoval stůl s jedním zařízením ETD a s jedním zařízením LEDS, který má na základě rozměrů daných zařízením vyplývajících z tabulky 7 rozměr půdorysu 1,5x0,5 m, druhý blok se stolem zahrnoval jedno zařízení LEDS a dvě ETD, byl proto navržen v rozměru půdorysu 2,0x0,5 m. V případě separátního rozmístění bude mít stůl pro ETD zařízení rozměr půdorysu 0,5x0,5 m a stůl pro LEDS zařízení 0,4x0,7 m.

Rozmístění všech buněk je patrné z finálních podob výkresů jednotlivých variant, které jsou uvedeny v příloze č. 4.

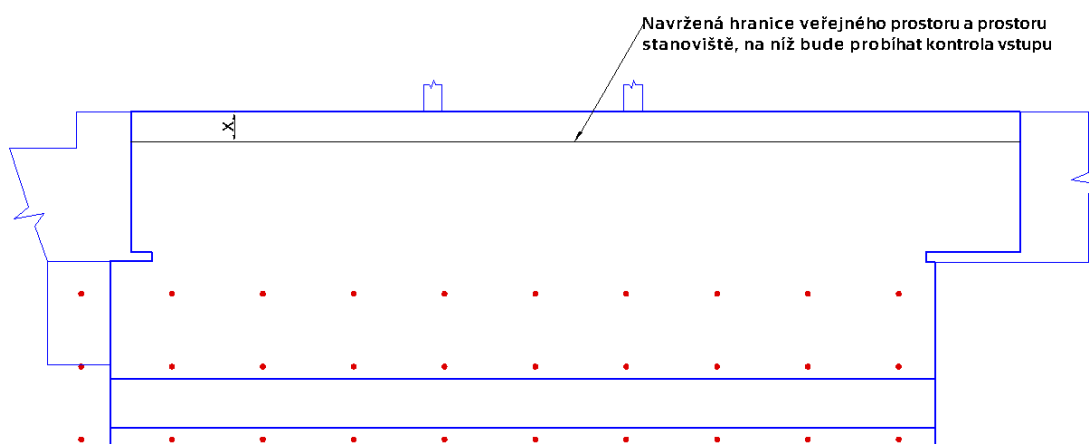
3.7. Návrh prostoru pro organizaci fronty

Prostor pro organizaci fronty (QM) musí být navržen tak, aby při konstantním toku cestujících směrem na stanoviště umožňoval efektivní distribuci cestujících mezi jednotlivé buňky, tj. aby bylo maximalizováno využití rentgenových tratí a kontroly osoby, a dosáhlo se tak navrhované špičkové hodinové propustnosti. Zároveň je smyslem organizace fronty usměrnit ji na co nejmenší plochu.

3.7.1. Vymezení řešeného prostoru pro organizaci fronty

Řešený prostor QM bude navazovat na jednotlivé buňky a poté pokračovat až k místu kontroly vstupu, kde bude začínat. Zadaný prostor (viz obrázek 11) by umožňoval umístění e-gatů pro kontrolu vstupu na modře vyznačených hranicích stanoviště, tj. směr průchodu cestujících kontrolou vstupu by se směrem toku cestujících v rámci buňky svíral úhel 90°. Kontrola vstupu by v tomto případě probíhala na dvou místech. V takovéto variantě by ovšem byla potřeba vyřešit přístup PRM cestujících, letových posádek a cestujících s nárokem na službu Fast Track z obou stran tak, aby měly tyto kategorie osob přístup k jim vyhrazeným buňkám. To by bylo možné vyřešit umístěním více PRM buněk, CREW buněk a Fast Track buněk na obou stranách stanoviště, čímž by

de facto vzniklo osově souměrné stanoviště rozdělitelné na dvě stejné části. Takovéto řešení ale vzhledem k rozměrům prostoru a rozměrům navržených variant nebylo možné. Kontrola vstupu by tedy mohla probíhat na obou stranách, jak je zmíněno výše, pouze pro standardní „economy“ cestující. Pro zvláštní kategorie cestujících (PRM, rodiny s dětmi, cestující s nárokem na službu Fast Track) by pak byl vyčleněn a oddělen koridor, kterým by tito cestující prošli na protilehlou stranu stanoviště k příslušným buňkám. Vhodnější by však bylo umístit kontrolu vstupu pouze na jedno místo, přibližně do středu stanoviště, aby zvláštní kategorie cestujících přicházející z jedné strany nemusely přecházet až na protilehlou polovinu stanoviště. Tohoto umístění lze dosáhnout zmenšením řešeného prostoru stanoviště, respektive posunutím hranice neveřejného prostoru. Tuto situaci zobrazuje obrázek 41.



Obrázek 41 – Navržené místo pro kontrolu oprávněnosti vstupu

Pro toto umístění bylo potřeba určit vzdálenost na obrázku 41 vyznačenou jako x . Při jejím určování je důležité brát v potaz tok cestujících z odletové haly, který bude ke stanovišti směřovat, pro nějž tato šířka musí být dostatečná a komfortní. Tato šířka také musí reflektovat případné požadavky z hlediska požárněbezpečnostních řešení. Proto byl tento prostor řešen ve stejné šířce jako koridor pro odchod cestujících ze stanoviště na protilehlé části stanoviště, na který jsou kladeny obdobné nároky, a jelikož příslušná hodnota v metrech byla součástí zadání, lze předpokládat, že tyto nároky již reflektuje. Vyznačená vzdálenost x tedy bude také činit 8,06 m.

Nevýhodou tohoto umístění prostoru pro validaci vstupu je zmenšení velikosti stanoviště. V případě potřeby více prostoru pro QM by tak bylo nutné umístit dvě stanoviště kontroly oprávněnosti vstupu na stranách stanoviště ve směrech, ze kterých budou přicházet cestující, jak bylo zmíněno výše.

3.7.2. Zajištění sterility SRA u nevyužívaných buněk

Prostor QM byl navrhován směrem od jednotlivých buněk. Ačkoliv je stanoviště navrhováno na špičkovou propustnost 4720 pax/h, je pravděpodobné, že stanoviště nebude využito vždy celé, tedy že část buněk nebude v méně vytížených časech obsazena bezpečnostními pracovníky a v provozu. V takové situaci je ovšem nutné

zajistit, že nedojde k narušení sterility SRA, tzn. že skrz neobsazenou buňku neprojde cestující nebo jiná osoba do prostoru za stanovištěm bez provedení detekční kontroly. Současné stanoviště bezpečnostní kontroly na pražském letišti využívá posuvných dveří pro každou buňku, které lze uzavřít, a tak zabránit neoprávněným průchodům osob. Toto řešení zmiňuje i dokument od TSA zabývající se návrhy stanovišť [49], odkud byl převzat obrázek 42 znázorňující takovéto uzamykatelné dveře umístěné bezprostředně před začátkem rentgenových tratí.



Obrázek 42 – Dveře zabezpečující přístup k buňce, která není aktuálně v provozu [49]

V řešeném prostoru bude před tratěmi vyhrazena šířka 0,5 m, která umožní umístění těchto dveří. Ve finálních výkresech stanovišť, které tvoří přílohu č. 4 této práce, bude tato šířka pro umístění dveří včetně zárubní a dalších konstrukcí vyznačena šrafo. Předpokladem je umístění dveří v rámci této šrafované šířky tak, aby při otevření umožňovaly přístup vždy pouze na danou buňku. Konkrétní konstrukční řešení nebylo předmětem této práce, proto je v rámci výkresu pro tyto dveře pouze vymezen prostor. Koridory v QM pak budou navazovat na tuto vymezenou šířku.

3.7.3. Stanovení délky a šířky koridorů

Na pražském letišti se v současnosti v QM před centrální bezpečnostní kontrolou na T2 využívají koridory o šířkách 1 m pro standardní koridory a 2 m pro rozšířené koridory, což jsou koridory sloužící např. pro případnou evakuaci. Pro srovnání, na stanovištích TSA se doporučuje používat šířku koridorů 3–7 stop [49], tj. 0,91–2,13 m. Mezinárodní sdružení leteckých dopravců IATA (International Air Transport Association) považuje v rámci standardů *Level of Service* [61] za komfortní prostor pro jednoho cestujícího ve frontě před stanovištěm bezpečnostní kontroly 1,0–1,2 m². Proto byly koridory v QM navrhovány se šířkou 1 m.

Délka koridoru vychází z počtu cestujících, které musí pojmout. Pokud budu vycházet z plochy potřebné pro jednoho cestujícího, kterou uvádí IATA [61], tak při stanovené šířce koridorů je vhodné počítat na jednoho cestujícího plochu 1x1 m. Prostor, ve kterém se nacházejí příslušné koridory, tedy pojme tolik cestujících, kolik je jeho obsah v m².

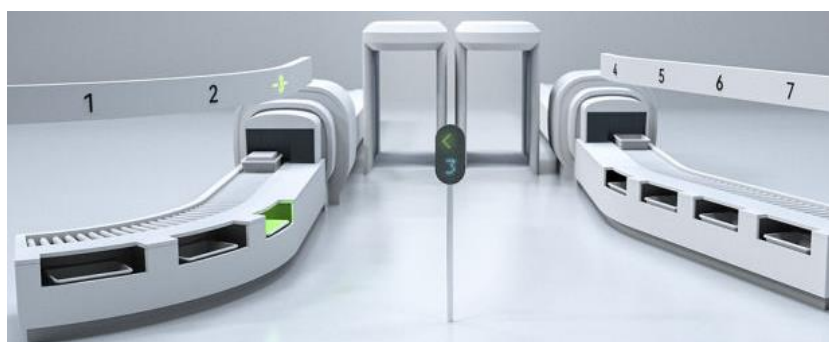
Maximální čekací doba na bezpečnostní kontrolu je dle standardu *Level of Service* od IATA v rozmezí 5–10 minut [61], SLA na pražském letišti stanovuje maximální čekací dobu 10 minut [35]. Pokud je stanoviště schopno odbavit 4720 cestujících za hodinu na standardních buňkách, musí tedy koridory před těmito buňkami pojmout přinejmenším:

$$\frac{4720}{60} \cdot 10 = 787 \text{ pax}, \quad (6)$$

což je maximální počet cestujících, které stanoviště odbaví za 10 minut. Jestliže se u variant s buňkami Ia a Ib-2 využívá 9 standardních buněk o propustnosti 538 pax/h, tak je jejich propustnost celkem 4842 pax/h. Koridor QM v této variantě pak musí pojmout přinejmenším 807 cestujících. U variant IIIa a IIIb s propustností buňky 807 pax/h je celková propustnost 6 standardních buněk taktéž 4842 pax/h, QM tak musí opět pojmout 807 cestujících. K hodnotě 807 cestujících bylo dospěno stejným postupem jako u výpočtu (6).

3.7.4. Návrh koridorů v prostoru pro organizaci fronty

Vypočítané hodnoty propustností jednotlivých rentgenových tratí vycházejí z dat měřených při konstantním toku cestujících k rentgenovým tratím, tzn. že byl vždy před rentgenovou tratí přítomný další cestující, který uvolněné přípravné místo po odchodu předcházejícího cestujícího neprodleně obsadil. Aby toto mohlo být zajištěno, je určitá fronta přímo před rentgenovou tratí žádoucí. V QM proto byl před tratěmi navržen prostor umožňující vyčkávání právě takového počtu cestujících, kolik je přípravných pozic na dané trati. Tyto koridory jsou kvůli efektivnímu využití prostoru navrženy pro každou trať zvlášť, nicméně nacházejí se vedle sebe tak, aby snadno umožňovaly případný přesun mezi tratěmi v rámci buňky. Tento prostor může být vhodně zakončit systémem automatické navigace k volnému přípravnému místu (angl. Automated Divest Position Assignment System), který motivuje cestující okamžitě využít volnou přípravnou pozici, díky čemuž je využití všech přípravných míst maximalizováno. Příklad aplikace tohoto systému z amsterdamského letiště Schiphol zobrazuje obrázek 43.



Obrázek 43 – Systém navigující cestující k volnému přípravnému místu [62]

Do těchto krátkých front před jednotlivými tratěmi by cestující měli být rozdělováni z hlavní části QM tak, aby tyto krátké prostory pro frontu před tratěmi byly ideálně vždy maximálně zaplněné. Cestující mohou být směřováni ke konkrétní trati, respektive do fronty před ní, z bodu v hlavní části QM, ve které je systém obdobný tomu na obrázku 43

nasměruje k číslu trati, u které je nutné obsadit místo ve frontě. Takovéto systémy navigace k volné rentgenové trati nabízí řada výrobců, princip fungování jednoho takového systému, konkrétně systému „Smart Call“ od německé firmy Via Guide, naznačuje obrázek 44. Z něj je patrné, že v případě, že jsou všechny koridory pro fronty před otevřenými tratěmi zaplněny, tok cestujících je na tomto bodě v hlavní části QM zastaven (obrázek 44 A). V případě, že se uvolní v některé z front místo, je cestujícímu informace o volném místě ve frontě před tratí sdělena, a to včetně směru, kterým se má k dané trati vydat (obrázek 44 B), a jejího čísla, které následně může dohledat jak na zemi na začátku fronty před tratěmi, tak na informačních panelech nad tratěmi (patrné z obrázku 44, A i B), a tak se zařadit do příslušné fronty. Nevýhodou takového systému může být předpoklad rozdělení skupin cestujících, kteří se vydají k jedné trati hromadně, navržený systém by proto s touto možností měl počítat a vyhodnotit i případné překročení předpokládané délky fronty před rentgenovou tratí.



Obrázek 44 – Systém rozřazující cestující do front před tratěmi (Smart Call od Via Guide) [63]

Mezi tímto bodem rozdělení a prostory pro frontu před jednotlivými tratěmi byl navržen koridor, kterým se od tohoto bodu cestující budou k jednotlivým tratím pohybovat. Tento koridor byl pro jasnější vizuální oddělení prostoru fronty v QM a zmiňovaných prostorů krátké fronty před tratěmi, snadnější orientaci cestujících při hledání přidělené trati a možnosti jej případně využít i jako evakuační koridor navržen s větší šířkou, tzn. 2 m.

Takovýto bod rozdělení by nemohl být v rámci QM pouze jeden. Vzdálenost mezi vstupy do koridorů fronty před dvěma krajními tratěmi se v závislosti na variantě pohybuje v rozmezí 79–85 m a cestující by tak musel z bodu rozdělení na krajní trať překonat přinejmenším polovinu této vzdálenosti, takže by doba mezi uvolněním a zaplněním místa ve frontě před tratí zahrnovala nezanedbatelnou prodlevu pro chůzi cestujícího od bodu rozdělení k příslušné trati. Zároveň by, jestliže tyto buňky zvládnou podle varianty odbavit za hodinu 4842 cestujících, tj. každou sekundu přibližně 1,3 cestujícího, musel pro efektivní fungování tento systém v jednom bodě nasměrovat k příslušné trati průměrně 1,3 cestujícího každou sekundu, což je vzhledem k reakční době cestujících na vizuální podnět ze systému nereálné. Další nevýhodou rozdělování všech cestujících v jednom bodě je i délka koridoru. Pokud se předpokládá délka koridoru



pro 807 cestujících a délka, kterou vzhledem k potřebné ploše na cestujících rovné 1 m^2 a šířce koridorů 1 m využije jeden cestující, tj. 1 m , tak by pro tento počet cestujících musel být koridor dlouhý 807 m . Nutnost ujít ve frontě před bezpečnostní kontrolou cca $0,8 \text{ km}$ se jeví značně nekomfortní. Zároveň je potřeba brát v potaz průměrnou rychlost lidské chůze. Rychlost dospělého člověka při pohybu po rovině se totiž pohybuje v rozmezí hodnot $0,50\text{--}1,55 \text{ m/s}$ [64; 65], tj. průměrně lze uvažovat s rychlostí $1,03 \text{ m/s}$. Pro překonání vzdálenosti 807 m by tak bylo potřeba více jak 13 minut. Pokud by tuto vzdálenost měl cestující ujít za čekací dobu dle standardů IATA a SLA Letiště Praha, pak by se musel pohybovat rychlostí $1,345 \text{ m/s}$, což by u některých cestujících mohlo vést k nutnosti koridorem QM běžet, nikoliv procházet. To by negativně ovlivnilo, kromě komfortu, také propustnost stanoviště, neboť by byl ohrožen předpoklad, že ve frontě před tratěmi bude ve špičkové hodině vždy přítomný cestující připravený obsadit přípravnou pozici uvolněnou předcházejícím cestujícím.

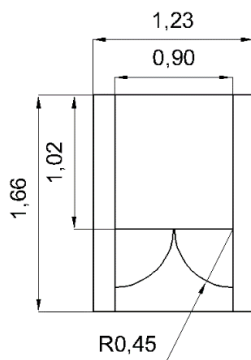
Vzhledem k tomu, že dvě z navržených variant využívají šest standardních buněk a další dvě varianty devět standardních buněk, bylo zvoleno rozdělení koridorů na tři části, vždy pro dvě, respektive tři buňky. To zkrátí potřebnou délku koridoru QM pro jednoho cestujících na 269 m , což je pro cestující z hlediska vzdálenosti, kterou musí ujít, komfortnější. Zároveň tato délka při čekací době 10 min vyžaduje rychlost chůze cca $0,45 \text{ m/s}$, takže nebude nutné koridorem QM „probíhat“.

Cestující budou do jednoho z těchto tří koridorů rozdělení na začátku QM opět nějakým systémem obdobným systému jejich rozdělení mezi jednotlivé tratě (viz obrázek 44). Tento systém je samozřejmě možné, stejně tak jako všechny dříve zmíněné systémy pro rozdělení cestujících, nahradit pracovníkem vydávajícím příslušné pokyny, což by však mělo negativní vliv na personální efektivitu a zároveň by namísto rozdělování podle délek front naměřených senzory či podobným exaktním způsobem do procesu vnášelo vliv lidského faktoru. Pracovník však může lépe reagovat na různé situace, včetně již zmíněných skupin cestujících, které mají zájem procházet stejným koridorem a na stejné trati, zároveň může i reagovat na dotazy cestujících týkajících se procesu bezpečnostní kontroly a poskytovat jim v tomto ohledu asistenci.

3.7.5. Kontrola vstupu

Kontrola vstupu bude, jak již bylo zmíněno v části 3.7.1, probíhat na přesunuté hraně veřejného a neveřejného prostoru. K validaci vstupu bude počítáno s umístěním automatických validátorů palubních vstupenek (e-gatů). Pro účely návrhu a vytvoření technického výkresu v rámci této práce bylo nutné znát jejich rozměry. Na rozdíl od detekčních technologií nebylo možné využít pro zjištění rozměrů validátorů palubních vstupenek dokument *Checkpoint Requirements and Planning Guide (CRPG)* od TSA z roku 2023, neboť na amerických stanovištích bezpečnostní kontroly probíhá kontrola vstupu obvykle jinými způsoby než na evropských letištích. Dokument pochopitelně podrobněji zmiňuje tyto možnosti namísto detailnějších informací o automatických validátorech palubních vstupenek.

Přestože tyto validátory vyrábí celá řada výrobců, většina z nich veřejně neuvádí potřebné informace. Proto byl pro vytvoření výkresu zvolen validátor PreSec, jehož výrobce, společnost Gunnebo, ve veřejně dostupné dokumentaci k výrobku [66] potřebné informace o rozměrech a propustnosti uvádí. Na základě uvedených rozměrů a vzhledu validátorů jsem vytvořil půdorys používaný při návrhu, viz obrázek 45.



Obrázek 45 – Validátor palubních vstupenek (vytvořeno autorem na základě [66])

Výrobce u tohoto validátoru uvádí propustnost až 60 cestujících za minutu [66]. To by však předpokládalo průchod 1 cestujícího za sekundu. Výrobce tvrdí, že dosáhnout toho je možné díky funkci „Stacking Option“, která nezavírá branku validátoru za každým cestujícím, pokud je tok cestujících nepřetržitý. i tak je ale pro dosažení takovéto propustnosti nutné, aby cestující bezchybně skenovali své palubní vstupenky bezprostředně za sebou, čehož není v reálu možné dosáhnout ve 100 % času. Pokud by bylo skutečně možné dosáhnout výrobcem uváděné propustnosti 60 pax/min, což odpovídá 3600 pax/h, byly by na stanovišti s navrhovanou propustností 4842 pax/h potřeba pouze dva validátory. Na stávajícím centrálním stanovišti na terminálu 2 se však využívá šesti validátorů pro standardní cestující a dvou pro fast track cestující při propustnosti stanoviště 2500 pax/h. Pokud je propustnost nově navrhovaného stanoviště oproti stávajícímu stavu téměř dvojnásobná, pak by měl být i počet validátorů dvojnásobný, pro standardní cestující by jich tedy mělo být dvanáct a pro Fast Track čtyři.

Pro průchod osob, pro které není možný nebo komfortní průchod přes automatické validátory palubních vstupenek, což jsou například PRM cestující, rodiny s malými dětmi či letové posádky bez palubní vstupenky, byla vedle validátorů zřízena branka, kterou může pracovník po manuálním ověření oprávněnosti vstupu otevřít. Rozměry a podoba této branky vycházejí z dokumentace k výrobku GlasStile S od společnosti Gunnebo [67], tedy stejného výrobce jako u navrhovaných validátorů palubních vstupenek.

Pro obsluhu této branky, operativní řešení nestandardních situací, např. nemožnosti načíst palubní vstupenku, a asistenci cestujícím při automatické validaci vstupu je potřebná přítomnost bezpečnostního pracovníka. Stanoviště tohoto pracovníka s počítačem umožňujícím ovládání validátorů, ruční skenování palubních vstupenek, ovládání branky atp. bylo navrženo v podobě stanoviště pracovníka kontrolujícího oprávněnost vstupu dle dokumentů TSA [52], neboť takovéto stanoviště v něm bylo uvedeno opět jako blok AutoCAD a lze předpokládat, že rozměry stanoviště pracovníka



obsluhujícího e-gaty budou rozměrově obdobné stanovišti pracovníka kontroly vstupu dle standardu TSA.

Na navrhovaném stanovišti se nicméně nachází celkem 16 automatických validátorů, ve špičkových časech tak může být obsluha takto velkého počtu pro jednoho pracovníka náročná, obzvláště s uvážením toho, že v současném stavu je přítomen jeden pracovník pro zajištění kontroly vstupu u osob vstupujících brankou a současně dohledem nad využíváním 8 validátorů. Proto bylo na protějším konci validátorů zřízeno ještě jedno stanoviště pro pracovníka kontroly vstupu, které může sloužit jako záložní a může být obsazováno ve špičkových časech jako posilové. Vedle tohoto stanoviště byla zřízena taktéž branka pro průchod mimo validátory, avšak oproti hlavní brance je navržena pouze jednokřídlá, protože tato branka nebude sloužit pro průchod PRM cestujících a rodin s kočárky, ale jen pro průchod cestujících, u nichž automatická validace vstupu selhala např. vlivem špatné čitelnosti čárového kódu na palubní vstupence.

3.7.6. Navržený prostor pro organizaci fronty v jednotlivých variantách

Při návrhu QM tak byl prostor hlavní fronty před standardními buňkami za zmiňovaným 2m koridorem pro průchod cestujících od bodu rozdělení do fronty před jednotlivými tratěmi rozdělen na přibližně tři stejně velké prostory, v nichž byly rozmístěny sloupky pro beltway (viz tabulka 7) v síti 1x1 m, což odpovídá navrhovaným šířkám koridorů a délkám na jednoho cestujícího, respektive prostoru 1 m² na jednoho cestujícího vycházejícího ze standardu IATA. Zatahovací pásy (beltways) byly z každého sloupku nataženy tak, aby byly vytvořeny koridory pro vedení fronty požadovanými směry a prostor byl využit na maximum. V koridorech také byly vyznačeny body pro umístění systému rozdělení mezi jednotlivé tratě/koridory zmíněné v části 3.7.4. Šířka prvního koridoru za validátory byla navržena širší, a to v závislosti na požadované kapacitě koridoru a zbývajícím prostoru mezi koridory a validátory, aby umožňovala komfortní chůzi cestujících mezi validátory a příslušnými koridory, stejně tak umístění obrazovek systému pro rozdělení do jednotlivých koridorů. V místech dalších umístění těchto obrazovek pak byl za tímto účelem koridor rozšířen.

Navržená podoba prostoru QM také zachovává evakuační koridory navazující na v zadání definovaná nouzová schodiště, a to v šířce shodné se šířkou zadaných nouzových schodišť. Další koridory možné využít k evakuaci, včetně zmiňovaného 2m koridoru za bodem rozdělení, byly navrženy v šířce 2 m, neboť tato šířka odpovídá stavu na současném stanovišti, jak již bylo zmíněno v části 3.7.3. Tyto koridory vedoucí ke dveřím bylo primárně zamýšleno ponechat volné, kromě evakuace by tak mohly případně sloužit pro snadný průchod pracovníků do jednotlivých částí QM. Ne všechny varianty však takovéto řešení vzhledem k požadované kapacitě QM a dostupnému prostoru umožňovaly, jak bude zmíněno níže. Jelikož se v nouzovém koridoru nesmějí podle požárních předpisů nacházet žádné pevné překážky, za které se považuje i sloupek beltway, bylo potřeba vymezit organizaci toku cestujících křížujícího tyto koridory s ohledem na tento požadavek. Na trhu v dnešní době existují takové beltway sloupky, které obsahují baterii s dlouhou výdrží a umožňují dálkově navinout pásku v případě

evakuace, ať už manuálním spuštěním anebo v návaznosti na elektronickou požární signalizaci, např. systém Beltrac Panic Release od společnosti Via Guide [68], nebo sloupky s takovým zakončením, které se při působení relativně malou silou snadno rozpojí, jako je tomu např. u sloupků Breakaway Emergency Belt od společnosti Lavi Industries [69]. Jiným možným řešením jsou křídlové branky s potiskem označujícím nouzový východ, které cestující nasměrují za standardní situace do příslušného koridoru, ale v případě nouze jsou snadno otevíratelné a cestující skrz ně mohou procházet nouzovým koridorem. Takovéto branky se za tímto účelem např. využívají na stanovištích TSA, jak ukazuje obrázek 46. Místa, kde koridor pro organizaci toku cestujících kříží nouzový koridor, a je tak potřeba využít jednoho ze zmiňovaných řešení, budou na výkresech vyznačena odlišně od standardního vymezení koridorů.



Obrázek 46 – Branka Lavi Industries: možné vymezení koridoru při zachování únikové cesty [70]

Dále byl také zřízen koridor pro PRM cestující a rodiny s dětmi začínající u branky pro průchod těchto cestujících stanovištěm kontroly vstupu a vyústující u PRM buňky. Bylo snahou tento koridor vést pokud možno co nejvíce přímo, neboť zatáčky o 90° v šířce koridoru mohou být pro osoby na invalidním vozíku nebo rodiny s kočárky komplikované a nekomfortní. Tento koridor byl také pro větší komfort navržen s dvojnásobnou šířkou oproti standardnímu koridoru, tj. se šířkou 2 m.

Jelikož se letové posádky budou pohybovat v odděleném koridoru, byl tento koridor také navržen ve dvojnásobné šířce, aby v případě potřeby oddělení pevnou zástěnou namísto oddělení páskou (beltway) nepůsobil úzkým a stísněným dojmem. Tento koridor byl zároveň veden pokud možno co nejvíce podél vnějšího okraje stanoviště, aby se nabízelo co nejflexibilnější umístění případného turniketu pro průchod letištního personálu. Pracovníci letiště, u nichž se využívání CREW buňky také předpokládá, totiž na rozdíl od letových posádek mohou být vybaveni letištním identifikačním průkazem, který jim umožňuje vstup přes automatické turnikety. Kontrolu vstupu pracovníkem a průchod brankou vedle validátorů palubních vstupenek by tak mohla nahradit elektronická kontrola vstupu (EKV). Pracovníci letiště by tak nemuseli být směrováni až k prostoru standardní validace vstupu, ale mohli by projít kratší cestou turniketem EKV umístěným po straně stanoviště, protože byl koridor z větší části veden podél hranice vymezeného prostoru stanoviště.

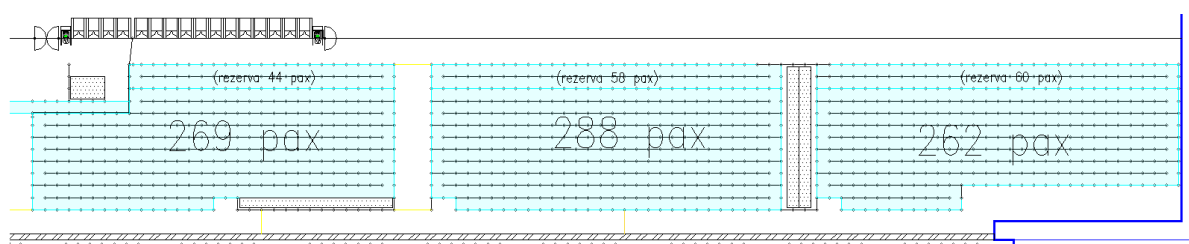
Posledním specifickým prostorem je koridor pro Fast Track cestujících. Současná SLA platná na pražském letišti počítá s maximální čekací dobou pro Fast Track cestujících 5 minut [35]. Pro cestujících s nárokem na přednostní odbavení byla navržena jedna buňka, podle varianty má tedy Fast Track propustnost 538 pax/h nebo 807 pax/h, což odpovídá 45 cestujícím, respektive 68 cestujícím za pět minut. Koridor vymezený pro Fast Track tak musí pojmout tento počet cestujících. Zároveň bylo vhodné tento koridor, sousedí-li přímo se standardním koridorem, oddělit takovým způsobem, aby bylo zamezeno snadnému přesunu cestujících ze standardního koridoru do tohoto koridoru, např. nízkou zástěnou místo standardní pásky beltway. Takovéto oddělení bude na výkresech vyznačeno způsobem odlišným od standardního oddělení koridorů.

V rámci stanoviště bezpečnostní kontroly také bylo nutné vyčlenit prostor, ve kterém budou moct pracovníci v režimu CIP vyhodnocovat rentgenové snímky. Tento prostor by měl být stavebně oddělen od zbytku stanoviště, v ideálním případě ale zároveň v návaznosti na zadané umístění zázemí tak, aby z něj byl do tohoto prostoru pro remote screening snadný přístup. Příloha C k dokumentu CRPG od TSA [55] počítá s běžnou velikostí pracovní stanice operátora v místnosti pro CIP 30x60 palců, tj. cca 76x152 cm, a s prostorem mezi jednou pracovní stanicí a okolím alespoň 3 stopy, tj. 0,91 m. Plocha potřebná pro pracovní stanici jednoho operátora tedy odpovídá:

$$(0,76 + 0,91) \cdot 1,52 = 2,54 \text{ m}^2 \quad (7)$$

V rámci QM jsou také v současnosti umísťovány různé prvky usnadňující přípravu cestujících, např. stoly, výlevky, odpadkové koše pro vyhození nadlimitních LAGs atp. Vzhledem k detekční kontrole kabinových zavazadel ve standardu EDSCB C3 a s tím souvisejícímu předpokládanému zrušení limitu pro LAGs je možné klást na tyto „předpřípravné“ prvky nižší důraz, přesto je alespoň několik stolů pro odložení zavazadla, např. pro možnost odložit si svrchní oděv, pásek, vyjmout předměty z kapes atp., již ve frontě v rámci QM vhodné umístit. Na výkresech budou vyznačena místa, která jsou vzhledem k navržené organizaci QM vhodná pro umístění takovýchto stolů.

Obrázek 47 zobrazuje řešení části QM pro standardní buňky ve variantě Ia. Modře jsou zvýrazněné tři segmenty QM i s uvedením počtu cestujících, které z hlediska kapacity pojmu. Část prostoru QM mohla být ponechána jako rezerva pro případné delší čekací doby. Do vyznačené kapacity segmentů nebyla započtena kapacita fronty před samotnými tratěmi, prostor, ve kterém budou cestující rozdělení mezi jednotlivé tratě, ani první část koridoru za validátory palubních vstupenek.



Obrázek 47 – Část QM před standardními buňkami ve variantě Ia (vytvořeno autorem)



Celková kapacita QM pro standardní „economy“ cestující proto bude prověřena v tabulce 28. Segmenty jsou číslovány zleva doprava podle orientace obrázku 47. Na úseku mezi validátory a segmenty bude uvažován jeden cestující na 1 m délky úseku, úsek byl měřen od prvního validátoru po vstup do segmentu 1 pro segment 1, od tohoto bodu po vstup do segmentu 2 pro segment 2 a odtud opět po vstup do segmentu 3 pro segment 3 – úsek tedy vždy příslušel nejbližšímu následujícímu segmentu.

Tabulka 28 – Celková kapacita jednotlivých segmentů QM ve variantě Ia

	Segment 1	Segment 2	Segment 3
Kapacita fronty přímo před tratěmi	18 pax	18 pax	18 pax
Kapacita bodu rozdělení bez jednotlivé tratě na konci segmentu	1 pax	1 pax	1 pax
Kapacita segmentu	269 pax	288 pax	262 pax
Kapacita úseku mezi validátory a začátek segmentu QM	21 pax	4 pax	60 pax
CELKOVÁ KAPACITA FRONTY	309 pax	311 pax	341 pax

Z celkové kapacity pro jednotlivé segmenty je patrné, že ač byl třetí segment při návrhu poddimenzován, neboť namísto potřebných 269 cestujících pojme pouze 262 cestujících, tak má ze všech koridorů vlivem největší vzdálenosti od validátorů nejvyšší kapacitu. Bylo proto nutné prověřit, zda cestující při chůzi v takovéto vzdálenosti nebudou nuceni pohybovat se vyšší rychlostí, než je průměrná rychlost chůze, pokud bude uvažována čekací doba 10 minut. Toto prověření přináší tabulka 29.

Tabulka 29 – Požadovaná rychlost chůze pro cestující v jednotlivých segmentech QM (varianta Ia)

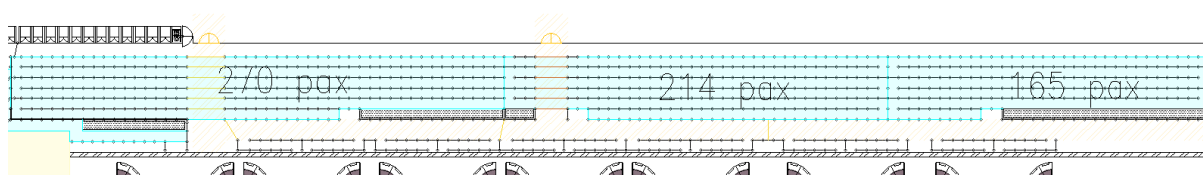
	Segment 1	Segment 2	Segment 3
Úsek validátory – počátek segmentu (počítáno s nejbližším validátorem)	21 m	25 m	86 m
Úsek v rámci segmentu (bez rezervy)	269 m	288 m	262 m
Úsek od bodu rozdělení k trati (k nejbližší trati daného segmentu)	23 m	14 m	13 m
Úsek v rámci fronty před tratí	3 m	3 m	3 m
CELKOVÁ VZDÁLENOST	316 m	330 m	364 m
PRŮMĚRNÁ RYCHLOST	0,53 m/s	0,55 m/s	0,61 m/s

Z tabulky je patrné, že pokud je uvažována průměrná rychlost chůze 1,03 m/s, jak již bylo zmíněno, tak cestující v žádném segmentu QM navrženého ve variantě Ia nemusejí zvyšovat rychlost chůze, aby prošli QM a ve frontě před tratěmi byl vždy přítomen alespoň takový počet cestujících, kolik je přípravných míst.

Celkem tedy QM kapacitně umožňuje ve standardních koridorech frontu 961 cestujících s možnou rezervou pro 162 cestujících, což požadovanou kapacitu, která pro tuto variantu činí 807 cestujících, přesahuje, avšak nejvyšší požadovaná rychlost chůze pro

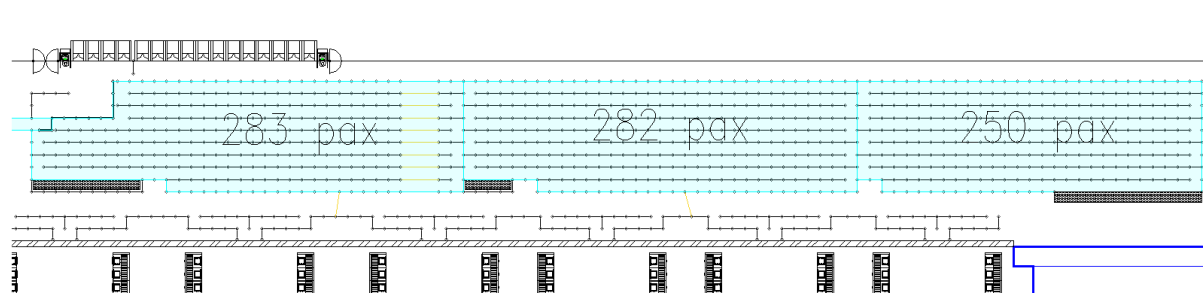
průchod koridorem za čas definovaný SLA je 0,61 m/s, takže toto navýšení kapacity nevynucuje zrychlování chůze či „probíhání“ koridorem QM.

Takto byly prověřeny všechny navržené varianty. Varianta IIIb (obrázek 48) kvůli délce tratí výrazně limitovala prostor QM. Jeden ze tří segmentů proto nemohl být navržen s dostatečnou kapacitou, jeho kapacita činí 266 cestujících namísto potřebných 269 cestujících, a to i přes rozpočítání prvního úseku v prvním koridoru za validátory mezi kapacitu druhého a třetího segmentu (pohybují se v něm cestující ze všech segmentů QM). Při zachování logického vedení koridorů však není možná úprava vedoucí k vyšší kapacitě segmentu, přestože celková kapacita QM je se započítáním všech dalších prostor dostatečná a činí 826 cestujících, přičemž potřebná kapacita byla 807 cestujících. Nejvyšší požadovaná rychlost chůze činila 0,51 m/s.



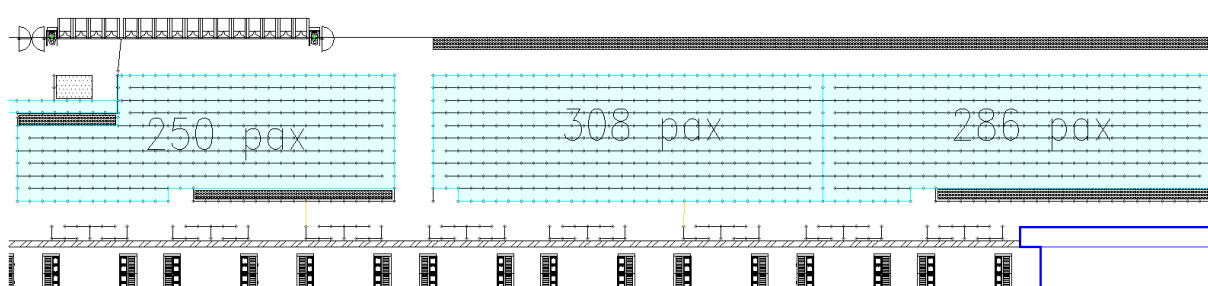
Obrázek 48 – Část QM před standardními buňkami ve variantě IIIb (vytvořeno autorem)

Ve variantě IIIa (viz obrázek 49) tento problém díky kratším tratím nenastal. Celková kapacita standardního koridoru QM zde byla 962 cestujících, ze tří segmentů měl nejvyšší požadovanou rychlost chůze druhý segment, a to 0,6 m/s. Vzhledem k tomu, že požadovaná rychlost chůze nepřekračuje přijatelnou hodnotu a přesunout části kapacity do rezervy jako u varianty Ia by bylo komplikované vzhledem k tomu, že by muselo dojít k přesunu vstupních bodů do jednotlivých segmentů, nebude nadbytečná kapacita řešena vytvořením „rezervy“ jako u varianty Ia.



Obrázek 49 – Část QM před standardními buňkami ve variantě IIIa (vytvořeno autorem)

Navržený prostor QM ve variantě Ib-2 (obrázek 50) se podobal variantě Ia, zásadní rozdíl byl zejména v tom, že varianta Ib-2 využívá delší tratě, takže byl prostor QM o jednu řadu (o jednu metrovou šířku koridoru) zkrácen, což vedlo k nemožnosti přesunout nadbytečnou kapacitu do rezervy jako u varianty Ia, neboť by již nebylo možné vést zkrácený koridor logicky – ke vstupu do segmentu by bylo vždy nutné využít protilehlou část segmentu než u varianty Ia. Proto je tato varianta naddimenzována, kapacita standardního koridoru činí celkem 986 cestujících. Rezerva mohla být zachována pouze v QM pro Fast Track buňku, jak bude patrné z finálních výkresů. Nejvyšší požadovaná rychlost chůze je 0,66 m/s, nedochází tedy k vynucování „probíhání“ cestujících koridory.



Obrázek 50 – Část QM před standardními buňkami ve variantě Ib-2 (vytvořeno autorem)

Kompletní řešení prostoru QM včetně koridorů do zvláštních buněk, tj. Fast Track buňky, PRM buňky a CREW buňky, je patrné z finálních výkresů, které uvádí příloha č. 4.

Kapacity uvedené jako počet cestujících je možné převést na kapacitu v minutách, která definuje, při jak dlouhé čekací době ještě nedojde ke vzniku fronty mimo tento prostor, tedy před stanovištěm. Protože je kapacita každého segmentu mírně odlišná, celková kapacita v minutách bude odpovídat minimální hodnotě ze tří hodnot pro každý segment. Pro jeden segment lze tuto hodnotu vypočítat ze vztahu:

$$\text{Kapacita QM v min} = \frac{\text{kapacita segmentu QM jako počet cestujících}}{\text{hodinová propustnost buněk v daném segmentu}} \cdot 60 \quad (8)$$

Kapacity v minutách podle čekací doby pro jednotlivé varianty, které byly vypočítány uvedeným způsobem, uvádí tabulka 30. Počítáno bylo s kapacitou segmentu včetně kapacity mimo plochu vyznačenou na přecházejících obrázcích 47–50, tj. s hodnotou, která je pro variantu Ia uvedena v tabulce 28 jako celková kapacita fronty. Minimální hodnota ze všech tří dílčích hodnot pro danou variantu je v tabulce 30 označena jako celková kapacita v minutách. U varianty Ia je uvedena i teoretická maximální čekací doba, kterou QM může pojmout, využije-li se i vymezená rezerva.

Tabulka 30 – Maximální čekací doba ve frontě, kterou pojme navržený QM v jednotlivých variantách

	Ia	Ia (vč. rezervy)	Ib-2	IIIa	IIIb
Segment 1 [min]	11	13	11	12	11
Segment 2 [min]	12	14	12	12	10
Segment 3 [min]	13	15	14	11	10
CELKOVÁ KAPACITA [min]	11	13	11	11	10

Z uvedených hodnot je patrné, že požadavek na čekací dobu dle SLA naplnily všechny varianty. U varianty IIIb byl sice segment 2, jak bylo uvedeno, kapacitně poddimenzován o tři cestující, z hlediska minut čekací doby však rozdíl tří cestujících nepředstavuje větší rozdíl. i tak ale QM varianty IIIb pojme pouze frontu odpovídající maximální čekací době podle SLA, takže není dimenzován na případné krátkodobé navýšení čekací doby např. vlivem hromadného příchodu skupin cestujících. Z tohoto hlediska je nejvýhodnější varianta Ia se započítáním rezervy QM, ostatní varianty jsou srovnatelné. Při delší čekací době může být požadovaná rychlost chůze ještě nižší, než jsou výše uvedené hodnoty,



avšak je nutné uvažovat právě je, neboť při dodržení čekací doby 10 min dle SLA bude cestující koridory QM muset projít za 10 min.

3.8. Další součásti stanoviště

Na stanovišti bylo potřeba navrhnout další prostory, jejichž funkce je pro fungování stanoviště nezbytná. Mezi tyto prostory by standardně patřilo zázemí pro bezpečnostní pracovníky s odpočinkovou místností, toaletami, kuchyňkou atp., takovýto prostor byl ovšem vyčleněn již v zadání, při návrhu tedy bylo pouze nutné zachovat před tímto prostorem volný prostor pro umožnění přístupu ze stanoviště.

Další speciální místností je místnost pro remote screening, která, jak již bylo řečeno, byla navržena v prostoru QM. Výpočtem (7) na straně 108 byla stanovena plocha potřebná pro jednu pracovní stanici operátora RTG v režimu dálkového vyhodnocování snímků na 2,54 m². V návrhu se v závislosti na variantě standardní buňky počítá se 14 nebo 20 automatickými tratěmi zapojenými v CIP. V závislosti na konfiguraci tratě je potřeba 1,5–2,0 operátorů na trať. Pokud by byla uvažována konzervativní hodnota dvou operátorů na trať bez ohledu na požadavek konfigurace, bylo by potřeba v závislosti na variantě 28 nebo 40 operátorů, což by odpovídalo minimální ploše 71,12 m², respektive 101,60 m². Navržená podoba prostoru QM nabízí pro místnost s remote screeningem plochu v rozmezí 239–325 m² podle varianty. Dostatek prostoru navíc umožňuje rozmístit pracovní stanice i s odstupy mezi nimi pro umožnění komfortního průchodu mezi nimi, umístění stanice supervizora remote screeningu, případně též toalety a další zázemí, případně též umístit zde sklad detekční techniky a příslušenství, místnosti pro briefing, školicí místnosti a další prostory, které nejsou vyčleněny v rámci zázemí či jiných částí budovy mimo řešený prostor stanoviště.

Zásadní je též prostor pro vedoucího stanoviště. Například na stanovištích TSA bývá pódium vedoucího stanoviště umísťováno do zadní části stanoviště [55]. Na současném stanovišti na pražském terminálu 2 je velín s pracovní stanicí vedoucího umístěn mezi tratěmi, proto bude zachován tento koncept umístění. Z hlediska přehledu o dění na stanovišti by bylo umístění tohoto velína ideální ve středu stanoviště. Je však potřeba uvažovat situaci, kdy bude stanoviště v provozu jen částečně, neboť všechny rentgenové tratě budou v provozu jen ve špičkových hodinách. Velín by se tedy neměl ani ve standardní mimošpičkové hodině (v sedle) ocitnout obklopen pouze uzavřenými buňkami, kvůli čemuž není umístění mezi prostředními buňkami nutně nejvhodnější. Zároveň je také nutné myslet na snadnou dostupnost velína ze zázemí a z místnosti vymezené pro remote screening, a to jak pro vedoucí pracovníky, tak pro řadové pracovníky. Umístění velína, které bylo určeno na základě výše zmíněných požadavků, je patrné z finálních výkresů, které jsou uvedeny v příloze č. 4 k této práci. Konkrétní podoba pracoviště vedoucího stanoviště nebyla řešena, ve výkresech je vymezen prostor pro jeho umístění.

Součástí stanoviště jsou také kabinky vyhrazené pro oddělenou kontrolu osoby. Prostor pro ně byl definován zadáním podél okraje stanoviště, za okrajem koridoru pro odchod



cestujících. Zbývající prostor v rámci této vymezené plochy může být využit také pro stoly pro balení zavazadel, lavičky pro posazení, malé sklady spotřebního materiálu pro detekční zařízení a drobného vybavení atp.

V případě, že je v zapsaném zavazadle nalezen předmět, jehož přeprava není povolena a je potřeba tento předmět vyjmout či jinak zapsané zavazadlo zkontrolovat za přítomnosti cestujícího, může být toto zavazadlo z třídiřny zavazadel dopraveno na stanoviště bezpečnostní kontroly osob a kabinových zavazadel. Pro tuto formu detekční kontroly proto bylo vhodné na stanovišti vymezit potřebný prostor. Teoreticky by se nabízela možnost umístit tento prostor v rámci prostoru vyhrazeného pro remote screening v QM, neboť ten, jak bylo popsáno výše, disponuje větší plochou, než by pro zázemí remote screeningu bylo potřeba. Takovéto umístění by však bylo nevýhodné, neboť přístup k dodatečné detekční kontrole zapsaného zavazadla by byl možný jednoduše pouze z QM, v případě, že by byl cestující k této dodatečné kontrole přivolán až po průchodu detekční kontrolou osoby a kabinového zavazadla, musel by opustit vyhrazený bezpečnostní prostor letiště a poté se do něj opět navrátit.

Kvůli této skutečnosti by mohlo být vhodné umístění prostoru pro dodatečnou kontrolu zapsaného zavazadla mezi tratěmi, pokud by se navíc prostor nacházel poblíž CT RTG na manuální trati či velkokapacitního RTG v PRM buňce, bylo by možné v případě potřeby tato rentgenová zařízení při dodatečné kontrole využít. Proto je jedno z možných řešení umístit stůl pro ruční prohlídku takového zavazadla do prostoru vyhrazeného pro pracoviště vedoucího stanoviště, neboť to se nachází vedle CT RTG na manuální trati i velkokapacitního RTG a vedoucí stanoviště může mít snadno přehled o těchto zavazadlech a provedených kontrolách, aby mohl zajišťovat komunikaci s pracovníky v třídiřně zavazadel, handlingovými společnostmi a dalšími osobami. Široký prostor pro pracoviště vedoucího vyhrazený ve variantě IIIb by teoreticky vedle stolu pro ruční prohlídku umožňoval i umístění dalšího RTG pouze pro tento typ detekční kontroly, což umožňuje ve špičkových hodinách nevytěžovat RTG v PRM buňce kontrolou zapsaných zavazadel, avšak přináší další náklady na pořízení a provoz tohoto RTG, proto by bylo nutné zvážit počet takovýchto dodatečných kontrol a výhodnost této investice.

Pro vhodnější umístění prostoru pro dodatečnou kontrolu zapsaného zavazadla by bylo nutné znát další vnější vazby v rámci terminálu, zejména polohu stanoviště detekční kontroly zapsaných zavazadel v třídiřně zavazadel. Optimálním řešením je totiž vybudování nákladního výtahu z třídiřny, kterým bude možné zavazadla dopravovat na stanoviště pro kontrolu cestujících a zapsaných zavazadel, nachází-li se třídiřna alespoň pod částí tohoto stanoviště, anebo jiný obdobný prostředek, kterým lze zavazadla na stanoviště dopravit. Prostor pro dodatečnou kontrolu zapsaného zavazadla by pak měl být logicky vymezen poblíž tohoto výtahu/zařízení.



4. DISKUZE A POROVNÁNÍ NAVRŽENÝCH VARIANT

V této práci byly navrženy čtyři varianty podoby stanoviště v zadaném prostoru se zadanou minimální propustností, a to varianty nazvané podle zvoleného označení buněk, které se v dané variantě používají na stanovišti jako standardní. V následující části budou tyto varianty porovnány mezi sebou, bude vyhodnocena nejvhodnější varianta, budou popsána možná alternativní, nekonvenční řešení a navržené varianty také budou ověřeny z hlediska splnění vstupních podmínek.

Varianty budou porovnány na základě kritérií stanovených v části 2.1, tzn. na základě propustnosti, počtu potřebných pracovníků, personální efektivity, potřebného prostoru, prostorové efektivity, CAPEX, OPEX, komfortu cestujících a komfortu pracovníků.

Propustnost stanoviště byla stanovena na základě standardních buněk, neboť, jak bylo uvedeno v předcházejících částech práce, stanoviště bude navrženo tak, aby požadovaný počet cestujících zvládlo odbavit i za předpokladu, že žádný z nich nebude spadat do kategorií cestujících kontrolovaných v rámci zvláštních buněk (PRM cestující, rodiny s dětmi, cestující s nárokem na službu Fast Track).

4.1. Počet potřebných pracovníků

Počet potřebných pracovníků vycházel z konfigurace dané tratě. Jak bylo uvedeno v části 3.1, u některých variant tratí měl počet operátorů na jednu trať oproti jiným částem tratě příliš velkou propustnost, přičemž jejich počet lze optimalizovat při znalosti celkového počtu tratí.

Při návrhu jsou využívány varianty buněk Ia, která se skládá ze dvou tratí C1s-tw-S, varianta Ib-2, která se skládá ze dvou tratí C1d-tw-S, varianta IIIa skládající se z kombinace tratí C4s-tw-2S a C4s-tw-1S a varianta IIIb se dvěma tratěmi B4-2rw.

Tratě ve variantách Ia a Ib-2 využívají 1,5 operátora na trať, přičemž propustnost kontroly zavazadla operátorem je naddimenzována (viz tabulka 10 s konfigurací variant tratí B1 a C1). Při provozu všech automatických tratí, kterých je ve variantách Ia a Ib-2 celkem 20, by tak bylo potřeba 30 operátorů. Propustnost jedné tratě je však konfigurována na 300 pax/h, u dvaceti tratí to odpovídá 6000 pax/h. Při dílčí propustnosti rentgenové kontroly zavazadla na jednoho operátora rovné 244 pax/h (viz část 2.5.1) představuje tedy 30 operátorů propustnost 7320 pax/h. Teoreticky je tak možné uspořit až pět operátorů, neboť propustnost kontroly zavazadla pro 25 operátorů v režimu CIP bude činit 6100 pax/h a pro daný počet tratí bude postačující.

U variant IIIa a IIIb bylo využito tratí, u kterých nebyla rentgenová kontrola zavazadla operátorem limitující z hlediska propustnosti trati, proto zde nebyla očekávána tak výrazná úspora operátorů jako u variant Ia a Ib-2. Tratě využívaných variantách dosahovaly propustnosti 468 pax/h a na stanovišti bylo využito 14 takovýchto automatických tratí. To odpovídá propustnosti 6552 pax/h. Pokud by byl zachován počet operátorů vyplývající z konfigurace trati, tj. 2 operátoři na trať, bylo by



potřeba 28 operátorů, což představuje propustnost 6832 pax/h. Je tedy možné uspořít pouze jednoho operátora, neboť počet 27 operátorů odpovídá propustnosti 6588 pax/h.

U variant Ia a Ib-2 tedy bude požadováno 25 operátorů, u variant IIIa a IIIb 27 operátorů. Do celkového počtu potřebných pracovníků byl dále připočten jeden pracovník na každou trať pro zajištění plynulé a kvalitní přípravy cestujících, dále dva pracovníci na každý SSc (muž a žena kvůli paritě pohlaví), na manuální tratě PRM buňky bylo započteno na každé trati po jednom pracovníkovi pro přípravu, jednom operátorovi a jednom dohledávajícím pracovníkovi, dále byl připočten jeden operátor RTG pro kontrolu rozměrných předmětů a dva pracovníci (muž a žena) pro kontrolu osob. V rámci CREW buňky nebyl zvláště vyčleněn pracovník pro přípravu, neboť u zaměstnanců a letových posádek lze předpokládat znalost postupů přípravy, předpokládané obsazení buňky se tedy skládalo z muže a ženy pro kontrolu osoby a dále jednoho operátora RTG a jednoho dohledávajícího pracovníka na jednu trať. Pro kontrolu vstupu bylo počítáno se špičkovou hodnotou dvou pracovníků.

Počty pracovníků potřebných na obsazení všech buněk a dva pracovníky na kontrolu vstupu uvádí tabulka 31. V tabulce je zohledněno, že u pracovníků na kontrole osoby záleží na pohlaví pracovníka kvůli paritě pohlaví při ruční prohlídce osoby dané zákonem, předpokládá se proto obsazení jednoho SSc s dohledávací stanicí vždy jedním mužem a jednou ženou. U ostatních pracovních činností na pohlaví pracovníka nezáleží. Počet pracovníků, u kterých záleží na pohlaví, je pak v posledním sloupci dán pro možnost porovnání do souvislosti s celkovým počtem potřebných pracovníků.

V počtech nebyl uvažován počet potřebných vedoucích pracovníků, neboť jejich počty závisejí na konkrétních legislativních požadavcích pro dohled nad bezpečnostními pracovníky a dalších interních směrnicích a provozních postupech. Nebyl také uvažován počet pracovníků pro střídání, neboť lze předpokládat, že jejich poměr vůči zmiňovanému minimálnímu počtu potřebných pracovníků bude shodný napříč variantami, tj. že skutečný počet potřebných pracovníků na stanovišti bude navýšen vždy o určitý podíl navrhovaného počtu za účelem střídání, přičemž tento podíl bude napříč variantami konstantní. Stejně tak nebyl započten počet pracovníků pro dodatečné kontroly zapsaných zavazadel, neboť stanoviště dodatečné kontroly se předpokládá obsazovat ad hoc dle provozních potřeb počtem pracovníků, který bude stejný bez ohledu na variantu.

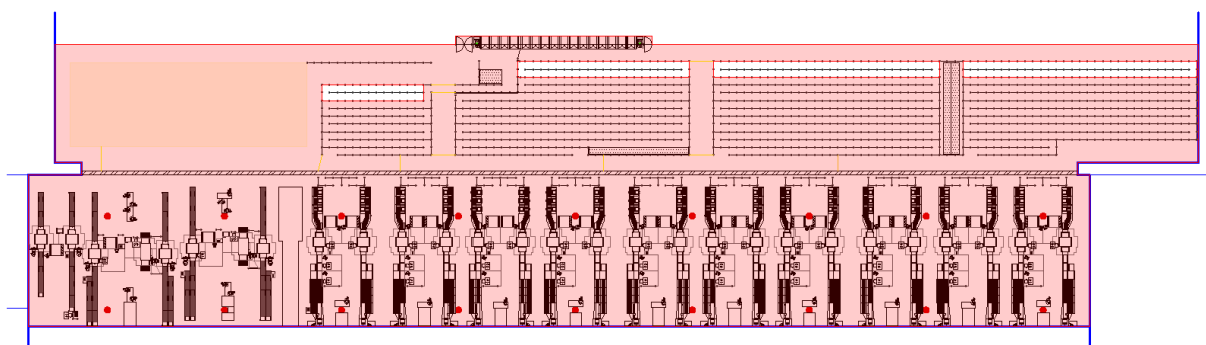
Tabulka 31 – Požadovaný počet pracovníků podle jednotlivých variant

Varianta	Záleží na pohlaví	Nezáleží na pohlaví	Celkem	Záleží na pohlaví (podíl)
Ia	46	85	131	35 %
Ib-2	46	85	131	35 %
IIIa	48	82	130	37 %
IIIb	48	82	130	37 %

Z porovnávání je patrné, že počty potřebných pracovníků jsou u všech variant téměř shodné. Ve variantách IIIa a IIIb se využívá více SSc na buňku, protože je vyšší podíl pracovníků, u nichž záleží na pohlaví.

4.2. Plocha stanoviště

Prostor potřebný pro stanoviště bude definován jako plocha pravouhelného mnohoúhelníku vymezeného prostorem s buňkami, prostorem pro organizaci fronty, a to včetně stolů pro přípravu, evakuačních koridorů atp., avšak bez části koridorů v QM vymezených jako „rezerva“, dále velínem a prostorem pro remote screening. Nebude brán v potaz prostor pro dodatečnou kontrolu zavazadla a prostor pro kabinky pro oddělenou kontrolu osob, neboť ten se nachází odděleně od zbývajících prostor, jeho velikost byla zadána a je u všech variant shodná, tato konstanta by tedy porovnávání variant neovlivnila. Způsob, jakým je vymezena plocha započítávaná do porovnávané plochy stanoviště, je patrný z obrázku 51, na němž je tato plocha červeně zvýrazněna.



Obrázek 51 – Vymezení porovnávané plochy stanoviště, zde u varianty Ia (vytvořeno autorem)

Tabulka 32 uvádí potřebnou celkovou plochu a také specifikuje, jaká část z ní je vymezena pro samotné „jádro“ stanoviště, tj. prostor pro provádění detekčních kontrol vymezený buňkami a vnitřní hranou prostoru pro dveře před nimi, kolik pro prostor QM včetně prostoru pro kontrolu vstupu a kolik prostor vymezený pro remote screening. Jelikož prostor vyhrazený pro remote screening lze v závislosti na požadované velikosti místnosti pro operátory využívat také jako další zázemí, např. sklad atp., bude toto kritérium bráno v potaz při dalším porovnávání.

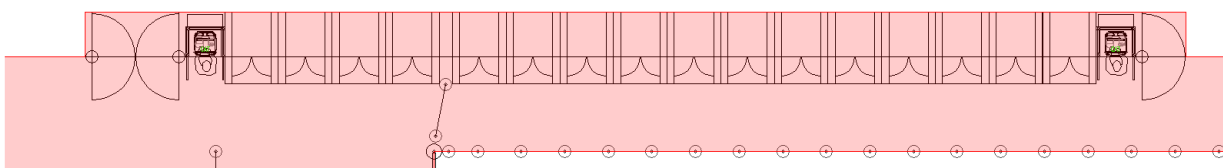
Tabulka 32 – Plocha potřebná pro jednotlivé varianty

Varianta	Plocha „jádra“ [m ²]	QM bez rezervy [m ²]	Remote screening [m ²]	Celková plocha stanoviště [m ²]
Ia	2631	1906	325	4862
Ib-2	2631	2066	325	5022
IIIa	2792	2041	260	5093
IIIb	3242	1612	239	5093

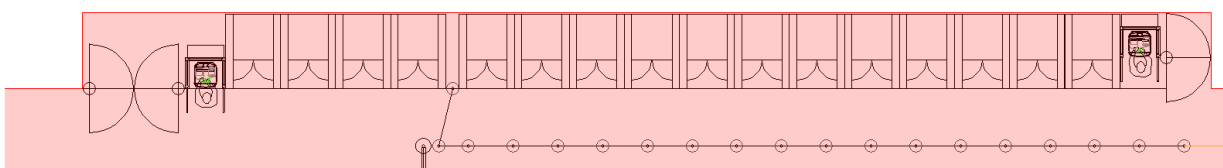
Plocha jádra stanoviště je největší u varianty IIIb v důsledku využití nejdelších tratí ze všech variant. Plocha vymezená pro umístění místnosti se zázemím pro remote

screening je ve všech variantách větší, než by bylo vyžadováno, a to buď o hodnotu v rozmezí 167,88–253,88 m² pro varianty s až 28 operátory, nebo o 137,4–223,4 m² pro varianty s až 40 operátory, jak bylo uvedeno v části 3.8, neboť navržený prostor QM v každé variantě nabízel různě velkou nevyužitou plochu. Tento prostor může být využit např. pro další zázemí a odpočinkovou místnost pro pracovníky, školicí místnosti atp. Varianty s větším prostorem vymezeným pro remote screening tak mohou být z hlediska komfortu pracovníků a možnosti dalšího rozvoje výhodnější, což bude zohledněno při dalším porovnávání variant.

Celková plocha je u variant IIIa a IIIb shodná, oproti variantám Ia a Ib-2 se liší v důsledku posunutí validátorů palubních vstupenek tak, že hrana stanoviště neprochází bodem umístění branky validátoru, ale až jejich zakončením. Tato úprava byla potřeba pro získání dostatečné kapacity QM na úkor prostoru před validátory. Problematiku posunutí validátorů palubních vstupenek pro získání kapacity QM na úkor zvětšení plochy stanoviště a zásahu do prostoru před validátory znázorňuje obrázek 52, který zachycuje podobu validátorů včetně podbarvení vymezené plochy stanoviště ve variantách Ia a Ib-2, a obrázek 53, který zobrazuje tutéž situaci pro variantu IIIb. Varianta IIIa pak vypadá obdobně, jen v ní nebylo potřeba pro zajištění průchodnosti prvního koridoru QM na rozdíl od varianty IIIb posouvat posilové stanoviště pracovníka kontroly vstupu více do prostoru před validátory.



Obrázek 52 – Umístění validátorů vůči hraně stanoviště ve variantě Ia (vytvořeno autorem)



Obrázek 53 – Umístění validátorů vůči hraně stanoviště ve variantě IIIb (vytvořeno autorem)

4.3. Porovnání jednotlivých variant

Porovnání jednotlivých variant podle stanovených parametrů přináší tabulka 33. Kromě kritérií stanovených v části 2.1 zde byla ve sloupci označeném QM přidána kapacita prostoru pro organizaci fronty před standardními buňkami v minutách (viz strana 111), přičemž potřebná hodnota je 10 min (podle SLA [35]). Následně je uvedena propustnost Fast Track buňky a kapacita QM před ní v minutách, zde SLA vyžaduje čekací dobu maximálně 5 min [35], proto je vhodné, aby měla tato část QM přinejmenším odpovídající kapacitu.



Tabulka 33 – Porovnání jednotlivých variant podle stanovených kritérií

Varianta	T [pax/h]	N _{ST} [—]	E _{ST} [pax/h/officer]	S [m ²]	E _{SP} [pax/h/m ²]	QM [min]	T (Fast Track) [pax/h]	QM (Fast Track.) [min]
Ia	4842	131	36,96	4888	0,99	11	538	10
Ib-2	4842	131	36,96	5074	0,95	11	538	10
IIla	4842	130	37,25	5093	0,95	11	807	7
IIlb	4842	130	37,25	5093	0,95	10	807	5

Je patrné, že díky stejné propustnosti, malým rozdílům v plochách způsobeným jen posunutím validátorů palubních vstupenek a přítomností nepotřebných koridorů v QM vyčleněných jako rezerva a podobnému počtu potřebných pracovníků se varianty navzájem liší pouze nepatrně. Je tomu především díky shodné propustnosti porovnávaných variant. Původním záměrem bylo navrhnout dvě různé konfigurace buňky pro jednu hodnotu propustnosti, tj. varianty Ia a Ib (resp. Ib-2) s propustností 538/h na buňku a varianty IIla a IIlb s propustností buňky 807 pax/h. Navržené propustnosti buněk vycházely z propustností navržených konfigurací tratě a propustností daných počtem SSc v buňce. Propustnost variant IIla a IIlb je však přesně 1,5násobkem propustnosti variant Ia a Ib-2, což nebylo původním záměrem a tato skutečnost vyplynula až z kombinace dílčích propustností v navrhovaných konfiguracích buněk. To vedlo k tomu, že pro dosažení požadované minimální propustnosti 4720 pax/h bylo ve variantách Ia a Ib-2 potřeba 1,5násobně více buněk o 1,5násobně menší propustnosti než u variant IIla a IIlb. Kvůli tomu je propustnost všech navrhovaných variant shodná a rozdíly v personální a prostorové efektivitě jsou tedy minimální.

V části 2.1 byla stanovena i další kritéria pro hodnocení návrhů. Jedním z nich je komfort cestujících. Ten je při porovnání variant ovlivněn zejména velikostí přípravných pozic, z tohoto hlediska jsou méně komfortní varianty Ia a IIla. Dále může mít vliv na komfort cestujících umístění sloupů v rámci buněk – ve variantě IIla zasahuje v každé buňce do prostoru mezi tratěmi pro odebírání a balení a zavazadel. U pěti ze sedmi buněk s automatickými tratěmi omezuje šířku koridoru pro průchod mezi tratí a stolem pro balení zavazadel, u zbývajících pěti bylo nutné tento stůl zmenšit. Ve variantě IIlb částečně omezují sloupky průchod v prostoru pro kontrolu osoby, druhý ze sloupů zasahujících do buňky v jedné z nich omezuje přístup k dohledávací stanici ze strany cestujícího. Varianty Ia a Ib-2 jsou z hlediska zasahujících sloupů pro cestující nejkomfortnější, neboť výrazněji nekomplikují průchod cestujícího buňkou, pouze je kvůli nim ve čtyřech z deseti buněk zmenšen stůl pro balení zavazadel. Vliv na komfort může mít i přítomnost stolů pro přípravu během čekání ve frontě. Ve variantách IIla a IIlb je velikost prostoru pro ně vyhrazeného omezena v prostředním segmentu QM.

Přítomnost sloupů nosné konstrukce má negativní vliv také na další stanovené kritérium, komfort bezpečnostních pracovníků. Ve variantě IIla sloupky ve standardních buňkách do prostoru mezi buňkami, ve kterém se pohybují pracovníci, nezasahují. Ve variantě IIlb omezují u některých buněk přístup k části tratě pro rozhodnutí a jedné dohledávací



stanici, u čtyř buněk pak omezují pohyb pracovníků v prostoru pro kontrolu osob. To může být obzvláště nepohodlné pro přehled pracovníků o tom, na kterou dohledávací stanici je nasměrován alarmový cestující, a to při zohlednění faktu, že se v těchto buňkách nacházejí tři SSc. V některých buňkách ve variantách Ia a Ib-2 omezují sloupy přístup k části alarmové tratě a ke kapacitnímu modulu za přípravnými pozicemi.

Na komfort pracovníků mají také vliv menší dohledávací stanice, které jsou umístěny u rentgenových tratí ve variantách Ia, Ib-2 a IIIa. Pozitivně komfort pracovníků může ovlivnit větší plocha prostoru vymezeného pro místnost pro remote screening, neboť nadbytečný prostor může být využit pro další zázemí zvyšující jejich komfort, např. větší odpočinkové místnosti atp.

Výše zmíněná kritéria komfortu cestujících a pracovníků shrnuje tabulka 34 – v případě nevýhody dané varianty v dané oblasti je v příslušné buňce tabulky uvedeno „-1“. Tabulka nezohledňuje zmíněnou plochu vyhrazenou pro místnost pro remote screening, neboť ta bude zohledněna v jiném porovnání dále.

Tabulka 34 – Komfort cestujících a pracovníků v jednotlivých oblastech podle variant

Varianta	Velikost přípravných pozic	Omezení komfortu cestujících dané sloupy	Přípravné stoly v QM	Omezení komfortu pracovníků dané sloupy	Velikost dohledávacích stanic	CELKOVÝ VÝSLEDEK
Ia	-1			-1	-1	-3
Ib-2				-1	-1	-2
IIIa	-1	-1	-1		-1	-4
IIIb		-1	-1	-1		-3

Dalším kritériem jsou provozní náklady (OPEX). Ty, jak již bylo popsáno v části 2.1, je obtížné v rámci této práce vyčíslit, pokud by měly být zahrnuty náklady na provoz jednotlivých zařízení z hlediska spotřeby elektrické energie, na spotřební materiál k nim, údržbu atp. Proto mělo být toto kritérium zohledněno především z hlediska mzdových a jiných nákladů na bezpečnostní pracovníky. Varianty IIIa a IIIb vyžadují o jednoho pracovníka méně, zato je potřeba u většího podílu pracovníků brát v potaz pohlaví kvůli paritě pohlaví při ruční prohlídce osoby. Lze tedy říct, že varianty jsou z hlediska OPEX srovnatelné, pokud jsou zohledněny pouze náklady na bezpečnostní pracovníky.

Také je složité komplexněji pojmut kritérium kapitálových nákladů (CAPEX) a uvést k němu konkrétní hodnotu. V rámci této práce totiž není možné určit rozdíly mezi variantami z hlediska nákladů na stavební úpravy atp. Nejsou ani známy konkrétní ceny jednotlivých detekčních zařízení, proto budou CAPEX vyjádřeny jejich počtem. Tabulka 35 shrnuje počty jednotlivých potřebných zařízení. U ATRS tratí není zohledněna konfigurace trati ani výrobce, neboť údaje o cenách a nákladech na sestavení jednotlivých modulů nejsou veřejně známy a obvykle se kalkulují na míru jednotlivým investorům. Jejich počet je tedy uveden pro porovnání počtu automatických tratí



a manuálních tratí, neboť automatické tratě obecně budou znamenat vyšší pořizovací náklady. Krátká manuální trať u velkokapacitního RTG v buňce PRM a prostoru pro dodatečnou kontrolu zapsaného zavazadla není započítána do počtu „hlavních“ manuálních tratí.

Tabulka 35 – Počty potřebných detekčních zařízení podle jednotlivých variant

Varianta	CT RTG	ATRS trať	Manuální trať	Velkokapacitní RTG	Ssc	WTMD	Dohledávací stanice SSc	ETD	LEDS
la	26	20	6	3	23	3	20	28	13
lb-2	26	20	6	3	23	3	20	28	13
IIla	20	14	6	3	24	3	21	36	10
IIIb	20	14	6	3	24	3	21	36	11

Z porovnání je patrné, že varianty la a lb-2 vyžadovaly více tratí, tedy i CT RTG, zároveň však u nich bylo potřeba o jeden SSc s dohledávací stanicí méně. Vzhledem k možnostem sdílení jednoho ETD mezi více stanicemi stanoveným v části 3.6 a konfiguraci dohledávacích stanic v jednotlivých variantách se výrazně lišil počet potřebných zařízení ETD ve variantách la a lb-2 a ve variantách IIIa a IIIb. Pro konkrétnější určení, která z variant je z hlediska CAPEX výhodnější, by bylo potřeba znát konkrétní pořizovací ceny jednotlivých zařízení anebo alespoň poměr mezi nimi, což, jak již bylo uvedeno v části 2.1 v rámci této práce možné. Bylo by totiž potřeba zjistit poměr mezi cenou jednoho zařízení ETD a jedním CT RTG na ATRS trati, aby bylo možné ověřit, zda se rozdíly v počtech zařízení vzájemně kompenzují. Na kritérium CAPEX tedy nebude, vzhledem k omezeným možnostem formulování závěrů na základě výše uvedených porovnání a skutečností, kladen nadále důraz.

Následující tabulka 36 přináší srovnání na základě kritérií zmíněných v této části práce. Některé z nich již byly zmíněny v předchozích tabulkách. Kapacita QM je nyní uvedena pouze jako rozdíl mezi čekací dobou podle SLA a čekací dobou, která odpovídá maximální kapacitě koridorů (bez případné rezervy). Například, vzhledem k tomu, že se počítá s maximální čekací dobou 10 minut, v případě, že kapacita QM pojme 11minutovotu frontu, bude v této buňce tabulky uvedena hodnota 1 min. Uvedeny jsou dvě hodnoty, ve sloupci QM jde o hodnotu odpovídající standardním buňkám, ve sloupci QM FT jde o hodnotu pro Fast Track buňku. Propustnost Fast Track buňky je uvedena ve sloupci označeném jako T FT.

V tabulce je zohledněna i velikost prostoru vyhrazeného pro remote screening (sloupec označený RS), neboť ten umožňuje, jak již bylo řečeno, v případě dostatečné plochy umístit zde i další doplňkové prostory, případně jej využít pro případný rozvoj a přestavby stanoviště. Posledním uvedeným kritériem je složitost organizace toku cestujících, což souvisí zejména s počtem SSc v buňce a soustředění většího množství cestujících na jedno místo, jak bylo popsáno v předcházejících částech této práce. Výhodnější varianty z tohoto hlediska byly ohodnoceny 1, méně výhodné dvě varianty byly ohodnoceny 0.



Tabulka 36 – Porovnání jednotlivých variant podle stanovených kritérií

Varianta	E _{ST} [pax/h/officer]	E _{SP} [pax/h/m ²]	QM [min]	QM FT [min]	T FT [pax/h]	Komfort [-]	RS [m ²]	Organizace toku pax [-]
Ia	36,96	0,99	1	5	538	-3	325	1
Ib-2	36,96	0,95	1	5	538	-2	325	1
IIIa	37,25	0,95	1	2	807	-4	260	0
IIIb	37,25	0,95	0	0	807	-3	239	0

Tabulka 37 pak představuje tutéž tabulku, avšak hodnoty byly vyděleny maximální hodnotou v daném sloupci, čímž vznikla relativizované hodnoty. U kritéria „komfort“ by tento postup nebyl aplikovatelný kvůli zápornému znaménku, proto byla ke každé hodnotě přičtena absolutní hodnota minimální hodnoty sloupce (tzn. 4) a teprve poté bylo postupováno stejným způsobem jako u ostatních hodnot. Tím bylo zachováno logické převedení variant na relativní hodnotu 0–1 v pořadí podle výhodnosti varianty.

V tabulce 37 byl také přidán sloupec, který uvádí součet relativizovaných hodnot z intervalu 0–1 v celém řádku a který umožňuje celkové porovnání variant.

Tabulka 37 – Celkové porovnání jednotlivých variant podle stanovených kritérií

Varianta	E _{ST}	E _{SP}	QM	QM FT	T FT	Komfort	RS	Organizace toku pax	SOUČET
Ia	0,99	1,00	1,00	1,00	0,67	0,50	1,00	1,00	7,16
Ib-2	0,99	0,96	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	1,00	7,62
IIIa	1,00	0,96	1,00	0,40	1,00	0,00	0,80	0,00	5,16
IIIb	1,00	0,96	0,00	0,00	1,00	0,50	0,74	0,00	4,20

V závislosti na požadavcích provozu by teoreticky bylo možné klást na uvedená kritéria různé váhy, což by celkový součet ohodnocení v jednotlivých kritériích významně ovlivnilo. Pokud by však všechna uvedená kritéria měla stejnou váhu, nejvhodnější variantou by se stala varianta Ib-2, následně varianta Ia, poté varianta IIIa a nejhorších výsledků dosahuje varianta IIIb. To je způsobeno horší organizací toku oproti variantám Ia a Ib., neboť je cestující v buňce nutné rozdělovat nejprve mezi 10 přípravných míst a následně mezi tři SSc. Tuto nevýhodu sdílí varianta IIIb i s variantou IIIa. Ta je méně výhodná z hlediska komfortu cestujících kvůli menším přípravným pozicím a dohledávacím stanicím. U varianty IIIb je navíc QM kvůli delším automatickým tratím navržen pouze přesně na požadovanou kapacitu a v případě příchodu většího množství cestujících v krátkém časovém intervalu hrozí tvorba fronty i mimo prostor stanoviště, tj. před prostorem kontroly vstupu.

Výhodnější než varianty IIIa a IIIb jsou tedy varianty Ia a Ib-2. Ty umožňují snadnější organizaci toku cestujících, neboť využívají pouze 2 SSc v jedné buňce. Navíc při výpadku jedné tratě či buňky např. v důsledku technické poruchy dochází k nižší ztrátě propustnosti než v případě variant s buňkami s vysokou propustností. Varianta Ib-2 ve



srovnání s variantou Ia nabízí větší kapacitu QM, je však nutné podotknout, že je to díky tomu, že u varianty Ia byl nadbytek kapacity takový, že bylo možné přesunout část koridorů do „rezervy“, která nebyla započítávána do prostoru stanoviště. Varianta Ib-2 toto neumožňovala, neboť do rezervy bylo možné přesunout pouze menší část koridorů v QM, v důsledku čehož by bylo nutné změnit bod vstupu cestujících do jednotlivých koridorů a tok cestujících by tak nebyl veden jednotlivými segmenty QM logicky. i při ignoraci tohoto kritéria však varianta Ib-2 dosahuje lepších výsledků, a to díky vyššímu komfortu cestujících a menšímu riziku nižšího využívání přípravných pozic, než s jakým bylo při návrzích počítáno, což je způsobeno využitím větších rozměrů přípravných pozic.

Varianta Ib-2 tedy bude nadále označena jako hlavní varianta návrhu stanoviště. Ostatní varianty budou řazeny podle jejich výsledků ve stanovených kritériích, další nevhodnější tedy bude varianta Ia, dále varianta IIIa a jako čtvrtá varianta IIIb. Výkresy stanoviště v jednotlivých variantách jsou uvedeny v příloze č. 4 k této práci, řazeny jsou podle výše popsaného pořadí.

4.4. Limitace návrhu

Zvolená metodika a postup návrhu stanoviště byly limitovány na data o propustnostech jednotlivých detekčních zařízení a jejich dostupnost. Proto bylo při návrhu počítáno pouze s jedním konkrétním typem SSc a CT RTG. V případě využití jiných typů by se pravděpodobně mírně lišily výsledné konfigurace automatických tratí. K rozdílům by také mohlo dojít v závislosti na typu letiště nebo jeho lokalitě – např. počet svrchních oděvů v závislosti na podnebí či zastoupení různých typů cestujících podle jejich obeznámenosti s procesem bezpečnostní kontroly významně ovlivňují propustnost přípravných míst a hodnotu IPP.

Dalším limitujícím faktorem byla dostupnost informací o rozměrech a podobě jednotlivých modulů rentgenových tratí. Tato práce vycházela z dostupného dokumentu od TSA z roku 2023 [52]. V případě využití jiných než tří uváděných výrobců ATRS tratí by se možné konfigurace a rozměry tratí také změnily.

Zásadní limitací v rámci zvoleného postupu návrhu byla teoretická propustnost SSc, pokud by žádný cestující neměl alarm, která byla získána z části dat (viz část 2.4.2) a která byla použita pro určení možného počtu dohledávacích stanic. Pokud by totiž všechny alarmy mohly být řešeny pouze na dohledávacích stanicích, propustnost SSc by byla dána počtem cestujících, kteří v něm mohou být za jednotku času skenováni bez ohledu na výsledek kontroly. Výrobce uvádí možnost připojit k jednomu SSc až 4 dohledávací stanice [50], z používaných dat však vyplývalo, že je efektivní připojení pouze jedné dohledávací stanice. To bylo dáno prodlevou mezi dvěma skeny, jejichž výstupem nebyl alarm, která trvala bez doby potřebné pro samotné skenování 9–10 s (viz část 2.4.2), přičemž tato hodnota by se v důsledku větší informovanosti cestujících o detekční kontrole tímto zařízením a větší zkušenosti s jeho využíváním ze strany bezpečnostních pracovníků mohla v delším časovém horizontu snižovat. Díky tomu by byla zvýšena propustnost jedné sestavy SSc + dohledávacích stanic, což by mohlo vést ke snížení



počtu SSc v jedné buňce ve variantách IIIa a IIIb pouze na dva. Tím by mohla být eliminována jedna z jejich zásadních nevýhod – komplikovanost směrování toku cestujících do tří SSc tak, aby byly využity rovnoměrně a dostatečně efektivně. Takováto změna by však vynucovala kompletní rekonfiguraci prostoru kontroly osoby v buňce, neboť by bylo možné zúžit buňku o prostor potřebný pro jeden SSc, zároveň by však bylo nutné v rámci prostoru pro umístění kontroly osoby vymezit více prostorů pro dohledávací stanice SSc a ruční prohlídku osob.

4.5. Nekonvenční přístupy

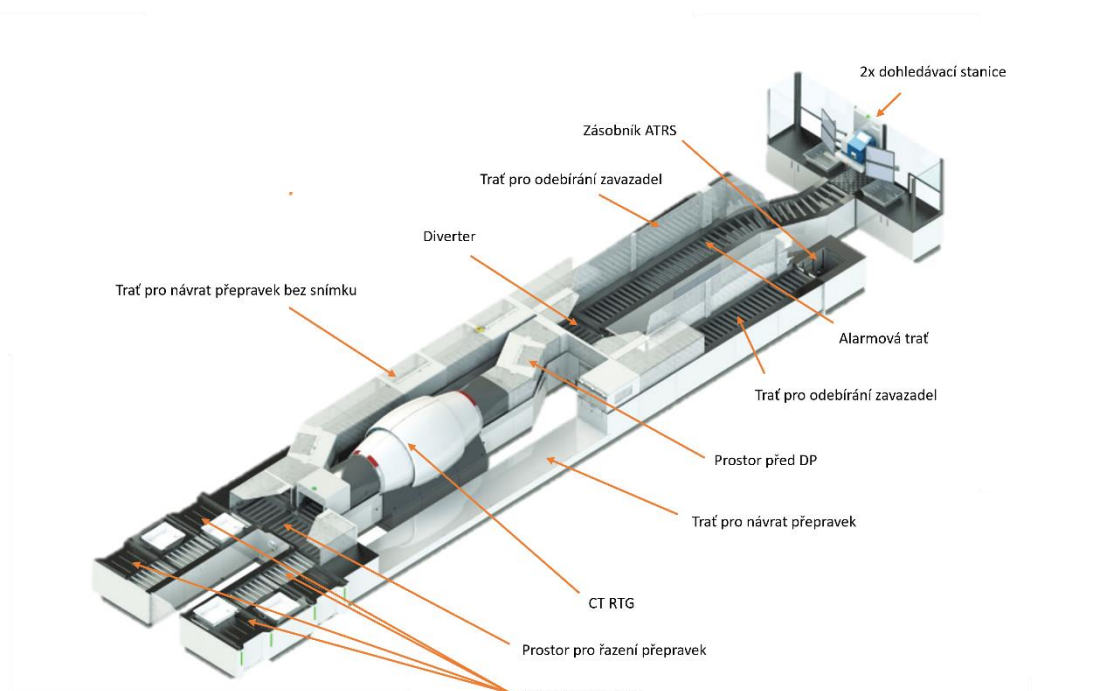
Z navržených variant je patrné, že přiblížit se k teoretické maximální propustnosti zařízení CT, je komplikované, neboť takto vysoká propustnost trati vyžaduje dlouhou trať, velký počet přípravných míst a vysokou propustnost kontroly osoby, což vede ke zmíněným problémům se směrováním toku cestujících a dalším nevýhodám zmíněným např. u navržených variant IVa a IVb.

Jedním ze způsobů, jak více využít teoretickou maximální propustnost jednoho zařízení CT RTG, aniž by došlo ke komplikacím se soustředěním velkého počtu cestujících do jednoho prostoru pro kontrolu osoby mezi dvěma tratěmi, je využití nekonvenčních přístupů. Ty mohou buď zcela opouštět konvenční přístup s rentgenovými tratěmi a prostory pro kontrolu osoby organizovanými do jednotlivých buněk, nebo alespoň nekonvenčním způsobem soustředit přepravky se zavazadly a dalšími kontrolovanými předměty z více rentgenových tratí do jednoho zařízení CT.

4.5.1. PAX MX2

Může jít například o využití jednoho CT RTG na speciální trati, která de facto nahrazuje dvě tratě, tak jako je to u trati PAX MX2 výrobce Vanderlande, která je zobrazena na obrázku 54. Tato varianta byla poprvé implementována na letišti ve Frankfurtu v roce 2023 [71]. Zahrnuje dvě dohledávací stanice a čtyři přípravná místa, kdy dvě z nich jsou vždy na jedné podélné polovině, tzn. nahrazují trať v levé buňce z dvojice, druhá polovina pak přísluší pravé buňce.

Její výhodou je také možnost využití trati pro návrat přepravek, u nichž nebyl např. kvůli technické chybě vytvořen rentgenový snímek či u kterých po jejich načtení v diverteru chybí informace o vytvořeném rentgenovém snímku a vyřazení či nevyřazení přepravky. Na konvenčních automatických tratích je takováto přepravka vyřazena na alarmovou trať a pro opětovnou detekční kontrolu je nutné ji přenést na začátek trati manuálně bezpečnostním pracovníkem.



Obrázek 54 – Schéma trati PAX MX2 [72] (popisky přeloženy autorem)

Tato trať bude dosahovat propustnosti dané 4 přípravnými pozicemi, tzn. obdobně jako u navržených variant A1, B2 a C2 propustnosti 400 pax/h. Nicméně tato hodnota se z hlediska kontroly osoby rozdělí mezi dvě buňky. Kontrola osoby v buňce mezi dvěma tratěmi typu PAX MX2 bude muset mít propustnost 400 pax/h, nikoliv 800 pax/h. Bude tedy zapotřebí jen dvou SSc. Zároveň však tato propustnost bude připadat na jedno zařízení CT RTG, nikoliv na dvě jako u konvenčních variant.

Prostorovou efektivitu tohoto typu trati bylo obtížné vyhodnotit. Vzhledem ke skutečnosti, že se jedná o poměrně nový a unikátní koncept, nelze čerpat z veřejných zdrojů potřebné informace o rozměrech jednotlivých částí tratě, jako to bylo učiněno u tratí navrhovaných v této práci. Stejná příčina vedla k nemožnosti vytvořit výkres takovéto varianty a plnohodnotně ji zařadit mezi ostatní zmiňované varianty návrhu.

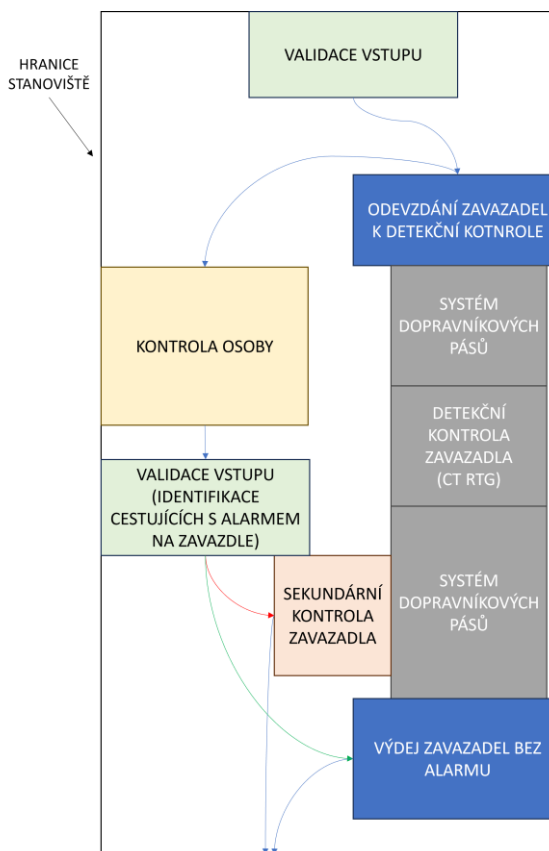
Tento návrh by mohl mít pozitivní vliv na prostorovou efektivitu, neboť namísto dvou tratí by využíval pouze jednu. V zadaném prostoru by však mohlo být problematické umístění buněk složených z tohoto typu tratě vzhledem ke sloupům, neboť dvě na sobě v podstatě nezávislé tratě mají obecně větší flexibilitu v umísťování mezi sloupy než jedna širší trať. Důležité by také bylo vyřešit problém s přístupností dohledávací stanice z vnitřku buňky, tj. že dohledávací stať je na rozdíl od standardních automatických tratí přístupná z prostoru, ve kterém se pohybují cestující, což zvyšuje nároky na ostražitost bezpečnostních pracovníků, aby cestující nemohl zasáhnout do nezkontrolovaných zavazadel v případech, kdy by se vlivem různých provozních situací musel pracovník od jedné z dohledávacích stanic vzdálit.



Jednou z možností dalšího vývoje návrhů stanovišť je vyšší automatizace a s ní spojená redukce počtu potřebných bezpečnostních pracovníků. Americký úřad TSA spustil v březnu 2024 pilotní provoz samoobslužné buňky na stanovišti bezpečnostní kontroly na letišti v Las Vegas [73]. Tato buňka využívá trati typu PAX MX2 doplněné o obrazovky s animacemi nahrazujícími pracovníka na přípravě, také je využit samoobslužný režim u SSc typu QPS 201. Vyvíjejí se však i samoobslužné koncepty využívající malé RTG a zcela opouštějící konvenční traťové koncepty, např. koncept společnosti Micro-X [74].

4.5.2. Koncept podle Stage Gate 11

Nizozemský výrobce detekčních technologií Stage Gate 11 přišel s myšlenkou reagující na problém nevyváženosti teoretické maximální kapacity zařízení CT a SSc, který je popisován v této části. Myšlenkou této firmy je kompletní oddělení procesu kontroly osoby od kontroly zavazadla [75]. Jde v podstatě o koncept obdobný odbavení zapsaného zavazadla, které cestující odbaví na odletovém letišti a které poté putuje systémem dopravníkových pásů a kapacitních karuselů v třídírně zavazadel, přičemž je podle aktuální kapacity směřováno do jednoho z rentgenů na zapsaná zavazadla. V případě potřeby další detekční kontroly je z tohoto systému vyřazeno, v případě absence potřeby další kontroly zavazadlo může pokračovat na karusel přidělený pro příslušný let, odkud je odvezeno do příslušného letadla. Návrh Stage Gate 11 se podobá tomuto konceptu, kdy všichni cestující na stanovišti bezpečnostní kontroly odevzdají svá kabinová zavazadla na jednom místě obdobným přípravným místům rentgenových tratí, kde je přepravka s jejich zavazadlem a případně i dalšími předměty přiřazena k jejich identitě, což může být provedeno například prostřednictvím palubní vstupenky či v budoucnu spíše na základě biometrického údaje. Zavazadla následně putují systémem dopravníkových pásů k CT RTG, mezi která jsou rozdělena tak, aby zařízení CT byla optimálně využita. Cestující mezitím pokračují do jiné části stanoviště, kam je soustředěna detekční kontrola všech osob. Při opouštění tohoto prostoru procházejí určitou formou validace vstupu. V případě, že jejich zavazadlo bylo vyřazeno k dodatečné kontrole, jsou na toto systémem validace vstupu do další části stanoviště upozorněni a nasměrováni do prostoru dohledávacích stanic, které jsou opět všechny centralizovány na jednom místě. V případě, že zavazadlo cestujícího nepodléhalo další kontrole, může pokračovat dále do prostoru výdeje zavazadel. Schematická představa tohoto stanoviště vytvořená autorem na základě konceptu společnosti Stage Gate 11 je znázorněna na obrázku 55. Šipky znázorňují předpokládaný tok cestujících mezi jednotlivými dílčími procesory. Za kontrolou osoby bude prostřednictvím identity cestujícího (palubní vstupenka, biometrika) ověřeno, zda se má daný cestující dostavit k další kontrole zavazadla či předmětů v přepravce, v takovém případě je nasměrován k prostoru sekundární kontroly zavazadla (červená šipka), anebo zda jsou jeho zavazadla v pořádku a může si je převzít na trati, respektive spíše kapacitním karuselu pro výdej zavazadel (zelená šipka).



Obrázek 55 – Schéma konceptu stanoviště podle Stage Gate 11 (vytvořeno autorem podle [75])

Jelikož tato společnost veřejně neuvádí žádnou dosavadní implementaci tohoto konceptu ani další technické podrobnosti k ní, je obtížné ji bez znalosti jakýchkoliv konkrétních rozměrů navrhovat. Pokud je požadovaná propustnost stanoviště 4720 pax/h, pak je při uvažovaném času přípravy a využití přípravných míst (viz část 2.5) potřeba alespoň 48 přípravných míst. Počet kusů CT RTG je dán teoretickou maximální propustností CT RTG, která činí při uvažovaném IPP 612 pax/h (viz část 2.5). Bude tedy potřeba alespoň 8 CT RTG. Dohledávacích stanic bude potřeba alespoň 16. Trať pro odebrání zavazadel musí být dlouhá přinejmenším natolik, aby při průměrné délce balení zavazadel 38 s pojmul alespoň 51 cestujících současně, při IPP 1,4 tedy musí pojmout alespoň 72 přepravek.

Variantně by také mohlo být uvažováno s konceptem, že by jeden cestující měl pouze jednu přepravku, do které by umístil všechna zavazadla a předměty. Ta by tedy musela mít dostatečné rozměry, aby tato zavazadla a předměty pojmul. To by usnadnilo organizaci provozu, neboť každému cestujícímu by byla přiřazena právě jedna přepravka, díky čemuž by se IPP rovnalo jedné a bylo by v prostoru výdeje zavazadel možné zařídit koncept obdobný přípravným místům – cestující by byl v místě validace vstupu do další části stanoviště nasměrován buď na konkrétní dohledávací stanici, kam by byla jeho jediná přepravka směřována, anebo by byl nasměrován do prostoru výdeje zavazadel na konkrétní místo, kde by našel svou jedinou přepravku. Těchto prostorů by tedy byla potřeba alespoň 51.



4.6. Ověření navrhovaných řešení

Vzhledem k vysokým nákladům na pořízení používaných technologií není možné ověření návrhu reálnou implementací, proto bylo nutné validovat navrhované propustnosti na základě dostupných dat. Používaná data byla naměřena v reálném provozu navrhovaných typů zařízení, avšak tato zařízení se v tomto provozu používala v jiných konfiguracích. Byly proto využity dílčí propustnosti v jednotlivých fázích procesu. Následně jsem vytvořil validační tabulku, která uvádí počet těchto dílčích procesorů v rámci navrhované konfigurace. Ve validační tabulce je následně spočítána propustnost dané konfigurace rentgenové trati a celé buňky jako celku, přičemž tato propustnost odpovídá minimální hodnotě z propustností všech dílčích procesorů, na které je konfiguraci možné rozdělit. Data, ze kterých bylo vycházeno, jsou podrobněji popsána v části 2.5. Vyhodnocení bylo provedeno v tabulkovém procesoru Microsoft Excel, ukázkou z listu s validační tabulkou s rozepsanými používanými vzorci zachycuje obrázek 56.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	ZAVAZADLO			BUNKA				VALIDACE	
2	Průměrný čas přípravy [s]	31,00		TRATĚ				Splnění zadané propustnosti	$F17 >= B14$
3	Využití přípravných pozic	86,50%		Počet				Dostatečná kapacita operátorů v CIP	$(F17+F18) <= F15$
4	IPP	1,40	Příprava		6	$E4 * FLOOR.MATH(B3 * 3600 / B2)$		Dostatečná kapacita QM	$F20 >= ((F17 + F18) / 6)$
5	Průměrný DT [s]	10,50		Délka v m					
6	Průměrný čas odebírání zavazadel [s]	38,00	Odebírání zavazadel		8	$FLOOR.MATH(E6 / 0,64 / B4) * FLOOR.MATH(H(B3 * 3600 / B6))$			
7	Průměrný čas sekundární kontroly zavazadla	82,00		Počet		Celkem			
8	Podíl alarmů	9,80%	Dohledávací stanice		2	$E8 * FLOOR.MATH(FLOOR.MATH(3600 / B7 / B4) * 1 / B8)$			
9				Počet s 1 PC					
10	OSOBA		Osoba (SSc)		2	$269 * E10$			
11	Propustnost SSc s 1 dohledávací stanicí	269,00							
12				PROPUSTNOST BUNKY		$MIN(F4; F6; F8; F10)$			
13									
14	POŽADOVANÁ PROPSUTNOST	4720,00							
15					Počet				
16				Operátoři v CIP	25	$E15 * FLOOR.MATH(3600 / B5)$			
17					Počet				
18				Standardní buňky	9	$F10 * E17$			
19				Fast Track	1	$F12 * E18$			
20				Kapacita QM (standardní část + FT)		1077,00			

Obrázek 56 – Ukázkou zpracování validační tabulky v tabulkovém procesoru Excel (vytvořeno autorem)

V levé třetině tabulky jsou zadány vstupní parametry na základě dostupných dat a požadovaná propustnost. V prostřední části tabulky se poté zadávají počty jednotlivých částí stanoviště v rámci buňky anebo celého stanoviště. V krajním sloupci jsou vypočítány jednotlivé dílčí propustnosti a následně i propustnost celé buňky či stanoviště. V posledním řádku je zadána navržená kapacita QM. Levá část porovná



požadované hodnoty, a to zadané nebo případně spočítané na základě navržených parametrů, s dosahovanými hodnotami na navrženém stanovišti. V případě, že je podmínka splněna, vypíše logické pravda, v opačném případě nepravda. U všech čtyř navržených variant byly výsledky této validace pozitivní, tj. všechny navržené varianty splňují zadanou propustnost, disponují dostatečně kapacitním prostorem pro organizaci fronty a počítají s dostatečným počtem operátorů RTG v režimu CIP. Bylo také ověřeno, zda splňují prostorové nároky, tj. zda jsou umístitelné v zadaném prostoru.

4.6.1. Ověření na základě srovnání se stavem v zahraničí

Návrhy v této práci vycházely z definovaných dat a postupů výpočtu propustností jednotlivých částí stanoviště. Je nicméně možné, že v praxi se při návrhu stanoviště díky dostupnosti většího množství dat využívá jiných postupů a metodik. Bylo proto vhodné validovat navrhované konfigurace s těmi již využívanými, vzhledem k tomu, že v ČR se stanoviště s těmito technologiemi dosud nevyužívají, s těmi v zahraničí. Získat data o propustnostech a informace o podobě konfigurací z jiných letišť, na kterých jsou implementovány tyto konkrétní modely CT RTG a SSc, však pro účely této práce nebylo možné. Vycházel jsem proto z veřejně dostupné případové studie implementace nových technologií představovaných stejnými zařízeními, které jsou využívány v této práci, na letišti v Mnichově, konkrétně v terminálu 2. Zmiňovanou případovou studii [76] zveřejnila společnost Daifuku Airport Technologies, která pro mnichovské letiště návrh nového konceptu stanoviště s názvem konceptu „Smart Security Lanes“ vytvořila. Společnost Daifuku vlastní jednoho z výrobců automatických tratí zmiňovaného v této práci, společnost Scarabee. Stanoviště v Mnichově tedy využívá tohoto typu tratí.

Jedna buňka využívá dvou SSc QPS 201. Počet dohledávacích stanic není uveden a není ani patrný ze snímků přiložených k této případové studii. Řešením neuvažovaným v této práci, které se v Mnichově aplikuje, je přidání malého RTG do prostoru pro kontrolu osoby. Díky němu je možné provést detekční kontrolu předmětů nalezených např. v kapsách oděvu cestujícího během ruční prohlídky osoby přímo v prostoru pro kontrolu osoby a není nutné předměty odesílat ke kontrole v přepravce na automatické trati. Navržené šířky buněk by umístění takového malého RTG bez narušení servisních zón či bez změny velikosti prostorů vymezených pro ruční prohlídku osoby neumožňovaly.

Rentgenové tratě disponují čtyřmi přípravnými pozicemi a dvěma dohledávacími stanicemi. Počty ostatních modulů nejsou uvedeny ani je není možné spolehlivě určit z dostupných fotografií. Na základě počtu přípravných míst a dvou dohledávacích stanic je však zřejmé, že se jedná o trať obdobnou nebo stejnou jako trať od společnosti Scarabee v navrhované variantě IIb. Společnost Daifuku uvádí propustnost buňky v této konfiguraci 520 pax/h [77]. Varianta IIa v této práci ovšem byla navržena se třemi SSc. Pokud je tedy limitujícím procesem kontrola osoby, pak návrhy v této práci odpovídají hodnotám uváděným případovou studií z Mnichova – v této diplomové práci byla uvažována propustnost buňky se dvěma SSc 538 pax/h, pro srovnání v Mnichově je tedy uvažováno 520 pax/h. Je ovšem nutné podotknout, že zatímco v této práci byly k tomuto



počtu SSc a pro tuto propustnost navrhnutý tratě se třemi přípravnými místy a jednou dohledávací stanicí, v Mnichově byly využity čtyři přípravné pozice a dvě dohledávací stanice na trať. Patrně tedy při návrhu stanoviště v Mnichově bylo vycházeno z konzervativnějších hodnot délky přípravy či sekundární kontroly zavazadla anebo hodnoty IPP. Nabízí se tedy hypotéza, že oproti datům používaným v této práci cestující na mnichovském letišti dosahují jiné průměrné délky přípravy, že je tamější podíl alarmů na zavazadle vyšší nebo jedna sekundární kontrola zavazadla trvá v průměru déle, kterou by bylo potřeba ověřit srovnávacím měřením. Srovnání s případovou studií z Mnichova nicméně ověřuje, že propustnost buňky se dvěma SSc byla v této práci stanovena správně.



5. ZÁVĚR

V této práci byla navržena podoba stanoviště bezpečnostní kontroly, pro něž byly výchozími podmínkami specifikace prostoru určeného pro stanoviště, minimální propustnost a primární využití CT RTG s EDSCB C3 pro kontrolu kabinových zavazadel a SSc pro kontrolu osob.

Během postupu návrhu musel být vybrán jeden konkrétní CT RTG a jeden konkrétní SSc, a to jednak kvůli omezení počtu variant a možných kombinací zařízení, kterých by při zvažování všech certifikovaných zařízení bylo veliké množství, a jednak kvůli dostupnosti dat k jejich propustnosti, aby bylo možné tato zařízení implementovat podle požadavků kladených na stanoviště. Byla stanovena metodika výpočtu propustností, při jejímž stanovování jsem částečně navazoval na svou bakalářskou práci zabývající se efektivitou implementace CT RTG s EDSCB C3.

Na základě stanoveného postupu a metodiky jsem následně vytvořil 135 variant rentgenových tratí a na základě jejich parametrů, zejména propustnosti, personální efektivity a prostorové efektivity, jsem pro ty nevhodnější konfigurace vypracoval i návrh prostoru pro kontrolu osoby. Tyto tzv. buňky byly rozmístěny v prostoru stanoviště a doplněny specializovanými buňkami pro kontrolu zvláštních typů cestujících a osob jiných než cestujících procházejících stanovištěm.

Rozmístění buněk bylo značně limitováno přítomností sloupů nosné konstrukce budovy, kvůli kterým bylo nutné přistoupit k modifikacím jednotlivých buněk. Největší komplikaci představovala varianta lb, která musela být upravena i co se využívaných rentgenových tratí týče. Vliv umístění sloupů v buňce na komfort cestujících a pracovníků byl zohledněn při následném porovnání variant.

Dále byl navržen prostor pro organizaci fronty s dostatečnou kapacitou pro předpokládanou maximální čekací dobu. Všechny navržené varianty disponují větší kapacitou tohoto prostoru, než bylo vyžadováno, ne však tak velkou, aby vynucovala zrychlování chůze cestujících kvůli příliš dlouhým koridorům. V rámci prostoru pro organizaci fronty byly vymezeny stoly pro možné umístění stolů pro přípravu během čekání ve frontě a také prostor, v němž bude možné umístit místnost pro dálkové vyhodnocování rentgenových snímků (remote screening).

Varianty byly podle stanovených kritérií porovnány. Jako nejvýhodnější byla označena varianta lb-2 využívající 9 standardních buněk s propustností 538 pax/h na buňku. Další tři varianty byly označeny jako možné alternativy. Varianty se třemi SSc v buňce byly hodnoceny hůře především kvůli složitosti směrování toku cestujících mezi jednotlivé SSc a větší ztrátě propustnosti při výpadku jedné z tratí/buněk.

Nevýhodou navržených variant však může být nevyužití kapacity CT RTG naplno vzhledem k teoretické maximální propustnosti. Proto byla v rámci diskuze limitací návrhu zmíněna nekonvenční řešení, která tyto limitace mohou do budoucna redukovat.



Jejich komplexnější zvážení jako dalších variant pro porovnání s ostatními navrženými variantami ovšem nebylo možné kvůli nedostupnosti dat, neboť se jedná o nově a málo využívané nebo dosud neimplementované koncepty a analýza efektivity jejich implementace může být námětem dalšího výzkumu.

Navržené varianty byly ověřeny, součástí ověření bylo i porovnání s implementací využívaných technologií na stanovišti bezpečnostní kontroly v Mnichově, kde konfigurace se dvěma SSc dosahovala propustností 520 pax/h, což je velmi podobný výsledek navrhované variantě se dvěma SSc s propustností 538 pax/h. Navržená varianta se ovšem od mnichovské implementace lišila v konfiguraci rentgenové tratě. Pro dosažení navrhované propustnosti je proto nutné zajistit, že přípravná místa budou opravdu efektivně využívána, tj. míra jejich využití bude dosahovat přinejmenším 86,5 %. S tím bylo při návrzích počítáno, např. prostor pro organizaci fronty byl plánován tak, aby před každou tratí vždy vyčkávalo alespoň tolik cestujících, kolik je přípravných míst.

Navržené stanoviště v hlavní variantě Ib-2 představuje moderní pojetí stanoviště využívající nejnovějších technologií, splňuje zadanou propustnost a využívá zadaný prostor i s určitou rezervou kapacity v rámci prostoru pro organizaci fronty pro delší frontu při případné delší čekací době a pro možnost zřízení dalšího zázemí či skladu v rámci prostoru vymezeného pro místnost pro dálkové vyhodnocování snímků.



Citovaná literatura

- [1] KOVERDYNŠKÝ, Bohdan. *Letecká security: historie, organizace, standardy a postupy. Svět křidel*. Cheb: Svět křidel, 2014. ISBN 978-80-87567-51-7.
- [2] ELIAS, Bartholomew. *Airport and Aviation Security: U. S. Policy and Strategy in the Age of Global Terrorism*. Taylor & Francis Group, 2009. ISBN 9781420070293.
- [3] Prováděcí nařízení Komise (EU) 2015/1998 ze dne 5. listopadu 2015, kterým se stanoví prováděcí opatření ke společným základním normám letecké bezpečnosti. In: *EUR-Lex*. 2023. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=CELEX:02015R1998-20230401>. [cit. 2024-03-03].
- [4] WRIGHT, Stephen J. *Aviation safety and security: utilising technology to prevent aircraft fatality*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2021. ISBN 978-0-367-27519-8.
- [5] HAAS, David J. Electronic Security Screening: Its Origin with Aviation Security 1968-1973. *Journal Applied Security Research*. 2010, roč. 5, č. 4, s. 460–532.
- [6] *Letiště příštího století*. [film]. Tvůrci Václav Vaněček, Jiří Friedrich, Vojtěch Pelák, Josef Nekvasil a Jan Boněk. Česko: Česká televize, 1997.
- [7] *Archiv ČT24: Co zažilo ruzyňské letiště*. [TV]. Česko: Česká televize, 2017. Dostupné také z: <https://www.ceskatelevize.cz/porady/10116288585-archiv-ct24/217411058210016/>.
- [8] KEAN, Thomas H. a HAMILTON, Lee et al. *The 9/11 Commission report: final report of the National Commission on Terrorist Attacks upon the United States*. Washington, DC: National Commission on Terrorist Attacks upon the United States, 2004. Dostupné také z: <https://www.9-11commission.gov/report/911Report.pdf>.
- [9] *Federal Police: Security Check*. Online. Hamburg Airport. Dostupné z: <https://www.hamburg-airport.de/en/depart-arrive/security-check-metanavi/security-check>. [cit. 2023-10-14].
- [10] *Sicherheitsbeauftragte der Flughafenpolizei*. Online. Kanton Zürich. Dostupné z: <https://www.zh.ch/de/arbeiten-beim-kanton/ein-kanton-viele->



- [moeglichkeiten/sicherheitsdirektion/arbeiten-bei-der-kantonspolizei/sicherheitsbeauftragte-der-flughafenpolizei.html](#). [cit. 2023-10-14].
- [11] *Aviation Security in the United States 2001–13*. Online. In: Encyclopedia Britannica. 2013. Dostupné z: <https://www.britannica.com/technology/airport/Airport-security>. [cit. 2024-02-25].
- [12] PASSENGER SCREENING TASK FORCE ARCHITECTURE AND TECHNOLOGY WORKGROUP. *Security Checkpoint Layout Design / Reconfiguration Guide*. Transportation Security Administration, 2006. Dostupné také z: <https://crp.trb.org/acrpwebresource2/tsa-security-checkpoint-layout-designreconfiguration-guide/>.
- [13] MUSIL, Lukáš. *Letecké katastrofy a jejich vyšetřování 02*. Praha: REGIA, 2019. ISBN 978-80-87866-43-6.
- [14] ABUZA, ZACHARY. Tentacles of Terror: Al Qaeda's Southeast Asian Network. Online. *Contemporary Southeast Asia*. 2002, roč. 24, č. 3, s. 427-465. Dostupné z: https://www.jstor.org/stable/pdf/25798610.pdf?refreqid=fastly-default%3A7157731ff43d217da082fd55c1e0096d&ab_segments=&origin=&initiator=&acceptTC=1. [cit. 2024-05-15].
- [15] Nařízení Komise (ES) č. 272/2009 ze dne 2. dubna 2009, kterým se doplňují společné základní normy ochrany civilního letectví před protiprávními činy stanovené v příloze nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 300/2008. In: *EUR-Lex*. 2009. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=CELEX:32009R0272>.
- [16] CEIA. *Brouchure – EMA series: Liquid Explosive Detector*. 2022. Dostupné z: <https://www.ceia.net/Brochures/Security/Headquarter/EMAseriesBrochureUK.pdf>. [cit. 2024-04-18].
- [17] SMITHS DETECTION. *HI-SCAN™ 6040-2is: Technical Information*. 2021. Dostupné také z: <https://smithsdetection-scio.com/AssetDownload.aspx?client=1&task=G2BykywAsH89IzMwVNMT8w%3d%3d>.



- [18] AIRPORT COUNCIL INTERNATIONAL. *ACI Smart Security Guidance Document – Alternative Methods for Passenger and Cabin Baggage Screening*. 3. vydání. 2019. Dostupné také z: <https://store.aci.aero/form/smart-security-form/>.
- [19] 'Underwear Bomber' Umar Farouk Abdulmutallab sentenced to life. Online. In: U. S. Immigration and Customs Enforcement. 2012. Dostupné z: <https://www.ice.gov/news/releases/underwear-bomber-umar-farouk-abdulmutallab-sentenced-life>. [cit. 2023-10-14].
- [20] *Aviation Security: Security scanners*. Online. In: European Commission: Mobility and Transport. Dostupné z: https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/air/aviation-security/aviation-security-policy/security-scanners_en. [cit. 2024-03-03].
- [21] AIRPORT COUNCIL INTERNATIONAL. *ACI Smart Security Guidance Document – Passenger Screening*. 3. vydání. 2019. Dostupné také z: <https://store.aci.aero/form/smart-security-form/>.
- [22] *Transportation Security Timeline*. Online. In: Transportation Security Administration. Dostupné z: <https://www.tsa.gov/timeline>. [cit. 2024-03-04].
- [23] LEO A DALY. *Checkpoint Design Guide (CDG)*. Revision 4.0. Transportation Security Administration, 2012. Dostupné také z: <https://crp.trb.org/acrpwebresource2/tsa-checkpoint-design-guide-revision-4-0/>.
- [24] AIRPORT COUNCIL INTERNATIONAL. *ACI Smart Security Implementation Guide – Advanced Cabin Baggage Screening: Computed Tomography (CT)*. 2019. Dostupné také z: <https://store.aci.aero/form/smart-security-form/>.
- [25] AIRPORT COUNCIL INTERNATIONAL. *ACI Smart Security Guidance Document – Checkpoint Design and Automation*. 3. vydání. 2019. Dostupné také z: <https://store.aci.aero/form/smart-security-form/>.
- [26] SLÍVA, Marian. *Implementace celotělových skenerů do procesu bezpečnostní kontroly na letištích*. Bakalářská práce, vedoucí Lukáš Popěk, MSc., a doc. Ing. Andrej Lališ, Ph.D. Praha: Fakulta dopravní, České vysoké učení technické v Praze, 2022. Dostupné také z: <http://hdl.handle.net/10467/103667>.



- [27] AIRPORT COUNCIL INTERNATIONAL. *ACI Smart Security Concept Document – Explosive Detection Systems for Cabin Baggage Screening, Opportunities and Challenges*. 2019. Dostupné také z: <https://store.aci.aero/form/smart-security-form/>.
- [28] Letecký předpis L 17 – Ochrana mezinárodního civilního letectví před protiprávními činy. In: . AIM – Letecká informační služba, 2022. Dostupné také z: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-17/index.htm>.
- [29] MARHOLD, Roman. *Analýza faktorů ovlivňujících efektivitu CT RTG v procesu bezpečnostní kontroly*. Bakalářská práce, vedoucí Lukáš Popek, MSc., a doc. Ing. Andrej Lališ, Ph.D. Praha: Fakulta dopravní, České vysoké učení technické v Praze, 2022. Dostupné také z: <http://hdl.handle.net/10467/103708>.
- [30] AIRPORT COUNCIL INTERNATIONAL. *ACI Smart Security – Standard Key Performance Metrics for Checkpoint Efficiency*. 2019. Dostupné také z: <https://store.aci.aero/form/smart-security-form/>.
- [31] *Bezpečnostní kontrola*. Online. In: Letiště Praha – Naplánujte si cestu. Rok vydání neuveden. Dostupné z: <https://www.prg.aero/bezpecnostni-kontrola>. [cit. 2024-04-16].
- [32] Vyhláška č. 410/2006 Sb.: Vyhláška o ochraně civilního letectví před protiprávními činy a o změně vyhlášky Ministerstva dopravy a spojů č. 108/1997 Sb., kterou se provádí zákon č. 49/1997 Sb., o civilním letectví. Minulé znění (23.08.2006–31.01.2015). In: *Sbírka zákonů ČR*. 2006. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-410/zneni-20060823>. [cit. 2024-03-03].
- [33] AIRPORT COUNCIL INTERNATIONAL. *ACI Smart Security Guidance Document – Cabin Baggage Screening*. 3. vydání. 2019. Dostupné také z: <https://store.aci.aero/form/smart-security-form/>.
- [34] SEHNALOVÁ, Kristýna. *Porovnání celotělových bezpečnostních skenerů používaných na letištích*. Bakalářská práce, vedoucí Lukáš Popek, MSc., a doc. Ing. Andrej Lališ, Ph.D. Praha: Fakulta dopravní, České vysoké učení technické v Praze, 2022. Dostupné také z: <http://hdl.handle.net/10467/103666>.



- [35] LETIŠTĚ PRAHA. *Service Level Agreement*. 2020. Dostupné také z: https://www.prg.aero/sites/default/files/obsah/soubory/LPR/Declaration%20SLA%2001012020_EN_0.pdf.
- [36] AIRPORT COUNCIL INTERNATIONAL. *ACI Smart Security – Centralized Image Processing (CIP)*. 3. vydání. 2019. Dostupné také z: <https://store.aci.aero/form/smart-security-form/>.
- [37] KUHN, Milena. Centralised Image Processing: The Impact On Security Checkpoints. Online. *Aviation Security International*. 2017, roč. 23, č. 5, s. 28–30. Dostupné z: https://www.tsi-mag.com/back-copies/octnov-2017/#Transport_Security_International/page_30-31. [cit. 2024-05-15].
- [38] EUROPEAN CIVIL AVIATION CONFERENCE. *ECAC Common Evaluation Process (CEP) of security equipment*. Online. In: European Civil Aviation Conference – Conférence Européenne De L'aviation Civile: Security. 2023. Dostupné z: <https://www.ecac-ceac.org/activities/security/common-evaluation-process-cep-of-security-equipment>. [cit. 2024-05-15].
- [39] *Tisková zpráva: Letiště Praha dnes slavnostně otevřelo nové stanoviště bezpečnostní kontroly*. Online. In: Letiště Praha – Tiskové zprávy. 2018. Dostupné z: <https://www.prg.aero/letiste-praha-dnes-slavnostne-otevrela-nove-stanoviste-bezpecnostni-kontroly>. [cit. 2024-04-16].
- [40] *Security FastTrack*. Online. In: Letiště Václava Havla Praha. Rok vydání neuveden. Dostupné z: <https://www.prg.aero/security-fasttrack>. [cit. 2024-04-16].
- [41] *Cestování s dětmi: Odbavení cestujících*. Online. In: Letiště Václava Havla Praha. Rok vydání neuveden. Dostupné z: <https://www.prg.aero/cestovani-s-detmi>. [cit. 2024-04-16].
- [42] *Potřebujete asistenci? PRM služby na Letišti Praha*. Online. In: Letiště Václava Havla Praha. Rok vydání neuveden. Dostupné z: <https://www.prg.aero/potrebujete-asistenci>. [cit. 2024-04-16].
- [43] LETIŠTĚ PRAHA. *Tisková zpráva: Letiště Praha na cestě k budoucnosti: kapacity, nové linky, obchody, parkování na míru*. Online. In: Letiště Václava Havla Praha. 2023. Dostupné z: <https://www.prg.aero/letiste-praha-na-cestech-k-budoucnosti-kapacity-nove-linky-obchody-parkovani-na-miru>. [cit. 2024-03-03].



- [44] *Letiště Praha: Na cestě k budoucnosti*. [prezentace]. Letiště Praha, 2023. Dostupné také z: https://zdopravy.cz/wp-content/uploads/2023/10/Prg_prez.pdf.
- [45] ECAC CEP Public Equipment List – Explosive Detection Systems for Cabin Baggage (EDSCB). In: *ECAC Common Evaluation Process (CEP) of security equipment*. European Civil Aviation Conference, 2023. Dostupné z: https://www.ecac-ceac.org/images/activities/security/ECAC-CEP_Explosive_Detection_Systems_for_Cabin_Baggage_20231018.pdf. [cit. 2024-03-11].
- [46] SMITHS DETECTION. *HI-SCAN™6040 CTiX: CT Technology at the Checkpoint, Technical Information*. 2023. Dostupné také z: <https://smithsdetection-scio.com/AssetDownload.aspx?client=1&task=%2fG3MGOMrZSETt5wi9ClyZA%3d%3d>.
- [47] ECAC CEP Public Equipment List – Security Scanners (SSc). In: *ECAC Common Evaluation Process (CEP) of security equipment*. European Civil Aviation Conference, 2023. Dostupné z: https://www.ecac-ceac.org/images/activities/security/ECAC-CEP-SSc-Public_equipment_list_update_20230818-rev1.pdf. [cit. 2024-03-11].
- [48] *R&S®QPS201 Quick Personnel Security Scanners: Scan, Detect, Secure*. [Product Brochure]. Rohde & Schwarz, 2024. Dostupné také z: https://scdn.rohde-schwarz.com/ur/pws/dl_downloads/pdm/cl_brochures_and_datasheets/product_brochure/3606_7160_12/QPS201_bro_en_3606-7160-12_v0601.pdf.
- [49] TSA. *Checkpoint Requirements and Planning Guide (CRPG)*. 4th revision. Transportation Security Administration, 2023. Dostupné také z: <https://www.tsa.gov/sites/default/files/checkpoint-requirements-and-planning-guide.docx>.
- [50] *R&S®QPS quick personnel security scanner*. Online. In: Rohde & Schwarz – Products. Dostupné z: https://www.rohde-schwarz.com/us/products/aerospace-defense-security/security-scanner/rs-qps-quick-personnel-security-scanner_63493-332676.html. [cit. 2024-04-14].
- [51] *Fast high-resolution screening*. Online. In: Rohde & Schwarz – Applications. Dostupné z: <https://www.rohde-schwarz.com/in/applications/fast-high->



[resolution-screening-application-card_56279-608841.html#media-gallery-5](#).
[cit. 2024-04-14].

- [52] TSA. *Checkpoint Requirements and Planning Guide (CRPG): Appendix A*. 5th revision. Transportation Security Administration, 2023. Dostupné také z: https://www.tsa.gov/sites/default/files/checkpoint-requirements-and-planning-guide_appendix-a.docx.
- [53] *ILane.evo V2: Keeping the Process Moving*. [Technical Information]. Smiths Detection, 2020. Dostupné také z: <https://smithsdetection-scio.com/AssetDownload.aspx?client=1&task=8aQfhmD7JEBf%2fcEg9zbRLg%3d%3d>.
- [54] GRASGRUBER, Pavel; SEDLÁČEK, Jaromír a MICHÁLEK, Josef. Antropometrické charakteristiky české populace. *Studia Sportiva*. 2014, roč. neuveden, č. 3, s. 85-134. ISSN 1802-7679.
- [55] TSA. *Checkpoint Requirements and Planning Guide (CRPG): Appendix C*. 5th revision. Transportation Security Administration, 2023. Dostupné také z: https://www.tsa.gov/sites/default/files/checkpoint-requirements-and-planning-guide_appendix-c.docx.
- [56] *Simple, Open Design: Applications*. Online. In: Rohde & Schwarz. Dostupné z: https://www.rohde-schwarz.com/us/applications/simple-open-design-application-note_56280-631360.html. [cit. 2024-04-11].
- [57] *Prepare for security: A fast and smooth security check*. Online. In: Schiphol. Dostupné z: <https://www.schiphol.nl/en/security-check/>. [cit. 2024-04-20].
- [58] FLUGHAFEN BERLIN BRANDENBURG. *Security control – What happens at the security control: Prams & Buggies*. Online. In: Berlin Airport. Rok vydání neuveden. Dostupné z: <https://ber.berlin-airport.de/en/flying/controls/security-control.html>. [cit. 2024-05-06].
- [59] SMITHS DETECTION. *HI-SCAN™ 100100V-2is: Technical Information*. 2022. Dostupné také z: <https://smithsdetection-scio.com/AssetDownload.aspx?client=1&task=%2b%2bLMLdL76ZLsCNwpCjBXw%3d%3d>.



- [60] LETIŠTĚ PRAHA. *Aviation Business: Airport Info and Newsletters – Passenger Profile*. Online. In: Prague Airport. Rok vydání neúveden. Dostupné z: <https://www.prg.aero/en/airport-info-and-newsletters>. [cit. 2024-05-07].
- [61] INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION. *Airport Level of Service Concept: Infographic*. IATA, 2022. Dostupné z: <https://go.updates.iata.org/I/123902/2017-03-07/7lrghg>. [cit. 2024-04-30].
- [62] *Position Assignment System: Guiding more passengers through security*. Online. In: Schiphol – Aviation Solutions. Dostupné z: <https://www.schiphol.nl/en/aviation-solutions/page/position-assignment-system/>. [cit. 2024-04-25].
- [63] VIA GUIDE. *Smart Call – Active Call System: Smart Call sends your customers directly to the next available service position*. Online. In: Via Guide: Smart Guidance. Dostupné z: <https://www.viaguide.com/en/smart-guidance/smart-call/>. [cit. 2024-05-01].
- [64] NIKOLOV, Daniel. *Modelování pohybu osob při konání hromadných akcí*. Bakalářská práce, vedoucí Ing. Petra Okřinová. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2019. Dostupné také z: https://www.vut.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=194591.
- [65] WEIDMANN, Ulrich. *Transporttechnik der Fussgänger: Transporttechnische Eigenschaften des Fussgängerverkehrs, Literaturlauswertung*. Online. *IVT Schriftenreihe*. 1992, č. 90. Dostupné z: <https://doi.org/https://doi.org/10.3929/ethz-a-000687810>. [cit. 2024-05-14].
- [66] GUNNEBO. *Gunnebo PreSec – Automated Pre-Security Gate: Product Design Specification*. Rok vydání neúveden. Dostupné z: <https://gunneboentrancecontrol.com/wp-content/uploads/2024/01/Gunnebo-PreSec-PDS.pdf>. [cit. 2024-05-01].
- [67] GUNNEBO. *Gunnebo GlasStile S – Motorised Entrance Gate for Internal Installation: Product Design Specification*. 2023. Dostupné z: <https://www.gunneboentrancecontrol.com/wp-content/uploads/2024/02/Gunnebo-GlasStile-S-PDS.pdf>. [cit. 2024-05-01].



- [68] VIA GUIDE. *Beltrac Panic Release – Via Guide*. Online video. In: Via Guide Official Youtube Channel. 2016. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=s8UbYyTAHQo>. [cit. 2024-05-01].
- [69] LAVI INDUSTRIES. *Emergency Breakaway Belt Stanchion: Breakaway Belt and Magnetic Base Stanchion*. 2019. Dostupné z: <https://www.lavi.com/upload/BlogArticle/Breakaway-Belt-End-Stanchion.pdf>. [cit. 2024-05-01].
- [70] LAVI INDUSTRIES. *Barrier Gates: Enable quick access or egress from Post & Panel barriers*. Online. In: Lavi Industries: Crowd Control. Rok vydání neuveden. Dostupné z: <https://www.lavi.com/en/crowd-control/barrier-gates>. [cit. 2024-05-01].
- [71] VANDERLANDE. *PAX MX2 security screening system first installed at Frankfurt Airport*. Online. In: Vanderlande: a Toyota Automated Logistics Company. 2023. Dostupné z: <https://www.vanderlande.com/news/pax-mx2-security-screening-system-first-installed-at-frankfurt-airport/>. [cit. 2024-05-05].
- [72] VANDERLANDE. *PAX MX2 – Brouchure*. Rok vydání neuveden. Dostupné také z: <https://www.vanderlande.com/systems/security-screening/pax-mx2/>.
- [73] TRANSPORTATION SECURITY ADMINISTRATION. *TSA and DHS S&T to prototype self-service screening system at Harry Reid International Airport: Testing will occur with TSA PreCheck® passengers exclusively at TSA's Innovation Checkpoint*. Online. In: TSA – Press Releases. 2024. Dostupné z: <https://www.tsa.gov/news/press/releases/2024/03/06/tsa-and-dhs-st-prototype-self-service-screening-system-harry-reid>. [cit. 2024-05-05].
- [74] MICRO-X. *Checkpoint and Baggage CT Scanner: In Development*. Online. In: Micro-X: Products. Dostupné z: <https://micro-x.com/products/miniature-baggage-scanner/>. [cit. 2024-05-06].
- [75] STAGE GATE 11. *Our view on future Aviation Security concepts: A layer-based approach with Best for Business security solutions*. Online. In: Stage Gate 11: Insights. Rok vydání neuveden. Dostupné z: <https://sg11.nl/insights/765-2/>. [cit. 2024-05-05].



- [76] DAIFUKU AIRPORT TECHNOLOGIES. *Case Study – Munich Airport: Smart Security Lanes*. 2023. Dostupné také z: <https://daifukuatec.com/api/asset/2023/08/Munich-Airport-Case-Study-2023.pdf>.
- [77] DAIFUKU AIRPORT TECHNOLOGIES. *Munich Airport – Smart Security Lanes: Lanes deployed across the T1 and T2 Checkpoints*. Online. In: Daifuku Airport Technologies: Case Studies. Dostupné z: <https://daifukuatec.com/case-study/munich-airport-smart-security-lanes>. [cit. 2024-05-06].



Seznam příloh

Příloha č. 1 – Aplikace pro výpočet propustnosti konfigurace automatické rentgenové trati ve formátu Matlab (*.mlapp)

Příloha č. 2 – Seznam navržených variant automatických rentgenových tratí

Příloha č. 3 – Tabulka s porovnáním navržených variant rentgenových tratí

Příloha č. 4 – Výkresy navržených variant stanoviště