



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ

Bc. Daniel Stryk

**ZEFEKTIVNĚNÍ PROVOZU ODBAVOVACÍ PLOCHY
TERMINÁLU 1 LETIŠTĚ VÁCLAVA HAVLA**

Diplomová práce

2020

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

děkan

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



K621 **Ústav letecké dopravy**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Daniel Stryk

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – PL – Provoz a řízení letecké dopravy

Název tématu (česky): **Zefektivnění provozu na odbavovací ploše terminálu 1 na letišti Václava Havla**

Název tématu (anglicky): Improvement of the Apron Area Operations at Terminal 1 of Václav Havel Airport

Zásady pro vypracování

Při zpracování diplomové práce se řiďte následujícími pokyny:

- Cíl práce: Tvorba návrhu zefektivnění provozu na odbavovací ploše terminálu 1 na letišti Václava Havla
- Současná situace odbavovací plochy letiště
- Požadavky legislativy
- Popis modelů a scénářů provozu na odbavovacích plochách
- Návrh na zefektivnění provozu odbavovací plochy
- Výběr a zhodnocení možných návrhů



- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího diplomové práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: ICAO Annex 14 - Aerodromes
Letecká informační příručka AIP ČR, LIS ŘLP ČR, s.p.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Slobodan Stojić**
Ing. Petr Líkař

Datum zadání diplomové práce: **17. července 2019**
(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: **1. prosince 2020**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

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



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

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

Bc. Daniel Stryk
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 3. září 2020

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Slobodanu Stojícovi, Ph.D. za pomoc při výběru tématu, za odborné vedení práce, konzultace a cenné připomínky. Velké poděkování patří také panu Ing. Miroslavu Charvátovi z Letiště Praha, a.s. za jeho čas, vstřícnost, časté konzultace a za poskytnutí svých zkušeností a letištních materiálů, bez kterých by tato práce nemohla vzniknout. Rád bych poděkoval také panu Ing. Petru Líkaři za užitečné připomínky a konzultace. Velmi si vážím pomoci pana Marca Steenhuse a děkuji společnosti Transoft Solutions, Inc., která mi poskytla individuální licenci na program potřebný k vytvoření praktické části této práce.

Zvláštní poděkování patří mé rodině a blízkým, kteří mě podporovali po celou dobu studia na vysoké škole.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

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 26. listopadu 2020


.....
Podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

ZEFEKTIVNĚNÍ PROVOZU ODBAVOVACÍ PLOCHY TERMINÁLU 1 LETIŠTĚ VÁCLAVA HAVLA

Diplomová práce

Bc. Daniel Stryk

2020

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá provozem na odbavovací ploše Terminálu 1 na letišti Václava Havla v Praze. Cílem práce je navrhnout rekonfiguraci současné infrastruktury, která přinese systematické změny a upravené postupy, jejichž přínos bude mít pozitivní vliv na provozní bezpečnost. Návrhy jsou vytvořeny v souladu s konzultacemi s letištem Václava Havla ve skutečných letištních 2D výkresech s použitím simulací leteckého a pozemního provozu.

V práci je představena současná situace na odbavovací ploše letiště včetně všech relevantních procesů, zmíněny jsou také požadavky i doporučení legislativy. V praktické části jsou popsány a zobrazeny samotné návrhy na zefektivnění provozu, které jsou provozně prověřeny vizuální simulací a kriticky zhodnoceny. Závěrem návrhů je souhrn veškerých změn a vyvození následků na současnou letištní infrastrukturu a provoz.

KLÍČOVÁ SLOVA

Letiště Václava Havla, Terminál 1, odbavovací plocha, pojezdové dráhy, obslužné komunikace, rekonfigurace stání letadel, MARS stání, zefektivnění provozu, rozvoj letiště.

CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE

Faculty of Transportation Sciences

The Improvement of the Apron Area Operations of Václav Havel Airport Terminal 1

Diploma Thesis

Bc. Daniel Stryk

2020

ABSTRACT

The diploma thesis deals with the apron operation of Terminal 1 at Václav Havel Airport in Prague. The main objective of this work is to propose reconfiguration of the current infrastructure by introducing systematic changes and modified procedures that will have a positive impact on operational safety. The proposals are created in accordance with consultations with Václav Havel Airport in the airport's real 2D drawings using simulations of air and ground traffic.

The thesis presents the current situation on the airport apron including all relevant processes, the requirements, and recommendations of legislation. The practical part describes and displays the proposals for improvement of apron operations, which are operationally proved and critically evaluated. The proposals conclude with a summary of all changes and implications for the current airport infrastructure and operations.

KEY WORDS

Václav Havel Airport, Terminal 1, apron, taxiways, service roads, reconfiguration of aircraft stands, MARS stands, improvement of operational effectiveness, airport development.

OBSAH

| | |
|---|----|
| Seznam použitých zkratk | 10 |
| Úvod | 11 |
| 1. Definice problematiky | 13 |
| 2. Současná situace letiště Václava Havla | 14 |
| 2.1. Systém pojezdových drah | 14 |
| 2.2. Systém odbavovacích ploch | 16 |
| 2.3. Odbavovací plocha Sever | 17 |
| 2.3.1. Řízení letadel na odbavovací ploše | 18 |
| 2.3.2. Parametry stání letadel | 18 |
| 2.3.3. Příčky zastavení letadel | 22 |
| 2.3.4. Speciální postup při obsazení stání 3 letounem Airbus A380 | 23 |
| 2.3.5. Provozní opatření při obsazení stání 4A letounem Boeing 767 | 24 |
| 2.3.6. Vytlačování letadel | 25 |
| 2.3.7. Vytlačení letadel ze stání 7 a 9 | 28 |
| 2.3.8. Současné vytlačování letadel | 28 |
| 2.4. Bezpečnostní zóny letadel | 29 |
| 2.4.1. Zóny vstupu a výstupu proudu plynů z motorů | 30 |
| 2.4.2. Bezpečnostní zóny kolem stojících letadel s vypnutými motory | 30 |
| 2.4.3. Plnění a odčerpávání paliva | 32 |
| 2.5. Provoz mobilních mechanizačních prostředků na odbavovací ploše Sever | 32 |
| 2.5.1. Provoz MMP na obslužných komunikacích | 34 |
| 2.5.2. Značení na odbavovací ploše | 35 |
| 2.6. Kritické typy letadel | 37 |
| 2.7. Návrh na opatření dle současného stavu | 39 |
| 3. Požadavky legislativy | 40 |
| 3.1. Pojezdové dráhy | 41 |

| | | |
|--------|---|----|
| 3.1.1. | Minimální vzdálenosti pojezdových drah..... | 42 |
| 3.2. | Odbavovací plocha..... | 43 |
| 3.2.1. | Pozemní odbavování letadel..... | 44 |
| 3.2.2. | Obslužné komunikace | 46 |
| 3.2.3. | Odražeče výtokových plynů..... | 49 |
| 4. | Požadavky návrhu odbavovací plochy..... | 51 |
| 4.1. | Velikost odbavovací plochy..... | 52 |
| 4.2. | Použité programy pro vytvoření návrhu | 54 |
| 4.3. | Koncept stání typu MARS..... | 54 |
| 4.4. | Budoucí vývoj letecké dopravy | 56 |
| 5. | Metodika návrhů změny odbavovací plochy..... | 58 |
| 5.1. | Portfolio letadel..... | 59 |
| 5.2. | Pojíždění na stání a způsob vytlačení letadel | 62 |
| 5.3. | Průjezdnost autocisterny LPH kolem letadel na stáních..... | 63 |
| 5.4. | Legenda k vytvořeným simulacím..... | 64 |
| 6. | Návrh 1: Odbavovací plocha sektoru A1 | 66 |
| 6.1. | Porovnání současného a navrhovaného stavu – jednotlivá stání..... | 67 |
| 6.1.1. | Stání 1..... | 67 |
| 6.1.2. | Stání 1A, 1B | 68 |
| 6.1.3. | Stání 3..... | 68 |
| 6.1.4. | Stání 3A..... | 70 |
| 6.1.5. | Stání 3B..... | 70 |
| 6.2. | Porovnání současného a navrhovaného stavu – kompletní plocha..... | 71 |
| 6.3. | Pojíždění na stání a způsob vytlačení letadel | 73 |
| 6.3.1. | Obecná pravidla pro postup vytlačování letadel..... | 73 |
| 6.3.2. | Stání 1A, 1, 1B | 75 |
| 6.3.3. | Stání 3..... | 80 |
| 6.4. | Průjezdnost autocisterny LPH kolem letadla na stání | 82 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 6.5. | Souhrn navrhovaných změn | 85 |
| 7. | Návrh 2: Odbavovací plocha sektoru A2, B1..... | 87 |
| 7.1. | Porovnání současného a navrhovaného stavu – jednotlivá stání..... | 88 |
| 7.1.1. | Stání 4A..... | 88 |
| 7.1.2. | Stání 4..... | 89 |
| 7.1.3. | Původní stání 5 (nové stání 4B)..... | 90 |
| 7.1.4. | Původní stání 6, 7 (nová stání 5, 6) | 91 |
| 7.1.5. | Stání 9, 10 | 92 |
| 7.1.6. | Stání 11 | 93 |
| 7.1.7. | Stání 12..... | 93 |
| 7.2. | Porovnání současného a navrhovaného stavu – kompletní plocha..... | 94 |
| 7.2.1. | Záporné výsledky návrhu..... | 96 |
| 7.3. | Souhrn přejmenování stání a pojezdového pruhu..... | 97 |
| 7.4. | Pojíždění na stání a způsob vytlačení letadel | 97 |
| 7.4.1. | Obecná pravidla pro postup vytlačování letadel..... | 97 |
| 7.4.2. | Stání 4..... | 101 |
| 7.4.3. | Stání 6 a 9..... | 103 |
| 7.4.4. | Stání 4A, 4B, 5, 10, 11, 12..... | 106 |
| 7.5. | Průjezdnost autocisterny LPH kolem letadla na stání | 110 |
| 7.6. | Souhrn navrhovaných změn | 114 |
| 8. | Závěr | 115 |
| | SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ | 117 |
| | SEZNAM OBRÁZKŮ | 120 |
| | SEZNAM TABULEK | 123 |
| | SEZNAM PŘÍLOH..... | 124 |

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

| ZKRATKA | ČESKY | ANGLICKY |
|---------|--|---|
| ACI | Mezinárodní rada letišť | Airports Council International |
| AIP | Letecká informační příručka | Aeronautical information publication |
| CDP | Centrální dispečink a provoz terminálů | |
| EASA | Agentura Evropské unie pro bezpečnost letectví | European Union Safety Aviation Agency |
| EOBT | Předpokládaný čas zahájení pojíždění | Estimated off-block time |
| FAA | Federální letecká správa | Federal Aviation Administration |
| IATA | Mezinárodní asociace leteckých dopravců | International Air Transport Association |
| ICAO | Mezinárodní organizace pro civilní letectví | International Civil Aviation Organization |
| ILS | Systém pro přesné přiblížení a přistání | Instrument landing system |
| LPH | Letecké pohonné hmoty | Aviation fuel |
| LVP | Postupy za nízké dohlednosti | Low visibility procedures |
| MARS | | Multiple apron ramp system |
| MMP | Mobilní mechanizační prostředek | |
| NEO | | New engine option |
| NOTAM | Oznámení letcům | Notices to Airmen |
| RWY | Vzletová a přistávací dráha | Runway |
| ŘLP | Řízení letového provozu | Air Navigation Services of the Czech Republic |
| SMC | Oddělení Řízení pohybů na pohybové ploše | Surface movement control |
| TOBT | Cílový čas ukončení pozemního odbavení letadla | Target off-block time |
| TWR | Letištní řídicí věž | Control tower |
| TWY | Pojezdová dráha | Taxiway |
| VDGS | Vizuální naváděcí systém | Visual docking guidance system |

ÚVOD

Letecký průmysl se velmi rychle vyvíjí a letiště se musí tomuto vývoji kontinuálně přizpůsobovat, a to nejen výstavbou nové přistávací a vzletové dráhy nebo terminálem pro odbavení cestujících, ale zejména v tomto případě novému uspořádání odbavovací plochy s ohledem na budoucí rozvoj letecké dopravy.

Diplomová práce je studie, která analyzuje současný stav infrastruktury a provozu na odbavovací ploše Terminálu 1 letiště Václava Havla z pohledu návrhu jiného konceptu provozu na dané ploše. Návrh na změny infrastruktury a provozu je zaměřen konkrétně na oblast odbavovací plochy přilehlé k Prstu A a Prstu B Terminálu 1.

Hlavním cílem práce je navrhnout rekonfiguraci současné infrastruktury, která přinese systematické změny a upravené postupy, jejichž přínos bude mít pozitivní vliv na provozní bezpečnost a efektivitu. Těmito změnami se rozumí zejména podpora k unifikaci postupů, eliminaci případných omezení nebo výjimek a k celkové rekonfiguraci stání se zohledněním budoucího vývoje leteckého provozu s důrazem na zachování předpisových rozestupů od letadel. Práce také prezentuje současný stav a procesy odbavovací plochy Terminálu 1, definuje relevantní nedostatky spojené s provozem letadel i letecké techniky, popisuje požadavky a doporučení legislativy související s touto problematikou. Je vysvětlena metodika, podle které se vytvoří celkové návrhy, včetně dílčích náležitostí potřebných pro ověření provozuschopnosti a bezpečnosti daných návrhů. Na základě všech těchto kapitol jsou v praktické části vytvořeny návrhy na rekonfiguraci odbavovací plochy.

Návrhy jsou prezentovány na 2D výkresech, jejichž originály byly dodány letištěm Václava Havla. S použitím vizuálních simulací leteckého a pozemního provozu mohou být návrhy tímto ověřeny jako provozuschopné.

Záměrem této práce je přehledně popsat a zanalyzovat vytvořené návrhy na systematické změny infrastruktury a provozu odbavovací plochy letiště Václava Havla. Návrhy jsou porovnány se současným stavem, zkoumány na základě provozního a bezpečnostního aspektu k dosažení bezpečného, plynulého a efektivního leteckého provozu na letišti. Mezi základní parametry charakterizující analýzu patří především bezpečnost, efektivnost, plynulost, propustnost a kapacita.

Do těchto návrhů není zahrnuta podrobná diskuse ohledně přestavby a konkrétní podoby nástupních mostů na stání letadel (včetně nezbytných úprav v budově terminálu) ani konkrétních technických řešení spojených s rekonfigurací odbavovací plochy (např. přemístění / instalace osvětlovacích stožárů, pojezdových světel apod.).

Zpočátku roku 2020 zasáhla celý svět pandemie virové choroby covid-19, která katastroficky ovlivňuje téměř všechny hospodářské sektory, včetně leteckého průmyslu a dopravy. Předpokládá se, že potrvá až několik let, než se opět vrátí stav letecké dopravy z doby před epidemií. I přes současnou skutečnost minimálního počtu denních letů vytvořené návrhy práce dále předpokládají s maximální využitelností letiště a s rostoucí poptávkou po cestování.

Toto téma jsem si zvolil kvůli praktičnosti práce, příležitosti spolupráce s mezinárodním letištem Václava Havla a letištními inženýry. V neposlední řadě mě zaujala možnost bližšího seznámení se s procesem plánování a rozvoje letištní infrastruktury.

1. DEFINICE PROBLEMATIKY

Studie této práce projednává o možnostech týkajících se potenciální změny konfigurace současné infrastruktury Prstu A a Prstu B, která může vést k určitým systematickým změnám, a to za účelem rozšíření portfolia odbavených letadel na vybraných stání, analýzy relevantních provozních postupů a procesů z pohledu bezpečnosti a implementace konceptu stání typu MARS¹ a zadní obslužné komunikace. Snaha bude zejména o vytvoření konfigurace, která umožní částečnou unifikaci daných postupů.

Systém odbavovací plochy Terminálu 1 dává prostor k rozšíření či obměnění portfolia odbavených letadel na základě přemístění prvků dané infrastruktury. Tato opatření se týkají zejména:

- a) stání, která dávají potenciál zvětšení jejich rozměrů pro odbavení větších letadel;
- b) pojezdových pruhů, na kterých letadla nemohou pojíždět na vlastní pohon; a
- c) stání, která jsou dimenzována na letadla, u kterých se očekává postupné vyřazení z komerčního provozu nebo ukončení výroby.

Dalším záměrem je sjednotit provozní postupy a procesy související s odbavovací plochou a zanalyzovat je z pohledu bezpečnosti. Jedná se zejména o vzájemný pohyb letadel na ploše, správné vytlačování letadel ze stání a pohyb odbavovací techniky na stání okolo letadel. Je nutné dodržovat předpisové rozestupy od letadel, bezpečnostní zóny a definovaná pravidla a postupy během těchto zmiňovaných procesů. Z důvodu bezpečnosti zde v současné době existuje množství postupů (resp. výjimek) a dílčím účelem této práce je tyto postupy unifikovat, případně zredukovat.

Za optimální řešení stání na odbavovací ploše se v současné době považuje stání typu MARS (viz kapitola 4.3.), které zajišťuje maximální flexibilitu z hlediska velikosti a kapacity letadel, maximalizuje prostor odbavovací plochy a umožňuje efektivnější provoz letadel. Letiště Václava Havla tímto typem stání již disponuje a jedním z cílů této práce je aplikování tohoto konceptu stání ve větší míře.

Zavedení zadní obslužné komunikace na odbavovací plochu je implementováno do návrhu za účelem potenciálního zvýšení efektivnosti a bezpečnosti odbavení.

¹ MARS = Multiple Aircraft Ramp System / Multiple Apron Ramp System

2. SOUČASNÁ SITUACE LETIŠTĚ VÁCLAVA HAVLA

Letiště Václava Havla v Praze (ICAO kód: LKPR) je veřejné mezinárodní letiště určené pro pravidelný i nepravidelný, vnitrostátní i mezinárodní letecký provoz. Jedná se o největší a nejrušnější letiště v České republice. Poloha letiště je situována na severozápadním okraji Prahy. Letiště je plně vybaveno pro lety podle přístrojů a umožňuje nepřetržitý provoz ve dne i v noci, přičemž veškerý provoz je koordinován v rámci EUROCONTROL. Jelikož je letiště koordinováno, platí pro všechny lety a jejich změny (vyjma letů při nouzovém přistání, letů souvisejících se záchranou lidského života nebo letů za účelem pátrání a záchran) povinnost zažádání o letištní slot pro přílet a odlet před uskutečněním letu. Letiště Václava Havla úzce spolupracuje zejména s Ministerstvem dopravy České republiky, Úřadem pro civilní letectví, společností Řízení letového provozu České republiky, s.p. (dále jen ŘLP), leteckými dopravci, s hlavním městem Praha a obcemi ležícími v blízkosti letiště. Jako svoji bázi využívají letiště tři dopravci a to České aerolinie, Smartwings a Ryanair. (Letiště Praha, a.s., nedatováno) (Letecká informační služba, ŘLP ČR, 2017)

Letiště Václava Havla bylo v roce 2017 pátým nejrychleji rostoucím letištem v Evropě v kategorii 10-25 miliónů odbavených cestujících. Za rok 2019 letiště uskutečnilo celkem 154 777 vzletů a přistání (tzv. pohybů) a odbavilo necelých 18 miliónů cestujících, což představuje meziroční nárůst o 6 % a další historický rekord v počtu odbavených pasažérů. Z letiště pravidelně létá 71 leteckých společností do celkem 165 míst po celém světě, z toho 15 je dálkových destinací, kde je zaznamenán dle statistik letiště výrazný nárůst odbavených pasažérů. Mezi nejoblíbenější destinace patřila v loňském roce Velká Británie a to konkrétně linka Praha-Londýn. (Letiště Praha, a.s., 2020) (Letiště Praha, a.s., nedatováno) (Letiště Praha, a.s., 2019)

Na letišti Václava Havla je dráhový systém sestaven ze dvou drah používaných ke vzletu a přistání. Hlavní vzletová a přistávací dráha je RWY 06/24 s použitelnou délkou rozjezdu 3715 m a je vybavená systémem pro přesné přiblížení a přistání ILS v obou směrech. Druhou vzletovou a přistávací dráhou je RWY 12/30 s použitelnou délkou rozjezdu 3250 m s přibližovacím systémem ILS umístěným rovněž v obou směrech dráhy. Šířka obou těchto drah je 45 m. Typ přibližovací světelné soustavy CAT II/III má pouze RWY 24. (Letecká informační služba, ŘLP ČR, 2019)

2.1. Systém pojezdových drah

Pojezdové dráhy, které spojují vzletové a přistávací dráhy s odbavovací plochou, hangáry a odstavnými stáními, jsou na letišti označeny písmeny A-H, K-N, P, R, S, AA, RR a FF (tato pojezdová dráha je pro provoz letadel již uzavřena). Šířka většiny pojezdových drah je 22,5 m.

Výjimku tvoří TWY R se šířkou 21 m a TWY P mezi RWY 12/30 a RWY 04/22, která je široká 40 m. (Letecká informační služba, ŘLP ČR, 2019)

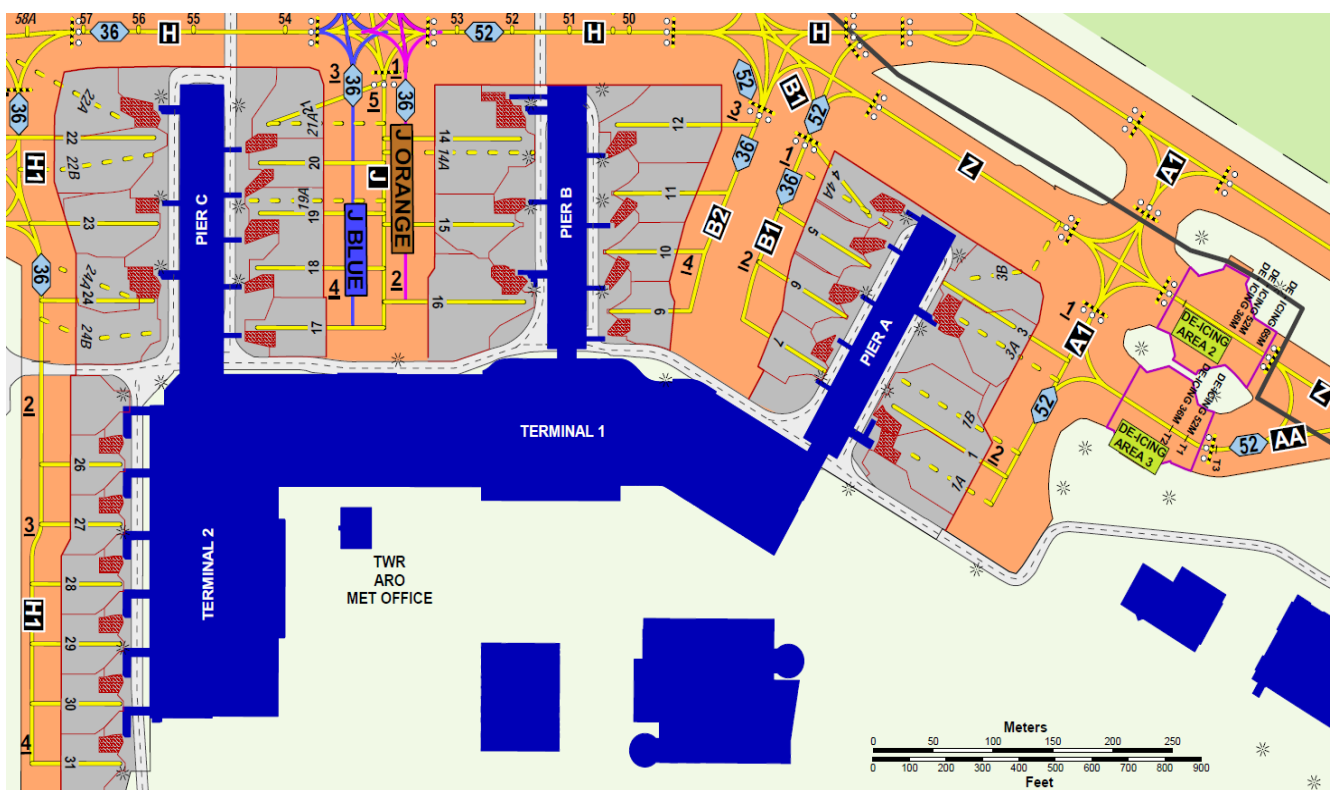
Všechny TWY na odbavovací ploše Sever splňují parametry kódového písmene E podle předpisu EASA CS-ADR-DSN², výjimku tvoří některé pojezdové pruhy uvedené v tabulce 1 níže. (Letiště Praha, a.s., 2019b)

Pojezdové pruhy na odbavovací ploše Sever, které jsou určeny pouze k přístupu letadel ke stáním, jsou označeny písmeny H1, J BLUE, J ORANGE, B2, B1 a A1 (viz obrázek 1). V letecké informační příručce jsou k těmto pojezdovým pruhům připsána omezení na maximální rozpětí letadla, aby nedošlo ke kolizi s fixním objektem nebo s jiným letadlem na odbavovací ploše. Pro zahájení pojíždění na odbavovací ploše letiště se z bezpečnostních důvodů musí používat pouze minimální tah motorů. (Letecká informační služba, ŘLP ČR, 2019) (Úřad pro civilní letectví, 2020b)

Tabulka 1: Pojezdové pruhy terminálu 1 a 2. (Letecká informační služba, ŘLP ČR, 2019)

| Pojezdový pruh | Kódové písmeno | Maximální rozpětí letadla | |
|------------------|----------------|-----------------------------|---|
| A1 | D | 52 m | |
| A1 (ke stání 1) | E | 65 m (pouze přetah letadla) | |
| A1 (ke stání 3) | F | 80 m | |
| AA | D | 52 m | |
| B1 | C | 36 m | |
| B1 (ke stání 4A) | D | 52 m | |
| B2 | C | 36 m | |
| B2 (ke stání 12) | D | 52 m | |
| J | | Bez omezení | |
| J BLUE | C | 36 m | Povoleno pouze při viditelnosti > 400 m |
| J ORANGE | C | 36 m | |
| H1 | C | 36 m | |

² Předpis EASA CS-ADR-DSN – certifikační specifikace a poradenský materiál pro návrh evropských letišť



Obrázek 1: Pojezdové pruhy k Terminálům 1 a 2. (Letecká informační služba, ŘLP ČR, 2020-b)

Na obrázku 1 jsou zobrazeny všechna stání nacházející se u Prstů A, B, C i D a pojezdové pruhy k Terminálu 1 a 2.

2.2. Systém odbavovacích ploch

Letiště Václava Havla je z pohledu odbavení cestujících rozděleno na dva hlavní celky: Areál Sever a Areál Jih. Nejvíce využívaný je Areál Sever, odkud jsou odbavovány pravidelné i nepravidelné lety obchodní letecké dopravy. Areál Sever zahrnuje Terminál 1 (prsty A a B), Terminál 2 (prsty C a D). Terminál 1 je využíván pro lety mimo Schengenský prostor (odlety i přílety), zatímco Terminál 2 je využíván k letům do zemí Schengenského prostoru. Letadla jsou zde odbavena z odbavovací plochy Sever. Pro nákladní leteckou dopravu je určena odbavovací plocha Východ, nacházející se vedle Terminálu 1. (Letiště Praha, a.s., nedatováno)

Areál Jih je složen z Terminálu 3 a Terminálu 4. Slouží zejména k odbavení státních, soukromých a speciálních letů. Zde k odbavení slouží odbavovací plocha Jih a plocha Bell Helicopter.

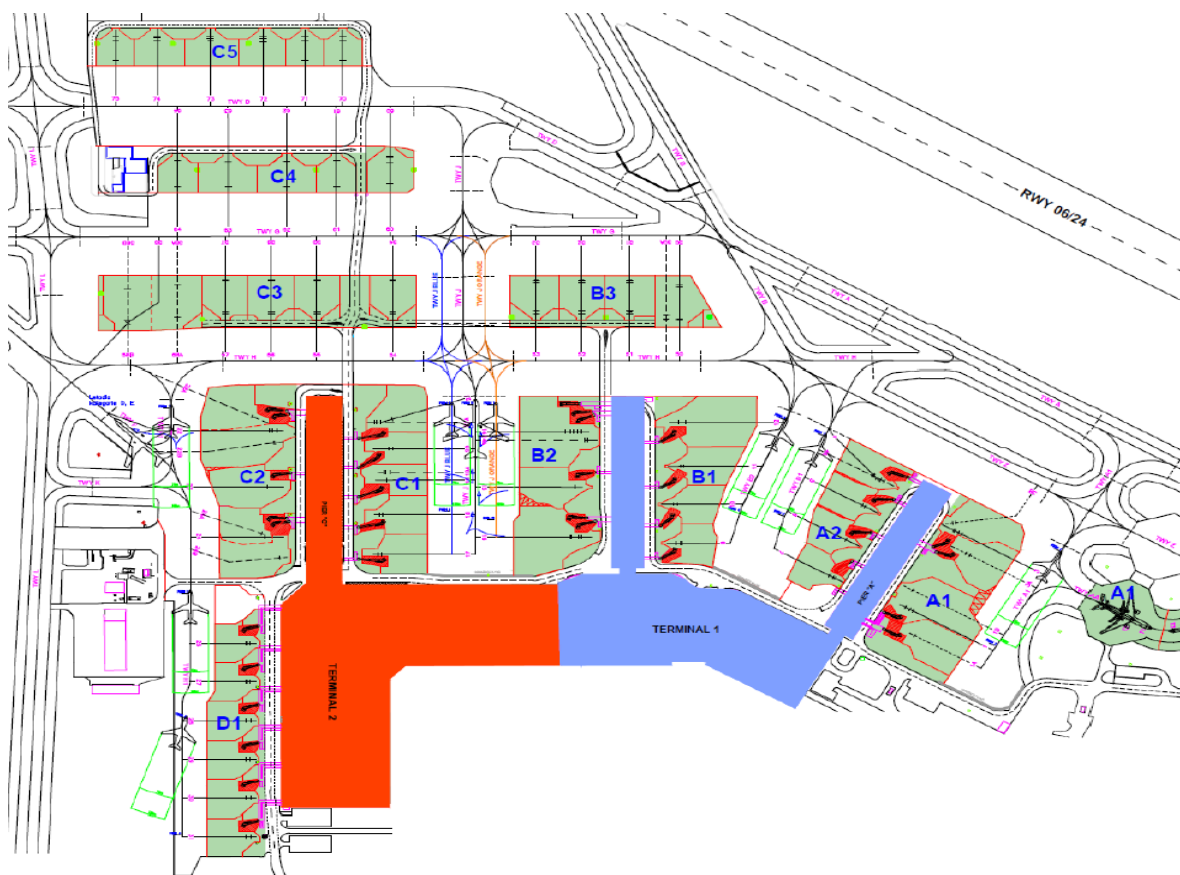
Tato diplomová práce bude zaměřena pouze na odbavovací plochu Sever, konkrétně stání letadel u Prstu A a Prstu B.

2.3. Odbavovací plocha Sever

Odbavovací plocha Sever patří mezi nejvytíženější plochy letiště. Neustálý pohyb letadel, mobilních mechanizačních prostředků, cestujících a zaměstnanců je na denním pořádku v prostředí odbavovací plochy.

Odbavovací plocha Sever nacházející se u Terminálu 1 a Terminálu 2 se rozděluje na tři hlavní sektory odbavovací plochy (viz obrázek 2):

- a) Sektor A zahrnuje stání letadel u Prstu A a na TWY AA. Dělí se na:
 - A1 – stání 1, 1A, 1B, 3, 3A, 3B, T1, T2, T3
 - A2 – stání 4, 4A, 5, 6, 7
- b) Sektor B zahrnuje stání letadel u Prstu B a na odlehle ploše před Prstem B. Dělí se na:
 - B1 – stání 9, 10, 11, 12
 - B2 – stání 14, 14A, 15, 16
 - B3 – stání 50, 50A, 51, 52, 53
- c) Sektor C zahrnuje stání letadel u Prstu C a na odlehle ploše před Prstem C. Dělí se na:
 - C1 – stání 17, 18, 19, 19A, 20, 21, 21A
 - C2 – stání 22, 22A, 22B, 23, 24, 24A, 24B
 - C3 – stání 54, 55, 56, 57, 58, 58A, 58B
 - C4 – stání 60, 61, 62, 63, 64
 - C5 – stání 70, 71, 72, 73, 74, 75
- d) Sektor D zahrnuje stání letadel u západní strany Terminálu 2. Dělí se na:
 - D1 – stání 26, 27, 28, 29, 30, 31. (Letiště Praha, a.s., 2019b)



Obrázek 2: Sektory odbavovací plochy Sever. (Letiště Praha, a.s., 2019b)

2.3.1. Řízení letadel na odbavovací ploše

Na odbavovací ploše Sever se poskytuje pouze služba řízení letadel na stáních. Tuto službu poskytuje oddělení CDP a ŘLP/TWR. Na stáních 1, 3 až 7, 9 až 12, 14 až 24 a 26 až 31 vybavených vizuálním naváděcím systémem VDGS poskytuje službu řízení letadel na stáních oddělení CDP, zatímco na stáních nevybavených VDGS nebo při uplatňování postupů za nízké dohlednosti LVP (neplatí pro stání 16) poskytuje tuto službu ŘLP, konkrétně služba řízení pohybů na pohybové ploše (dále jen ŘLP/SMC³). Při výjezdu ze stání nebo pojiždění je služba řízení letadel na odbavovací ploše poskytována pouze na vyžádání na ŘLP/TWR. (Letiště Praha, a.s., 2019b) (Letecká informační služba, ŘLP ČR, 2019)

2.3.2. Parametry stání letadel

V tabulce 2 jsou kódová písmena letadel podle maximálního rozpětí křídel. Tato práce se zabývá letadly kódových písmen C, D, E a F.

³ ŘLP/SMC – služba řízení („Follow Me“) na stáních bez systému VDGS nebo při jeho poruše; zodpovídá za zastavení letadla na příslušné příčce zastavení (Letiště Praha, a.s., 2019b)

Tabulka 2: Kódové značení letišť. (EASA, 2018)

| Kódové písmeno | Rozpětí křídel |
|----------------|-----------------------------------|
| A | Až do, ale ne včetně 15 m |
| B | Od 15 m až do, ale ne včetně 24 m |
| C | Od 24 m až do, ale ne včetně 36 m |
| D | Od 36 m až do, ale ne včetně 52 m |
| E | Od 52 m až do, ale ne včetně 65 m |
| F | Od 65 m až do, ale ne včetně 80 m |

V tabulce 3 jsou kategorie stání letadel rozdělena podle maximálního rozpětí křídel a délky letadla (rozdělení podle LKPR – F1, E2, E1, D2, D1, C4, C3, C2 a C1) s příklady některých letadel.

Tabulka 3: Kategorie stání letadel. (Letiště Praha, a.s., 2019b)

| ICAO kódová písmena | Kategorie stání (dle LKPR) | Maximální rozpětí [m] | Maximální délka [m] | Příklady typů letadel odbavovaných na letišti LKPR |
|---------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|--|
| F | F1 | 80 | 77,5 | A380-800, B747-8 |
| E | E2 | 65 | 77,5 | B777-300/300ER, A340-600, A350-1000 |
| | E1 | 65 | 71 | B747-100/.../400, B777-200/200LR, B787-8/9, A330-200/300, A340-200/300/500, A350-800/900 |
| D | D2 | 52 | 62 | A300-600, B757-300, B767-200/300/400ER, MD-11 |
| | D1 | 45 | 48 | A310-200/300, B757-200 |
| C | C4 | 36 | 45 | A318/319/320/321 (se sharklety), B737-700/.../900 (s winglety), B737-8/9 MAX, A220-100/300 |
| | C3 | 34,5 | 45 | A318/319/320/321 (bez sharkletů), B737-300/500 (s winglety), B737-600/.../900 (bez wingletů) |
| | C2 | 29 | 41 | CRJ-900, Embraer 190/195 |
| | C1 | 29 | 36 | Saab 340, ATR-42/72, B737-300/500 (bez wingletů), BAe146-100/200/300, Embraer 120/.../175 |

Vytvořená tabulka 4 souvisí s tabulkou 3, neboť popisuje parametry a omezení jednotlivých stání s uvedením kategorie stání dle maximálního rozpětí křídel.

Tato práce je zaměřena na sektory, ve kterých jsou stání typu „nose-in“ a která jsou situována u Prstu A a Prstu B (resp. v sektoru A1, A2 a B1). Typ stání „nose-in“ je takové stání, na které letadlo vjíždí na vlastní pohon a na TWY je vytlačeno vytlačovacím zařízením.

Tabulka 4: Stání letadel u Prstu A a Prstu B. (Letiště Praha, a.s., 2019b)

| Stání a maximální rozpětí | Kategorie stání s uvedenými maximálními rozměry (typické kategorie pro dané stání) | Omezení / postupy |
|--|---|--|
| 1 52 m | E2 (s omezeními) rozpětí max. 65 m, délka max. 77,5 m | <ul style="list-style-type: none"> Stání nelze použít, pokud je stání 1A nebo 1B obsazené. Pojíždění nebo vytlačování na/ze stání není možné, pokud je stání 3 obsazené letadlem A380. Kategorie stání letadel E2 a E1 musí být na stání nataženy tahačem i v případě příletu. Pojíždění letadla musí být ukončeno na TWY A nebo Z před mezilehlým vyčkávacím místem před TWY A1. V případě obsazení stání 3 je při přetahu nezbytná asistence wingmana. |
| | E1 (s omezeními) rozpětí max. 65 m, délka max. 71 m | |
| | D2 rozpětí max. 52 m, délka max. 62 m | |
| 1A, 1B 36 m Alternativní ⁴ | C4 rozpětí max 36 m, délka max. 45 m - C1 rozpětí max 29 m, délka max. 36 m | <ul style="list-style-type: none"> Stání nelze použít, pokud je stání 1 obsazené. Na stání 1B je zakázáno plnění letadla z levé strany. |
| 3 80 m | F1 (s omezeními) rozpětí max. 80 m, délka max. 77,5 m - D1 rozpětí max. 45 m, délka max. 48 m | <ul style="list-style-type: none"> Stání nelze použít, pokud je obsazené stání 3A nebo 3B. Stání nelze použít pro typ A380, <ol style="list-style-type: none"> 1) pokud je obsazené stání 3A nebo 3B nebo T1; nebo 2) pokud je obsazené stání 1 letadlem, u kterého je dřívější EOBT/TOBT než u typu A380 na stání 3. Pro odbavení letadla typu A380 jsou v platnosti speciální provozní opatření (viz kapitola 1.3.4.). |
| 3A,3B 36 m Alternativní | C4 rozpětí max 36 m, délka max. 45 m - C1 rozpětí max 29 m, délka max. 36 m | <ul style="list-style-type: none"> Stání nelze použít, pokud je obsazené stání 3. |

⁴ Alternativní stání – stání, které lze využít v případě neobsazenosti hlavního stání

| Stání a maximální rozpětí | Kategorie stání s uvedenými maximálními rozměry (typické kategorie pro dané stání) | Omezení / postupy |
|--|--|---|
| <p>4 34,5 m</p> | <p>C3 rozpětí max 34,5 m, délka max. 45 m - C1 rozpětí max 29 m, délka max. 36 m</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Stání nelze použít, pokud je obsazené stání 4A. |
| <p>4A 52 m Alternativní</p> | <p>D2 (s omezeními) rozpětí max. 52 m, délka max. 62 m</p> <hr/> <p>D1 rozpětí max. 45 m, délka max. 48 m</p> <hr/> <p>C4 rozpětí max 36 m, délka max. 45 m</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Stání nelze použít, pokud je obsazené stání 4 a 5 • Pro odbavení typů B767-300 (s/bez wingletů) a B767-400ER jsou v platnosti speciální provozní opatření (viz kapitola 1.3.5.). |
| <p>5 34,5 m</p> | <p>C3 rozpětí max 34,5 m, délka max. 45 m - C1 rozpětí max 29 m, délka max. 36 m</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Stání nelze použít, pokud je obsazené stání 4A. |
| <p>6, 7 36 m</p> | <p>C4 rozpětí max 36 m, délka max. 45 m - C1 rozpětí max 29 m, délka max. 36 m</p> | |
| <p>9, 10, 11 36 m</p> | <p>C4 rozpětí max 36 m, délka max. 45 m - C1 rozpětí max 29 m, délka max. 36 m</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Stání 11 nelze použít, pokud je obsazené stání 12 letadlem typu B767-200/300/400ER. |
| <p>12 52 m</p> | <p>D2 (s omezením) rozpětí max. 52 m, délka max. 62 m - C1 rozpětí max 29 m, délka max. 36 m</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Stání nelze použít pro typy B767-200/300/400ER, pokud je obsazené stání 11. |

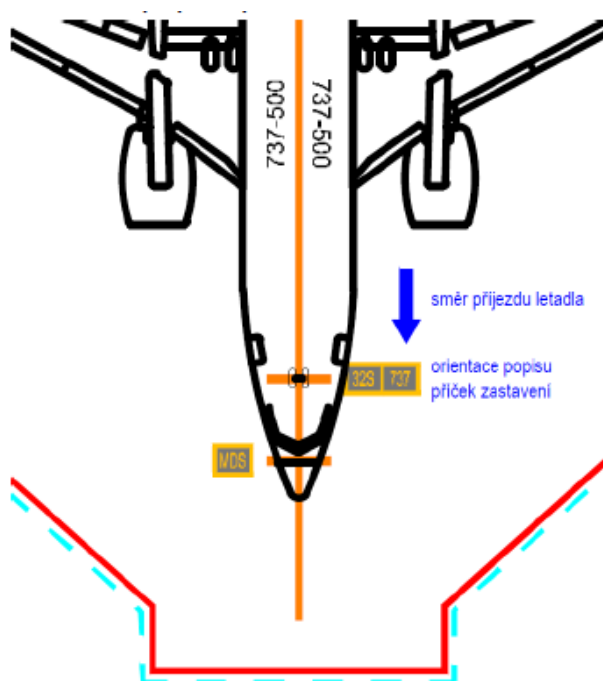
2.3.3. Příčky zastavení letadel

Příčka zastavení letadla je vodorovné značení žluté barvy o délce 2,2 m umístěné kolmo na osu stání (viz obrázek 3). Letadlo musí zastavit na úrovni předového podvozku na příslušné příčce, která je označena kódem (resp. kódy) příslušného letadla. Některé obecné kódy letadel zahrnují více konkrétních typů letadel (viz tabulka níže). Kódy letadel, které jsou fyzicky zobrazeny na odbavovací ploše, mohou také zastupovat i další typy letadel, které pro přehlednost nejsou zobrazeny – například na příčce zastavení letadel označenou kódem 73H (B737-800 s winglety) lze použít pro stání letadel typu Embraer 190/195 nebo Airbus A-220-100/200. (Letiště Praha, a.s., 2019b)

Text popisu příček zastavení na stání je uveden proti směru příjezdu letadla, jelikož je určen pro směr pohledu služby ŘLP/SMC navádějícího letadlo na stání. (Letiště Praha, a.s., 2019b)

Tabulka 5: Příklad kódů letadel označujících více konkrétních typů letadel. (Letiště Praha, a.s., 2019b)

| Typ letadla | Kód (fyzicky vyznačen na odbavovací ploše) |
|----------------------------|---|
| Embraer 170/175/190/195 | EMJ |
| Boeing 747-100/200/300/400 | 747 |



Obrázek 3: Příklad postavení letadla a orientace popisu příček zastavení na stání "nose-in". (Letiště Praha, a.s., 2019b)

2.3.4. Speciální postup při obsazení stání 3 letounem Airbus A380

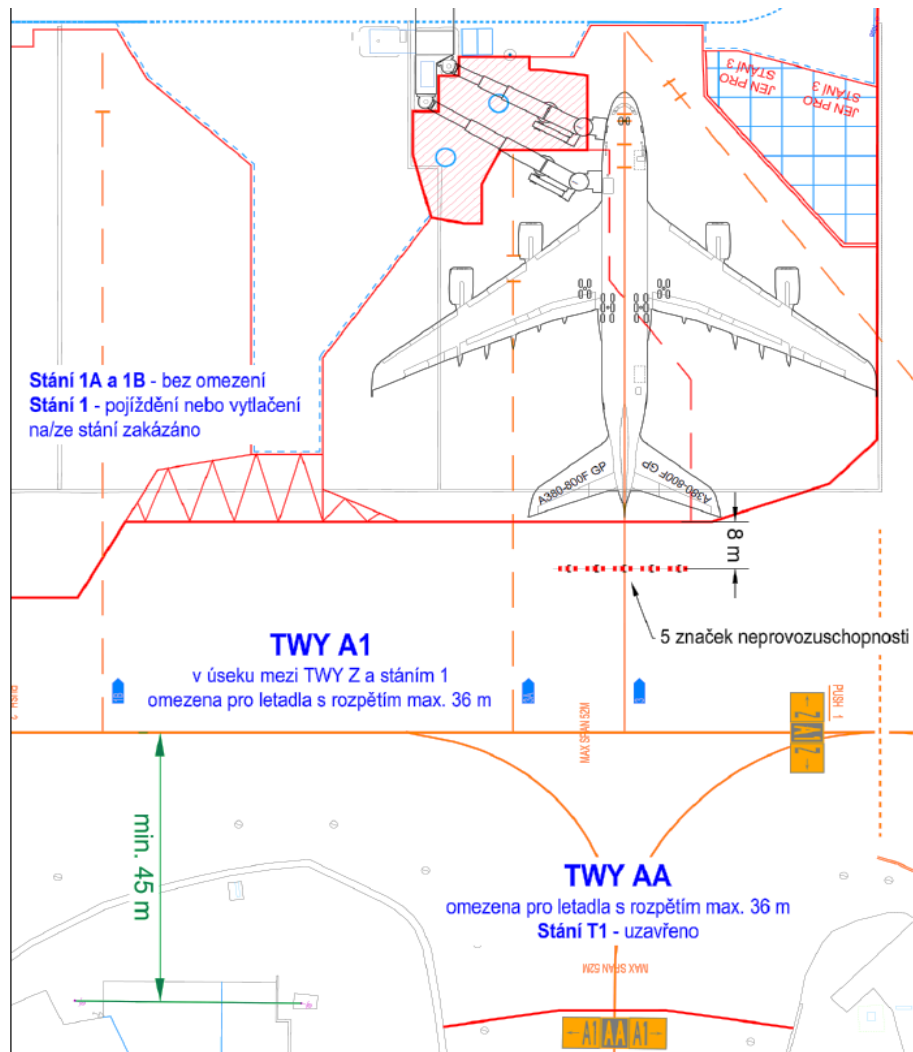
Primární stání pro letadlo typu A380 je stání 14A v sektoru B2. V případě provozní nepravidelnosti jsou k dispozici náhradní stání jako jsou stání 3 a 22. Při umístění letadla typu A380 na stání 3 jsou konce křídla a ocasních ploch nad hranicemi stání a TWY. Tato skutečnost je zohledněna pomocí několika hlavních provozních omezení:

- TWY A1 (v úseku mezi TWY Z a stáním 1) a TWY AA jsou omezena pouze pro letadla s maximálním rozpětím 36 m.
- Stání T1 je uzavřeno.
- Pojíždění nebo vytlačení na/ze stání 1 je zakázáno. (Letiště Praha, a.s., 2019b)

Dále je potřeba zajistit instalaci pěti značek neprovoznosti za ocasními plochami letounu (ve vzdálenosti 8 m) po příjezdu letadla na stání a následně jejich včasné odstranění před zahájením vytlačování letadla. Před zahájením vytlačování letadla je také nutné přesunout veškeré mobilní mechanizační prostředky (dále jen MMP⁵) na úrovni stání 1B a 3 v prostoru do vzdálenosti minimálně 45 m od osy TWY A1 (v místě odstavného parkování MMP naproti stání 1B je touto hranicí spojnice osvětlovacích stožárů – viz na obrázku 4 zelená kóta. (Letiště Praha, a.s., 2019b)

Pohyb MMP za letadlem v prostoru TWY A1 (v šíři stání 3) je dovolen pouze k úrovni značek neprovoznosti umístěných za ocasními plochami letadla. (Letiště Praha, a.s., 2019b)

⁵ Mobilní mechanizační prostředek (MMP) = všechna vozidla a technické prostředky včetně přídatných zařízení schopné samostatného pohybu. Za součást MMP jsou považovány také přívěsné mechanizační prostředky připojené k MMP. (Letiště Praha, a.s., 2019a)



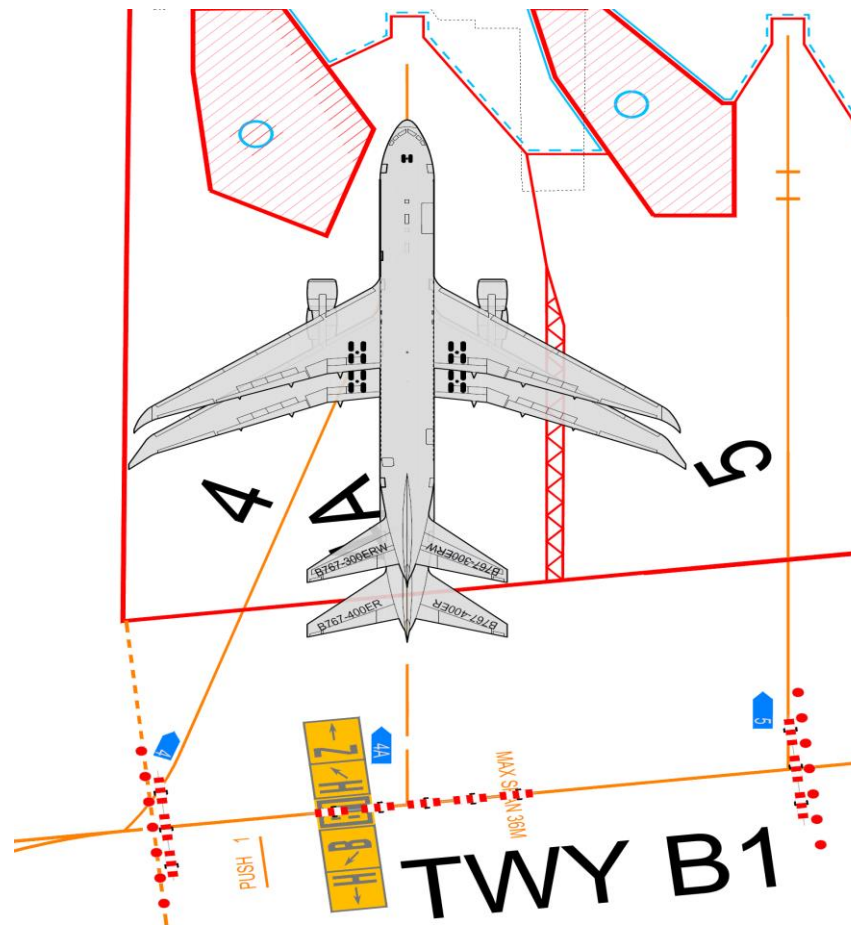
Obrázek 4: Situace při obsazení stání 3 letounem A380. (Letiště Praha, a.s., 2019b)

2.3.5. Provozní opatření při obsazení stání 4A letounem Boeing 767

Pro odbavení letadel typu B767-300 (s/bez wingletů) a B767-400ER jsou v platnosti speciální provozní opatření na stání 4A z důvodu neprůjezdnosti MMP kolem jejich levého křídla. Navíc letadlo typu B767-400ER po zastavení na příčce zastavení přesahuje ocasionální plochami hranici stání do TWY. Na základě těchto skutečností jsou definována provozní omezení v případě obsazení stání 4A těmito typy letadel:

- TWY B1 v úseku mezi TWY Z a stáním 6 je uzavřena (je nutné vydat NOTAM).
- Zajištění instalace šesti značek neprovozuschopnosti na ose TWY B1 na místech zakreslených v následujícím obrázku a také pěti značek neprovozuschopnosti za ocasionální plochami letounu po příjezdu na stání (viz obrázek 5). Mezi západem a východem slunce nebo při vyhlášení přípravy LVP je nutné instalovat dvě pětice návěstidel neprovozuschopnosti (viz obrázek 5) na úrovních značek neprovozuschopnosti na ose TWY B1 (rozteč návěstidel 3 m).

- Nelze použít stání 4 a 5.
- ŘLP/SMC je zodpovědné za vedení letadel směřujících na stání 6 nebo 7 v prostoru mezi B1 a B2 v době mezi západem a východem slunce nebo při LVP.
- Při vytlačování letadel těchto typů ze stání 4A nelze použít TWY B2 na úrovni stání 11 a 12.
- MMP se smějí pohybovat za letadlem v prostoru TWY B1 jen k hranici značek neprovozuschopnosti umístěných za ocasními plochami letadla v celé šířce stání 4 a 5. (Letiště Praha, a.s., 2019b)



Obrázek 5: Situace při odbavování uvedených letadel na stání 4A. (Letiště Praha, a.s., 2019b)

2.3.6. Vytlačování letadel

Supervisor technického odbavení (dále R/C) je zodpovědný za „proces vytlačování a spouštění motorů, kdy musí být vždy dodrženy bezpečné vzdálenosti, nesmí být ohroženo vytlačované letadlo, ostatní vytlačovaná a stojící letadla včetně parkujících letadel, která svým trupem přesahují hranici stání, pojízděcí letadla, MMP ani kdokoliv z pozemního personálu na pohybové ploše.“ (Letiště Praha, a.s., 2019b, str. 20)

Na letišti Václava Havla existuje několik základních pravidel pro vytlačování letadel, který pozemní personál, jehož se tato nařízení týká, musí dodržovat. V rámci diplomové práce jsou zde zmíněna pravidla týkající se pohybových ploch Prstu A a Prstu B (resp. sektoru A1, A2 a B1):

- Na základě tabulky níže je provedeno vytlačení na příčku PUSH nebo na pozici dle tabulky (viz tabulka 6).
- Pro správnou pozici ukončení procesu vytlačování jsou zřízeny příčky vyznačené žlutým příčným pruhem (délky 6 m) a nápisem PUSH 1 (2, 3, 4).
- Letadla o rozpětí větším než 36 m lze vytlačit pouze na neobsazený pojezdových pruh.
- Pokud v průběhu vytlačování je nezbytné narušit prostor vedlejšího pojezdového pruhu kteroukoliv částí letadla, musí být vytlačování přerušeno do doby, kdy vytlačení nebude omezovat provoz na vedlejším pojezdovém pruhu.
- Pokud letadlo s rozpětím nad 36 m zajíždí nebo je vytlačováno ze stání 4A, prostor TWY B2 v úrovni stání 11 a 12 musí být volný.
- Pokud letadlo s rozpětím nad 36 m zajíždí nebo je vytlačováno ze stání 12, prostor TWY B1 na úrovni stání 4, 4A a 5 musí být volný.
- Vytlačení se ukončuje kokpitem letadla na příčce PUSH nebo předí vytlačovacího zařízení na úrovni mezilehlého vyčkávacího místa TWY, které nesmí přesáhnout.
- Při spouštění motorů režimem „cross bleed⁶“ při vytlačování, posádka letadel musí oznámit ŘLP/TWR, že motory budou spouštěny tímto způsobem a vyžádat si povolení k vytlačení na pozici:
 - PUSH 1 na TWY A1 nebo B1;
 - PUSH 3 na TWY B2. (Letiště Praha, a.s., 2019b, stránky 21-22)

Následující tabulka popisuje pozice pro vytlačování letadel z konkrétních míst stání (typu „nose-in“) Terminálu 1 na základě maximálních rozpětí křídel.

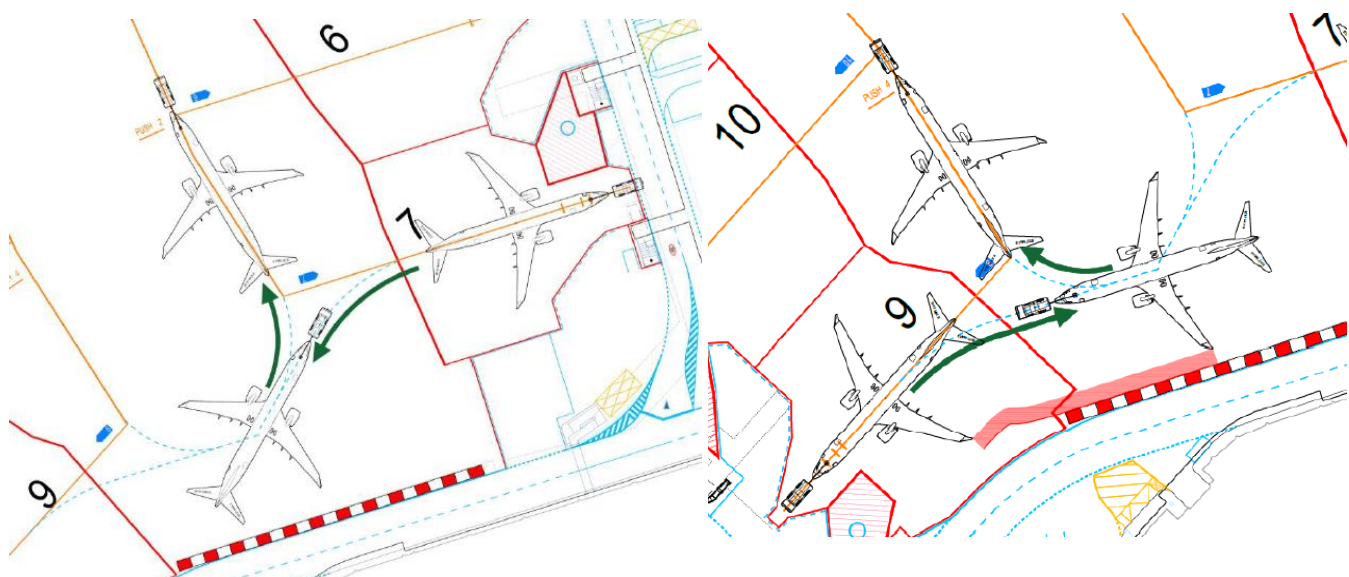
⁶ režim „cross bleed“ – jedná se o start motoru za použití zvýšeného výkonu na druhém motoru (Letiště Praha, a.s., 2019b)

Tabulka 6: Pozice pro vytlačování letadel ze stání typu "nose-in" Terminálu 1. (Letiště Praha, a.s., 2019b)

| Maximální rozpětí 36 m | | | Rozpětí nad 36 m do 52 m včetně | | |
|---------------------------------|-----|---|---------------------------------|-----|----------------------|
| Vytlačování ze stání | TWY | Pozice pro vytlačení | Vytlačování ze stání | TWY | Pozice pro vytlačení |
| 1A, 1B | A1 | PUSH 2 | 1, 3 | A1 | PUSH 1 |
| 3, 3A, 3B, T2 | | PUSH 1 | | | |
| 4, 4A, 5 | B1 | PUSH 1 | 4A | B1 | PUSH 1 |
| 6, 7 | | PUSH 2 | 12 | B2 | PUSH 3 |
| 9, 10 | B2 | PUSH 4 | | | |
| 11, 12 | | PUSH 3 | | | |
| Rozpětí nad 52 m do 65 m včetně | | | | | |
| Vytlačování ze stání | TWY | Pozice pro vytlačení | | | |
| 1 | Z | Směr dle RWY v používání. Po vytlačení nesmí žádná část letadla zasahovat do TWY A1. | | | |
| 3 | A1 | PUSH 1 | | | |
| Rozpětí nad 65 m do 80 m včetně | | | | | |
| Vytlačování ze stání | TWY | Pozice pro vytlačení | | | |
| 3 | A1 | PUSH 1 | | | |

2.3.7. Vytlačení letadel ze stání 7 a 9

Z důvodu zvýšení bezpečnosti při vytlačování letadel ze stání 7 a 9 je na pohybové ploše zřízeno pomocné značení pro vytlačování, které opisuje trajektorii středu hlavního podvozku



Obrázek 6: Proces vytlačování ze stání 7 a 9. (Letiště Praha, a.s., 2019b)

letadla. Toto značení podobě přerušované čáry bílé barvy vede od osy stání a plynule navazuje na osově značení TWY B1 a TWY B2 (viz na obrázcích výše). (Letiště Praha, a.s., 2019b)

2.3.8. Současné vytlačování letadel

Pro letadla o rozpětí maximálně 36 m za podmínky zachování provozní bezpečnosti a plynulosti provozu je povoleno na pojezdových pruzích aplikovat postup „současné vytlačování letadel“ (*angl. multiple push-back*). Tento postup je zakázán při dohlednosti nižší než 400 m. (Letiště Praha, a.s., 2019b)

Pro tento postup se používají pozice příček PUSH, které jsou uvedeny v tabulce 6 spolu s kombinacemi stání, ze kterých lze letadla vytlačit současně. Během celého průběhu současného vytlačování musí být zachovány bezpečné vzdálenosti od ostatních vytlačovaných letadel, MMP a personálu na pojezdovém pruhu. V případě, že bezpečné vzdálenosti dodrženy nejsou, je nutné vytlačování letadla pozastavit do doby, než je tato podmínka dodržena. Před vydáním povolení ke spouštění motorů během postupu současného vytlačování letadel je nutné, aby se zodpovědný personál vizuálně přesvědčil, zda se veškeré osoby nacházejí v bezpečné vzdálenosti mimo dosah proudu výstupních plynů. Šířka bezpečnostního prostoru za letadlem musí minimálně odpovídat rozpětí křídel daného letadla, délka oblasti je uvedena v kapitole 2.4.1. Tento postup vytlačování se ukončí v okamžiku, kdy

je kokpit letadla na dané příčce PUSH nebo před tahače na úrovni mezilehlého vyčkávacího místa TWY. (Letiště Praha, a.s., 2019b)

V následující tabulce se popisuje situace na konkrétní TWY, kde jedna standardní příčka PUSH je již obsazena letadlem (při zachování striktních podmínek výše uvedených) a druhá příčka PUSH lze být obsazena druhým letadlem, které je vytlačeno z konkrétního stání. V tabulce jsou uvedena stání typu „nose-in“ náležící k TWY AA, B1 a B2.

Tabulka 7: Pravidla přidělování pozic při postupu současného vytlačování. (Letiště Praha, a.s., 2019b)

| TWY | Přidělená (obsazená) pozice | Současné vytlačování povoleno ze stání | |
|-----|-----------------------------|--|-----------|
| A1 | PUSH 1 | 1A | na PUSH 2 |
| | PUSH 2 | 3B, T2 | na PUSH 1 |
| B1 | PUSH 1 | 6, 7, 9* | na PUSH 2 |
| | PUSH 2 | 4, 4A, 12* | na PUSH 1 |
| B2 | PUSH 3 | 7*, 9, 10 | na PUSH 4 |
| | PUSH 4 | 4*, 5*, 12 | na PUSH 3 |
| | PUSH 4 | | |

* letadla z vedlejšího sektoru (z protilehlých stání), na výslovné povolení od ŘLP/TWR.

Provádění jiných kombinací současného vytlačování, než uvedených výše, je zakázáno.

Ze stání 6-10 je povoleno vytlačovat současně pouze jedno letadlo.

Ze stání 7 nesmí být zahájeno vytlačování letadla, pokud je obsazena pozice PUSH 4.

Ze stání 9 nesmí být zahájeno vytlačování letadla, pokud je obsazena pozice PUSH 2.

Není povoleno současné vytlačování letadla ze stání 6 nebo stání 7 a poježdění letadla z/na stání 9 nebo stání 10. Zároveň není povoleno totéž v opačném případě.

2.4. Bezpečnostní zóny letadel

V případě poježdějících letadel nebo letadel vyskytujících se na odbavovací ploše rozlišujeme několik bezpečnostních zón – zóny vstupu a výstupu proudu plynů od motorů letadel, zóny kolem stojících letadel s vypnutými motory a zóny aktivní při plnění a odčerpávání paliva. Je nutné, aby veškerý personál, předměty a MMP byli mimo dosah těchto bezpečnostních zón. Při narušení těchto zón může dojít k vážným zraněním osob, poškození předmětů nebo samotného letadla. (Letiště Praha, a.s., 2019a)

Tyto zóny jsou popsány v řídicí dokumentaci Letiště Praha, která je pro všechny zúčastněné na procesu odbavení závazná.

2.4.1. Zóny vstupu a výstupu proudu plynů z motorů

Šířka těchto bezpečnostních zón musí být minimálně taková, jako je rozpětí křídel daného typu letadla. Délka zóny výstupu proudu plynů z motorů za letadlem se liší podle kódového písmene letadla a podle dané situace (viz tabulka 8). (Letiště Praha, a.s., 2019a)

Bezpečnostní zóna vstupu proudu plynů do motorů se nachází před jednotlivými motory a jedná se o půlkruh se středem ve vstupním ústrojí motoru.

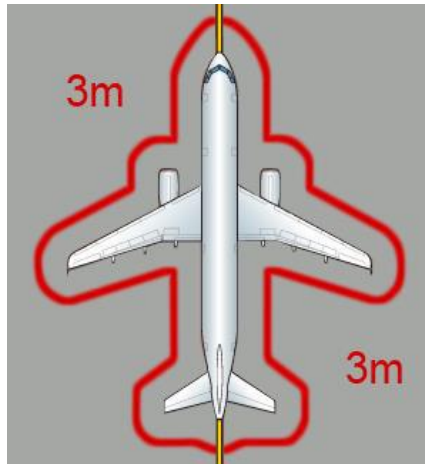
Tabulka 8: Bezpečná vzdálenost před/za spuštěnými motory letadel. (Letiště Praha, a.s., 2019a)

| | | Kódové písmeno: C | Kódové písmeno: D, E, F, G |
|---|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| Před motorem letadla (vstupní proud) | | 7,5 m | 7,5 m |
| Za letadlem (výstupní proud) | Na stání a během vytlačování | 55 m | 75 m |
| | Pojíždění na TWY | 100 m | |
| | Letadlo A380 | 130 m | |
| | Letadla na RWY | 300 m | |

Osoba zodpovědná za odbavení letadel musí zajistit dohled nad těmito zónami, je-li vydán pokyn spouštění motorů letadla, nebo jsou-li motory spuštěny. Jestliže není možné dodržet bezpečnou vzdálenost, je přijatelná redukce této vzdálenosti – v takovém případě musí být osoby, MMP nebo předměty dostatečně zajištěny proti účinku proudu výstupních plynů. (Letiště Praha, a.s., 2019a)

2.4.2. Bezpečnostní zóny kolem stojících letadel s vypnutými motory

„Bezpečnostní zóna kolem letadla, které je umístěné na stání je definována pomyslnou čarou bezpečnosti, lemující ve vzdálenosti 3 m obrys celého letadla (viz obrázek 7).“ (Letiště Praha, a.s., 2019a, str. 52)

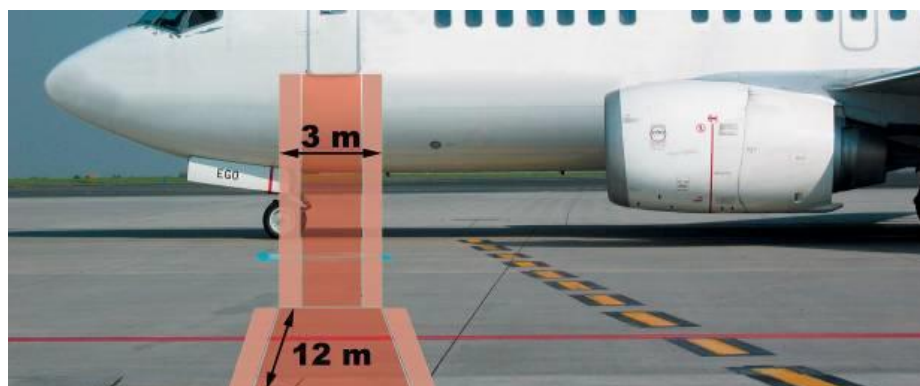


Obrázek 7: Bezpečnostní vzdálenost od letadla na stání s vypnutými motory. (Letiště Praha, a.s., 2019a)

Po vypnutí motorů a zašpalkování kol mohou tuto zónu kolem letadla narušit pouze MMP, které vyžadují přímý kontakt s letadlem za účelem údržby, kontrol, oprav a poskytování technického nebo obchodního odbavení letadla. Z důvodu nedostatečného vizuálního rozhledu jsou řidiči vybraných typů MMP při pohybu v bezpečnostní zóně povinni se řídit ručními signály oprávněné osoby. „Tyto vybrané typy MMP jsou:

- MMP pro nakládání letadel (pásový / paletový nakladač, vysokozdvizný vozík),
- k nástupu / výstupu cestujících,
- s vysokým dosahem (catering/ambu lift),
- provádějící obsluhu toaletních systémů a zásobování pitné vody,
- provádějící tažení a vytlačování letadel.“ (Letiště Praha, a.s., 2019a, str. 52)

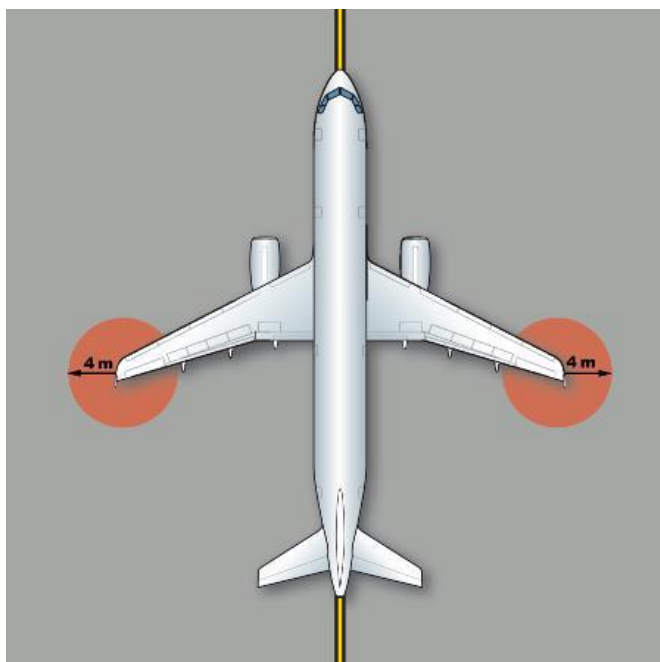
„Při spouštění motorů letadla musí být MMP v dostatečné vzdálenosti od nouzových východů a vstupních dveří letadla, neboť v případě potřeby musí mít nouzové skluzy dostatečný prostor k rozvinutí (viz obrázek 8).“ (Letiště Praha, a.s., 2019a, str. 53)



Obrázek 8: Bezpečná vzdálenost od dveří letadla a nouzových východů. (Letiště Praha, a.s., 2019a)

2.4.3. Plnění a odčerpávání paliva

Při plnění nebo odčerpávání paliva se MMP a veškerý personál s výjimkou autocisteren LPH a jejich obsluhou musí vzdálit nejméně 4 m od plnicích a odvzdušňovacích ventilů letadla (viz obrázek 9) a nejméně 3 m od plnicích automobilů a hadic. Zároveň musí zůstat volný koridor pro příjezd i odjezd autocisterny. Typické pozice zastavení autocisterny LPH při plnění jsou vedle křídla nebo pod křídlem. (Letiště Praha, a.s., 2019a)



Obrázek 9: Vzdálenost od křidel při čerpání / odčerpávání paliva. (Letiště Praha, a.s., 2019a)

2.5. Provoz mobilních mechanizačních prostředků na odbavovací ploše Sever

Pro plynulé a efektivní odbavení letadel je zásadní bezpečný provoz letadel a pohyb mobilních mechanizačních prostředků nacházejících se na odbavovací ploše.

„Na odbavovací plochu smí vjíždět pouze MMP jehož činnost souvisí s:

- vedením letadla na stání,
- technickým nebo obchodním odbavením letadla,
- údržbou nebo ošetřením letadla,
- kontrolou, údržbou nebo opravou odbavovací plochy a zařízení letiště,
- bezpečnostními opatřeními a požární asistencí,
- výkonem odborného dozoru v civilním letectví,
- kontrolou dodržování požárně bezpečnostních opatření na úseku požární ochrany a kontrolou provozuschopnosti hasicích přístrojů,
- kontrolou dodržování Dopravního řádu,

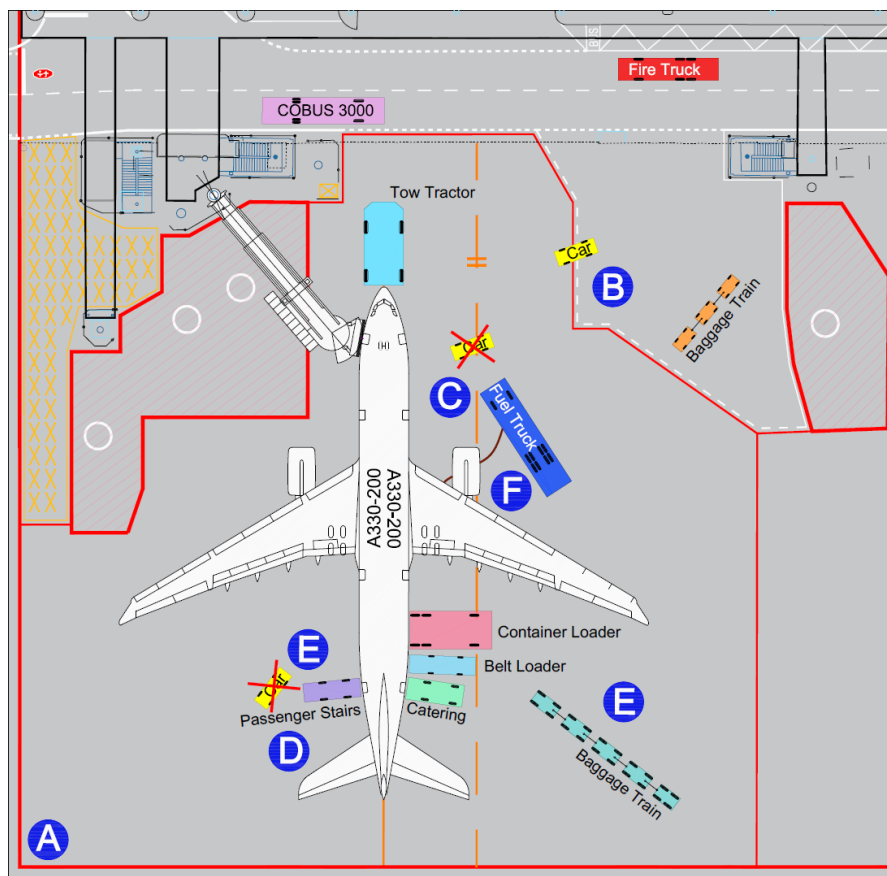
- výcvikem nových řidičů MMP.“ (Letiště Praha, a.s., 2019a, str. 24)

Při příjezdu letadla na stání se zde nesmí nacházet žádné MMP kromě vozidla „Follow Me“. Pro shromáždění MMP slouží komunikace na hranici stání letadel nebo pohotovostní stání⁷ MMP, pokud jsou zřízena. Příjezd a odjezd MMP na / ze stání musí být proveden z letištní obslužné komunikace v úseku příslušného stání, resp. z pohotovostního stání MMP. Pouze v případě, že bylo MMP využíváno k obsluze letadla na sousedním stání, může být příjezd k následujícímu odbavení letadla veden přímo z tohoto stání. Vjezd MMP na stání k odbavení letadla je povolen po vypnutí motorů a antikolizních majáků letadla, podvozek letadla musí být zašpalkován a bezpečnostní kužely rozmístěny do předepsaných pozic – výjimku tvoří MMP se zařízením zdroje energie (GPU), která vjíždí do prostoru stání letadel již po úplném zastavení letadla. Autocisternám LPH je povoleno vyjet z prostoru stání letadel na pojezdovou dráhu nebo vedlejší stání, ale pouze po dobu nezbytně nutnou. (Letiště Praha, a.s., 2019a)

Při odbavování letadla je potřeba dodržet výrobcem dané schéma pozic MMP okolo letadla. MMP při odbavování letadla nesmí narušit prostor vedlejšího stání nebo do pojezdové dráhy. „Pokud prostor mezi hranicí stání letadla a bezpečnostní zónou kolem stojícího letadla není dostatečně široký pro průjezd MMP, je možné letadlo objet přes prostor sousedního stání za předpokladu, že toto stání není obsazeno a letadlo na něj není ani zaváděno, nebo letadlo stojící na sousedním stání má vypnuté motory i antikolizní majáky a jeho podvozek je zašpalkován.“ (Letiště Praha, a.s., 2019a)

„Vjezd do operační zóny nástupního mostu (červeně vyšrafovaná plocha) v okamžiku kdy je s mostem manipulováno (svítí výstražné majáky a je vydáváno zvukové znamení), je přísně zakázán, stejně tak to platí pro zastavení a stání MMP v tomto prostoru. MMP nesmí omezit pohybující se nástupní most v celém prostoru stání letadla. Výjimkou je podjíždění pod pohyblivou částí nástupního mostu přistaveného k horní palubě letadla A380 na stání č. 14A. Tato výjimka je umožněna pouze autocisternám LPH, jež ukončily proces plnění tohoto letadla, a to za podmínky, že na podvozkových nohách pohyblivé části nástupního mostu neblinkají oranžové majáky a není-li most v pohybu.“ (Letiště Praha, a.s., 2019a, str. 26)

⁷ Pohotovostní stání – stání sloužící ke shromáždění MMP a osob podílejících se na odbavování letadla stojícího na přilehlém stání letadel, či následujícího letadla, kterému bylo stání přiděleno, přičemž MMP zde nesmí stát dříve než 50 minut před předpokládaným příletem tohoto letadla. (Letiště Praha, a.s., 2019a)



Obrázek 10: Rozmístění MMP na odbavovacím stání letadel. (Letiště Praha, a.s., 2019a)

Na obrázku 10 je zobrazena situace na odbavovacím stání letadel. Po celém obvodu jsou stání ohraničena červenou plnou nebo přerušovanou čarou, která je u obslužné komunikace doplněna plnou nebo přerušovanou bílou čarou. Koridor pro čelní výjezd autocisterny LPH (na obrázku písmeno C) musí zůstat volný z důvodu bezpečného opuštění prostoru v případě náhlé nouze. Během manévrování v blízkosti letadla je řidič MMP povinen dodržovat maximální rychlost 5 km/h a dbát zvýšenou pozornost na udržení bezpečné vzdálenosti od letadla, ostatních vozidel a překážek umístěných v daném prostoru stání. MMP nesmí bránit výjezdu vozidlům provádějící odbavení a obsluhu přímo u letadla (na obrázku písmena D, E). (Letiště Praha, a.s., 2019a)

2.5.1. Provoz MMP na obslužných komunikacích

Značení obslužné komunikace je na letišti provedeno vodorovným dopravním značením (viz tabulka 9).

Hlavní nebo vedlejší komunikace je vyznačena vodorovným dopravním značením, které lze doplnit značením s ohledem na provoz letadel. Tam, kde značení týkající se statutu komunikace chybí, musí dát řidič přednost v jízdě vozidlu příježdějícímu zprava. Toto pravidlo „pravé ruky“ platí také při pohybu MMP mimo komunikaci při provádění odbavení letadel.

Pokud MMP vjíždí na komunikaci z míst, které se nevyskytují na komunikaci (např. z pohotovostního stání MMP), je řidič povinen dát přednost v jízdě vozidlu jedoucímu po komunikaci (výjimku tvoří vozidla s právem přednosti jízdy při plnění zvláštních povinností se zapnutými modrými nebo oranžovými výstražnými světly). Před křížením komunikace a pojezdové dráhy musí řidiči vozidla zastavit na vodorovné dopravní značce „Stůj, dej přednost letadlu“. Pokračování v jízdě může MMP zahájit až tehdy, kdy se ujistí, že nemůže dojít k ohrožení nebo omezení pohybujícího se letadla resp. MMP se zapnutými výstražnými světly. Zastavení MMP na komunikaci v místě křížení TWY, stejně tak jako stání MMP na jakémkoliv místě na komunikaci je zakázáno. (Letiště Praha, a.s., 2019a)

Při pojíždění letadla na stání (resp. vytlačování letadla ze stání), kdy letadla přejíždějí obslužnou komunikaci, je řidič MMP povinen zastavit před příslušnou vodorovnou dopravní značkou „Dej přednost v jízdě“ a vyčkat do okamžiku, kdy letadlo zastaví na stání resp. bude vytlačeno ze stání na pojezdovou dráhu. Následné pokračování v jízdě je možné za předpokladu, že nemůže dojít k ohrožení nebo omezení pohybujícího se letadla nebo MMP. Zároveň řidič musí dbát pokynů pracovníka odbavení, který je oprávněn zastavit provoz na obslužné komunikaci před výjezdem letadla, které je připraveno k pojíždění. (Letiště Praha, a.s., 2019a)


„Parkování MMP jak na obslužných komunikacích, tak i na stáních letadel, pohotovostních stáních MMP a na nástupní ploše pro požární techniku je přísně zakázáno.“ (Letiště Praha, a.s., 2019a, str. 21)


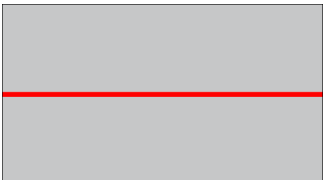
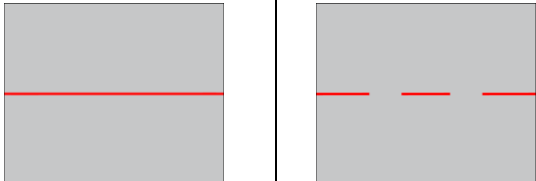
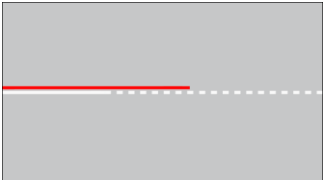
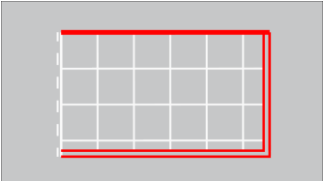

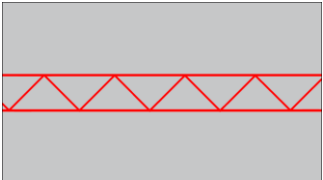

2.5.2. Značení na odbavovací ploše


Značením na odbavovací ploše se rozumí symboly nebo skupiny symbolů vyznačené na povrchu pohybové plochy za účelem poskytování leteckých informací letištnímu personálu. (Úřad pro civilní letectví, 2020b)

V tabulce níže jsou popsána značení vyskytující se na odbavovací ploše, jejichž význam se pojí s provozem MMP.

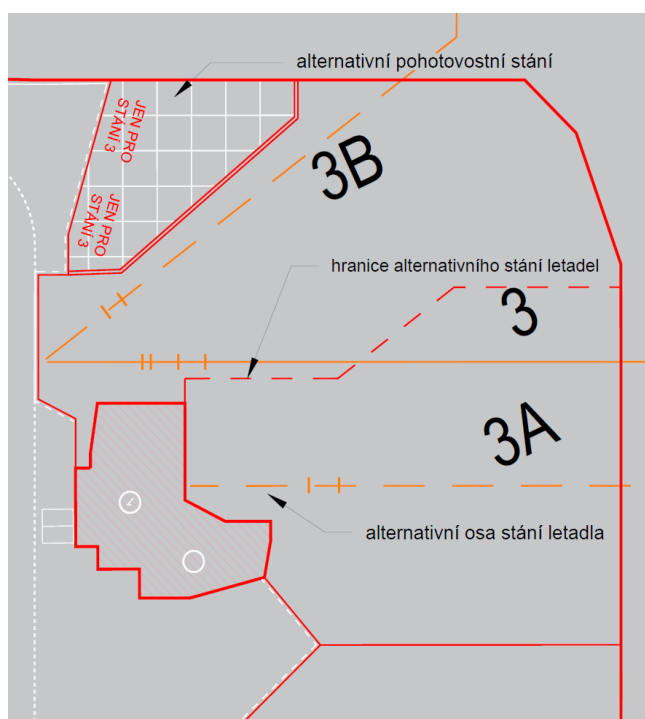
Tabulka 9: Značení na odbavovací ploše. (Letiště Praha, a.s., 2019a, stránky 38-46)

| Popis značení | Zobrazení na pohybové ploše |
|--|--|
| <p>Obslužná letištní komunikace</p> <ul style="list-style-type: none"> - bílá plná nebo přerušovaná čára vyznačuje hranici komunikace |  |

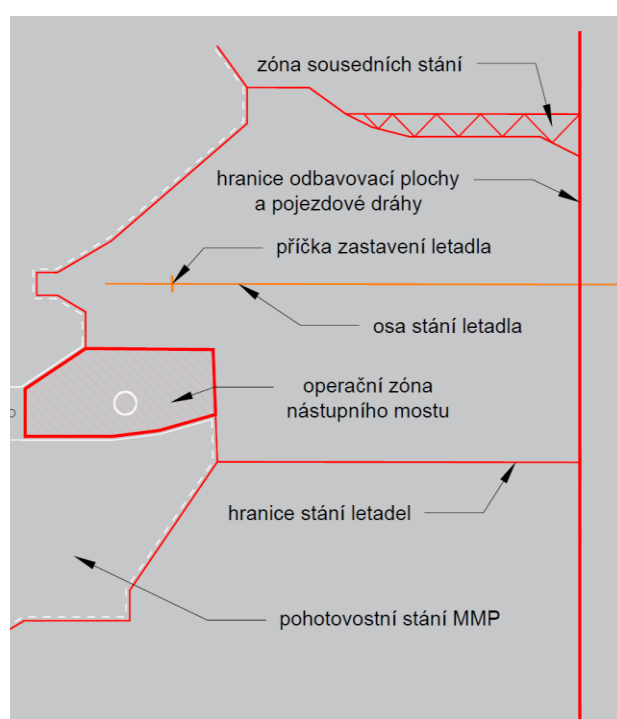
| | |
|---|--|
| <p>Obslužná letištní komunikace na pojezdové dráze</p> <ul style="list-style-type: none"> - dvojitá bílá příčně přerušovaná čára vyznačuje hranici komunikace v místě, kde křížuje pojezdovou dráhu |  |
| <p>Hranice odbavovací plochy a pojezdové dráhy</p> <ul style="list-style-type: none"> - červená plná čára určující ochranné pásmo pojezdové dráhy (předěl mezi odbavovací / manipulační plochou a TWY) |  |
| <p>Hranice stání / alternativního stání letadel</p> <ul style="list-style-type: none"> - červená plná čára určující prostor stání letadla / hranici alternativního stání |  |
| <p>Pohotovostní stání MMP</p> <ul style="list-style-type: none"> - červená plná čára v kombinaci s bílou čárou vyznačují hranici pohotovostního stání MMP a osob - slouží pouze ke shromáždění MMP podílejících se na odbavování letadla |  |
| <p>Alternativní pohotovostní stání MMP</p> <ul style="list-style-type: none"> - slouží pouze ke shromáždění MMP a osob podílejících se na odbavování letadla stojícího na hlavním stání letadla |  |
| <p>Operační zóna nástupního mostu</p> <ul style="list-style-type: none"> - červeně šrafovaná plocha vyznačující operační zónu nástupního mostu - platí zde zákaz zastavení a stání MMP |  |
| <p>Zóna sousedního stání</p> <ul style="list-style-type: none"> - červeně šrafovaná plocha vymezená hranicemi sousedního stání - platí zde zákaz zastavení a stání MMP - v době pohybu letadla na přilehlém stání je vjezd a vstup na tuto plochu zakázán |  |
| <p>Pozor, nebezpečí působení výtokových plynů za motory letadel (Jet blast)</p> <ul style="list-style-type: none"> - vodorovné značení v místě, kde musí řidiči MMP a chodci zastavit, pokud se na přilehlé pohybové ploše nachází letadlo, které pojíždí (resp. zahajuje pojíždění) |  |

| | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - pokud se značení nachází na stání letadel, je nutné dbát zvýšené opatrnosti v případech poježdění velkých proudových čtyřmotorových letadel na přilehlé TWY (např. A380, B747) | |
| <p style="text-align: center;">Dej přednost v jízdě</p> <ul style="list-style-type: none"> - vodorovné dopravní značení, kde musí MMP dát přednost letadlu nebo ostatním MMP. |  |

Na obrázcích níže je zobrazen příklad umístění některých značení na odbavovací ploše, která jsou popsána v tabulce 9. Další příklady lze vidět na obrázcích v předchozích kapitolách.



Obrázek 11: Příklad značení stání typu MARS. (Letiště Praha, a.s., 2019a)



Obrázek 12: Příklad značení stání letadel. (Letiště Praha, a.s., 2019a)

2.6. Kritické typy letadel

Za kritické typy letadel jsou považovány letadla, která spadají do kategorie letadel kódového písmene F, přičemž letadlo kategorie E se považuje rovněž za kritické v případě trupu delšího jak 71 m.

Do skupiny kritických typů letadel na letišti Václava Havla nyní patří:

- Letadla kódového písmene E dle předpisu CS-ADR-DSN s trupem délky > 71 m
 - Airbus 340-600,

- Boeing 777-300 / 777-300ER. (Letiště Praha, a.s., 2017)
- V budoucí době do této kategorie může patřit například i Airbus 350-1000 nebo Boeing 777-9.
- Letadla kódového písmene F dle předpisu CS-ADR-DSN
 - Airbus 380,
 - Boeing 747-8,
 - Antonov 124 Ruslan,
 - Lockheed C5 A/B Galaxy. (Letiště Praha, a.s., 2017) (EASA, 2018)



Obrázek 13: Výřez z mapy LKPR AD 2-20-1. (Letecká informační služba, ŘLP ČR, 2020-a)

Pojíždění kritických typů letadel má svá striktní omezení – použitelné pojezdové dráhy jsou zobrazeny na mapě v letecké informační příručce (dále AIP) pod názvem LKPR AD 2-20-1 (viz obrázek 13).

Hlavními parametry odbavovacího stání, které lze použít pro kritické typy letadel, jsou rozpětí křídel a délka konkrétního typu letadla. Stání, která jsou určena pro kritické typy letadel (resp. pro kódové značení E a F) jsou uvedena v tabulce 4. (Letiště Praha, a.s., 2017) (Letecká informační služba, ŘLP ČR, 2019)

2.7. Návrh na opatření dle současného stavu

Na základě provedené analýzy současného stavu byla navržena konkrétní opatření, která budou v rámci jednotlivých návrhů aplikována jako základ pro splnění hlavních cílů práce:

- eliminace, případně zredukování výjimek (resp. náhradních postupů) a omezení u současných stání 1, 3,4, 4A, 5, 11 a 12;
- realizovatelná rekonfigurace současných stání 1-12 přispívající ke zvýšení bezpečnosti a zefektivnění procesu odbavení letadel;
- umístění konkrétních typů letadel (převážně kódového písmene C a E) na stání 1-12 se zohledněním budoucího vývoje letecké dopravy;
- rozšíření portfolia odbavených letadel zejména u stání 4, 4A, 5;
- zachování předpisově daných rozestupů od letadel na stání a pojezdových drahách;
- rekonfigurace stání 3, 3A, 3B, 4 a 4A podle tzv. modelu MARS;
- vytvoření zadní obslužné komunikace pro stání 4, 4A, 5, 6, 7; a
- zachování bezpečnosti a kapacity odbavovací plochy při realizaci návrhů.

3. POŽADAVKY LEGISLATIVY

Veškerá letecká legislativa vychází ze základů prováděcích předpisů v rámci příloh (tzv. annexů) od Mezinárodní organizace pro civilní letectví (dále jen ICAO), která pomáhá koordinovat a rozvíjet mezinárodní civilní letectví. Tyto základní řady příloh, obsahující standardy a doporučené postupy, jsou vedeny jako ICAO Annex 1-19, na jejichž základě jsou určovány minimální požadavky pro mezinárodní civilní letectví. Přílohy 1-19 jsou implementovány do národních legislativ a obecně se doporučuje, aby tyto národní letecké předpisy byly přísnější než minimální technické a organizační požadavky civilního letectví od ICAO. Základní řada leteckých předpisů v České republice, jako obdoba ICAO příloh 1-19, má označení L1 až L19. Tyto národní předpisy jsou pro letecký personál na území ČR závazné. Požadavky a specifikace týkající se letišť jsou určeny leteckým předpisem L14. (Úřad pro civilní letectví, 2020a) (Letecká informační služba, nedatováno)

Česká republika je členským státem Evropské unie, čímž se zavázala přijímat evropské unijní normy. Hlavním nařízením pro všechny členské státy je Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 216/2008 ze dne 20. února 2008 o společných pravidlech v oblasti civilního letectví a o zřízení Agentury Evropské unie pro bezpečnost letectví. Evropské unijní normy mají přednost před národními – sice je zavedena povinnost dávat do souladu národní normy s evropskými, ale i tak existují určité výjimky. Za stanovení pravidel, pokynů, doporučení a norem týkající se civilního letectví v Evropě z hlediska bezpečnosti je zodpovědná Agentura Evropské unie pro bezpečnost letectví (dále jen EASA). (EASA, nedatováno)

Pro tuto diplomovou práci je nejdůležitější publikace od EASA Certifikační specifikace a poradenský materiál pro návrh letišť „CS-ADR-DSN“ – 4. vydání, týkající se technické struktury letišť. Certifikační specifikace (CS) jsou nezávazné technické standardy, které uvádějí způsob, jakým prokázat vyhovění nařízení (ES) č. 261/2008 a jeho prováděcím pravidlům a které mohou být organizacemi použity za účelem certifikace. Poradenský materiál (GM) je nezávazný materiál, který pomáhá ilustrovat význam požadavku nebo specifikace a používá se k podpoře nařízení (ES) č. 216/2008, jeho prováděcím pravidlům, certifikačních specifikací a přijatelných způsobů průkazu. (EASA, 2018)

Další významné dokumenty týkající se technické struktury letišť, konkrétně odbavovacích ploch, které mají charakter převážně poradenský a které nejen evropská letiště mohou využívat, jsou například:

- ICAO Annex 14,
- ICAO dokument 9157 „Aerodrome Design Manual Part II / Part XII“,
- ICAO dokument 9981 „PANS: Aerodromes“,

- ICAO dokument 9184 „Airport Planning Manual Part I“
- dokument „Airside Safety Handbook“, „Apron Safety Handbook“ a „Apron Markings and Signs Handbook“ od celosvětové odborové asociace sdružující letiště (*angl. Airports Council International, ACI*).

V dalších podkapitolách jsou uvedeny normy, certifikační specifikace, doporučení či poradenský materiál, které se týkají tématu diplomové práce.

3.1. Pojezdové dráhy

Podle národního předpisu L14 se pojezdovou dráhou rozumí „vymezený pás na pozemním letišti zřízený pro pojíždění letadel a určený ke spojení jedné částí letiště s druhou, zahrnující:

- Pojezdový pruh – část odbavovací plochy určená jako pojezdová dráha a umožňující přístup letadel ke stání.
- Pojezdovou dráhu na odbavovací ploše – část systému pojezdových drah umístěná na odbavovací ploše umožňující průjezd odbavovací plochou.
- Pojezdové dráhy pro rychlé odbočení.“ (Úřad pro civilní letectví, 2020b, stránky 1-5)

Pojezdové dráhy musí být zřízeny tak, aby zajistily bezpečné a plynulé pojíždění letadel po letišti. Při pojíždění na pojezdové dráze, kdy se pilotní kabina letounu nachází nad osovým značením TWY musí být dodrženy vzdálenosti mezi vnějším kolem hlavního podvozku letounu a okrajem pojezdové dráhy. Tyto vzdálenosti se liší podle rozchod kol hlavního podvozku letounu (OMGWS) (viz obrázek 14). (EASA, 2018) (Úřad pro civilní letectví, 2020b)

| | OMGWS | | | |
|---|----------------------------|-----------------------------------|---|----------------------------------|
| | Až do, ale ne včetně 4,5 m | Od 4,5 m až do, ale ne včetně 6 m | Od 6 m až do, ale ne včetně 9 m | Od 9 m až do, ale ne včetně 15 m |
| Vzdálenost | 1,50 m | 2,25 m | 3 m ^{a, b} nebo 4 m ^c | 4 m |
| ^a v přímých částech. ^b v obloukových částech pojezdové dráhy určených pro letouny s rozvorem menším než 18 m. ^c v obloukových částech pojezdové dráhy určených pro letouny s rozvorem rovným nebo větším než 18 m. | | | | |
| <i>Poznámka: Rozvorem se rozumí vzdálenost od předového podvozku ke geometrickému středu hlavního podvozku.</i> | | | | |

Obrázek 14: Vzdálenost mezi vnějším kolem hlavního podvozku letounu a okrajem pojezdové dráhy. (EASA, 2018)

Šířka pojezdových drah je rovněž závislá na OMGWS a ve svých přímých částí by neměla mít šířku menší než je uvedeno (viz obrázek 15). Pojezdové dráhy by měly být zkonstruovány s postranními pásy, které zasahují symetricky na obě strany pojezdové dráhy. Minimální celková šířka pojezdové dráhy spolu s postranními pásy by měla mít rozměr:

- 44 m (kódové písmeno F),
- 38 m (kódové písmeno E),
- 34 m (kódové písmeno D) a
- 25 m (kódové písmeno C). (EASA, 2018)

| | OMGWS | | | |
|-----------|----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| | Až do, ale ne včetně 4,5 m | Od 4,5 m až do, ale ne včetně 6 m | Od 6 m až do, ale ne včetně 9 m | Od 9 m až do, ale ne včetně 15 m |
| Šířka TWY | 7,50 m | 10,5 m | 15 m | 23 m |

Obrázek 15: Šířka pojezdových drah. (EASA, 2018)

Poloměry oblouků pojezdových drah by měly odpovídat manévrovacím schopnostem a pojezdovým rychlostem letounů, pro které byla dráha určena, nicméně množství a velikost změn směru by mělo být co nejmenší. (EASA, 2018)

Podrobnější výklad týkající se pojezdových drah lze nalézt v národním předpise L14 nebo v certifikační specifikaci a poradenském materiálu pro návrh letiště (CS ADR-DSN) od EASA.

3.1.1. Minimální vzdálenosti pojezdových drah

Cílem minimálních vzdáleností pojezdových drah je umožnit bezpečné využití pojezdových drah a pojezdových pruhů letadel a omezit tím riziko srážek s jinými letouny využívající přilehlou RWY, paralelní TWY, pojezdových pruhů nebo srážek s přilehlými objekty. Minimální vzdálenosti mezi osou pojezdové dráhy a osou paralelní pojezdové dráhy nebo jakýmkoliv objektem nesmí být menší, než je uvedeno v tabulce níže (rozměry jsou uvedeny v metrech) s výjimkou, že na stávajících letištích může být povolen provoz s menšími vzdálenostmi, jestliže existuje letecko-provozní studie, která dokazuje neovlivnění bezpečnosti a plynulosti provozu letounů. Podklady k provedení této studie jsou uvedeny v dokumentu 9157 ICAO Aerodrome Design Manual, Part 2. (EASA, 2018) (Úřad pro civilní letectví, 2020b)

Tabulka 10: Minimální vzdálenosti pojezdových drah. (EASA, 2018) (Úřad pro civilní letectví, 2020b)

| Kódové písmeno | Osa TWY od osy jiné TWY | Osa TWY, jiné než je pojezdový pruh, od objektu | Osa pojezdového pruhu od osy pojezdového pruhu | Osa pojezdového pruhu od objektu* |
|----------------|-------------------------|---|--|-----------------------------------|
| C | 44 | 26 | 40,5 | 22,5 |
| D | 63 | 37 | 59,5 | 33,5 |
| E | 76 | 43,5 | 72,5 | 40 |
| F | 91 | 51 | 87,5 | 47,5 |

* vzdálenost mezi osou pojezdového pruhu s jakýmkoliv objektem je potřeba zvětšit, jestliže rychlost výfukových plynů proudových motorů může způsobit nebezpečné podmínky pro pozemní personál.

3.2. Odbavovací plocha

Odbavovací plochou se dle definice „rozumí vymezená plocha k umístění letadel pro účely nástupu a výstupu cestujících, nakládky nebo vykládky pošty nebo nákladu, doplňování paliva, parkování nebo údržby.“ (EASA, 2018, str. 27)

Důležité kritérium odbavovací plochy, resp. stání letadel, je vzdálenost letadla od přilehlých budov, letadel na jiném stání a dalších objektů na odbavovací ploše (viz tabulka 11). Pro zaručení bezpečnosti by měla stání letadla zajistit následující minimální vzdálenosti:

Tabulka 11: Minimální vzdálenosti od křídel letadla na odbavovací ploše. (Úřad pro civilní letectví, 2020b)

| Kódové písmeno letadla | Rozestup |
|-------------------------------|-----------------|
| C | 4,5 m |
| D | 7,5 m |
| E | |
| F | |

Kde minimální vzdálenosti kódových písmen D, E nebo F mohou být zmenšeny:

- a) pro výškově omezené objekty,
- b) pokud je stání omezeno pro letadla se specifickými charakteristikami,
- c) v následujících umístěních (platí pouze pro letadla využívající postupy „taxi-in“ a „push-back“):
 - i. mezi odbavovací plochou, včetně pevných nástupních mostů a přídílí letadla; a

- ii. u jakékoliv části stání opatřené směrovým vedením zajišťovaného vizuálním systémem navádění letadel na stání (VDGS). (Úřad pro civilní letectví, 2020b)

Na stáních letadel, kde jsou uplatňovány snížené minimální vzdálenosti, je nutné zajistit systém vizuálního navádění letadel na stání. Veškeré objekty, které souvisí se sníženými vzdálenostmi, by měly být řádně označeny. Samotná stání letadel, na kterých jsou snížené vzdálenosti uplatňovány, by měla být označena a zveřejněna v AIP. Pokud stání letadel kódových písmen D, E nebo F jsou vybavena systémem pro vizuální navádění na stání, může být uplatňována minimální vzdálenost 4,5 m mezi letadlem vjíždějícím nebo opouštějícím toto stání a jakoukoliv přilehlou budovou, letadlem na dalším stání nebo jinými objekty. V případě stání letadel kódového písmene C může být minimální vzdálenost stanovena na 3 m, pokud posouzení bezpečnosti ukazuje, že by takové snížení vzdálenosti nepříznivě neovlivnilo provoz letadel. (EASA, 2018)

Snížené odstupy od nástupních mostů jsou možné na stáních, které disponují systémem vizuálního navádění letadel na stání, přičemž je nutné také zajistit doplňková opatření, jako je:

- a) dobrý stav značení a znaků;
- b) údržba systému vizuálního navádění na stání. (EASA, 2018)

Bezpečnostní značení odbavovací plochy (viz kapitola 2.5.2.) by mělo obsahovat značení bezpečné vzdálenosti od konce křídel letadla a značení ohraničení obslužné komunikace v závislosti na požadavcích na uspořádání parkování letadel a na pozemní zařízení. (Úřad pro civilní letectví, 2020b)

3.2.1. Pozemní odbavování letadel

Základní požadavky, které jsou kladené na pozemní personál jsou:

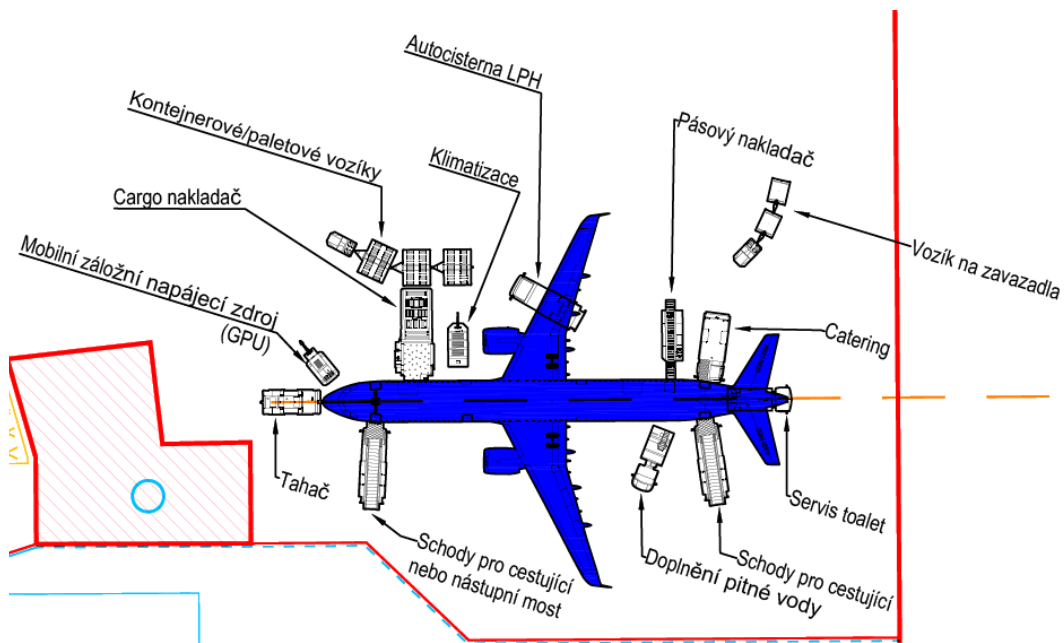
- zajištění bezpečnosti při odbavování letadla,
- snížení času stráveného odbavením letadla a
- zaručení vysoké spolehlivosti odbavovacích služeb bez zpoždění letadel. (Kazda & Caves, 2013)

Obsluha komerčních letadel, která se provádí po zaparkování letadla na stání, zahrnuje: catering, servis toalet a pitné vody, odbavování zavazadel, úklid, doplnění paliva, zajištění klimatizace, kyslíku, elektrického napájení a startovacího vzduchu a tažení letadel. Pro většinu těchto funkcí se využívají vozidla a/nebo určitý typ pevných zařízení pro provádění těchto služeb. (EASA, 2018)

Mezinárodní asociace leteckých dopravců (IATA) navrhuje, aby všechna letiště na světové úrovni odbavovala 90 procent pasažérů přes nástupní mosty – tím by došlo ke zmenšení velikosti stání letadel z důsledku používání vytlačovacích tahačů. Proces vytlačování průměrně trvá 2-4 minuty – záleží na velikosti letadla, typu vytlačovacího zařízení a na pozici, na které se spouští motory (na stání letadel, během vytlačování nebo až po vytlačení letadla). Letadlo se vytlačuje na pojezdový pruh či pojezdovou dráhu, kde má dostatečný prostor pro manévrování a lze bezpečně nastartovat motory letadla bez negativních působení výtokových plynů. V některých případech jsou letadla tažena nejen dozadu, ale i dopředu kvůli negativním účinkům výtokových plynů za letadlem na přilehlé budovy, vybavení, personál nebo ostatní letadla v blízkosti. (Kazda & Caves, 2013) (Transportation Research Board of the National Academies, 2013)

Trend dnešních moderních letišť je redukování mobilních zařízení potřebných pro odbavení letadla a vytvoření tzn. „vehicle free apron“ (*odbavovací plocha bez vozidel*) – jedná se například o implementování rozvodného hydrantového systému plnění paliva umístěného v podzemí nebo fixních zdrojů ve většině případů připojených k nástupním mostům jako je elektrické energie, klimatizace a stlačený startovací vzduch. Příklad vysoce zautomatizovaného letiště, kde všechny systémy jsou na některých stání letadel fixní je letiště Stockholm – Arlanda. (Kazda & Caves, 2013)

Typické rozmístění odbavovací techniky okolo letadla je zobrazeno na obrázku 16 – kontejnerový/paletový nakladač a vozidlo pro catering lze umístit jak k přední tak i k zadní části letadla na pravé straně. Některá letadla mohou navíc vyžadovat obsluhu pomocí techniky, jako je například: servis brzd, zařízení na stlačený vzduch (ASU) v případě nefunkčnosti pomocné pohonné jednotky letadla (APU), nůžkové nakladače, stavěcí plošiny a vysokozdvížné vozíky. Naopak vozidla na klimatizaci, záložní napájecí zdroj (GPU), zařízení na stlačený vzduch nebo autocisterna LPH mohou být nahrazena efektivnější variantou v podobě pevných zařízení na stání.



Obrázek 16: Typická obsluha středně velkého letadla. (vlastní tvorba)

Typická průměrná doba průletu letadla typu B737 trvá 50-70 minut (kromě nízkonákladových společností, které mají průlet cca 25 minut). Za tuto dobu musí proběhnout veškeré činnosti spojené s technickým odbavením, které probíhají po vypnutí motorů letadla, zašpalkování podvozku a rozmístění bezpečnostních kuželů na předepsané pozice okolo letadla. Většina těchto činností probíhá současně a zároveň nezávisle na ostatních. Rychlost odbavení nezáleží jen na kvalitě a spolehlivosti handlingové společnosti či pevných zařízeních, která jsou na stání k dispozici, ale také na dostatečném prostoru okolo letadla – důležitý je volný pohyb okolo křídel a ocasních ploch letadla bez narušení bezpečnostní zóny (vzdálenost dle lokálních pravidel letiště; LKPR viz kapitola 2.4.2.), sousedního stání nebo prostoru pojezdové dráhy (platí až na výjimky, jako např. autocisterny LPH, vozidla bezpečnostních složek při zásahu atd.).

3.2.2. Obslužné komunikace

Přístup k neveřejné silniční síti letiště musí být omezeno na vozidla přímo spojená s činnostmi odbavení letadel nebo s dalšími letištními aktivitami. Obslužná komunikace je silnice vyznačena bílou přerušovanou nebo nepřerušovanou barvou, která je určena pro bezpečnou přepravu jakéhokoliv materiálu na odbavovací plochu a k přesunům MMP.

Dobře navržený a udržovaný systém obslužných komunikací zvyšuje bezpečnost, snižuje zpoždění letadel a zlepšuje řízení a usměrněný pohyb vozidel na letišti. Zároveň je důležité efektivně umístit značení, značky či zapuštěná všesměrová návěstidla ke snížení rizika kolize s letadly, objekty či jinými MMP (i za nepříznivého počasí), nebo vystavení vozidla na

komunikaci negativním účinkům výtokových plynů. (Transportation Research Board of the National Academies, 2013)

Obslužné komunikace vyskytující se na odbavovací ploše jsou zřízeny na podporu veškerých procesů na odbavovací ploše. Systém komunikací by měl být navržen tak, aby zohledňoval místní bezpečnostní opatření. Proto je třeba omezit přístupové body tohoto systému komunikací. Pokud by pohyby pozemních vozidel měly ovlivnit pozemní pohyb letadel na RWY a pojezdových drahách, bylo by třeba, aby pohyby pozemních vozidel byly koordinovány příslušným řízením letiště. Řízení je obvykle prováděno pomocí obousměrného radiového spojení, i když v případě mírného provozu na letišti mohou být vhodné i vizuální signály, jako jsou návěstní světlometky. Znaky nebo signály je možné použít také k usnadnění řízení na křižovatkách. (EASA, 2018)

Existují tři možná místa pro umístění obslužné komunikace na odbavovací ploše, tj. za letadlem, mezi letadly nebo mezi přední částí stání letadel a budovou terminálu. V současné době se na moderních letištích využívá kombinace komunikací před letadlem a za letadlem. Každé z těchto umístění má své výhody i nevýhody. (IATA, nedatováno -a)

Více preferovaná je přední obslužná komunikace, jelikož mnoho provozních procesů se odehrává v přední části letadla. Zároveň se zvyšuje bezpečnost v podobě omezení interakcí vozidel s pojíždějícími letadly, naopak ke konfliktům zde může dojít s vozidly, která vjíždí na tuto komunikaci z prostoru stání letadel nebo z třídírný zavazadel. Nebezpečí na těchto komunikacích hrozí také vozidlům vyšších než je volný prostor pod nástupními mosty. (IATA, nedatováno -a) (Transportation Research Board of the National Academies, 2013)

Obslužná komunikace za letadly poskytuje výhodu bezpečnějšího a efektivnějšího přístupu k zadním částem letadla a pohybu MMP za letadly. Na těchto komunikacích existuje vyšší potenciální riziko konfliktu MMP s letadlem, jelikož letadla při pojíždění na stání nebo při vytlačování musí přejet celou šířku zadní komunikace. V evropských předpisech neexistuje žádná konkrétní vzdálenost mezi letadlem a hranicí obslužné komunikace, nicméně lze použít minimální vzdálenost, která je uvedena v tabulce 10 ve sloupci „Osa pojezdového pruhu od objektu“. Federální letecká správa (FAA) má v tomto případě stanovenou tzn. zónu bez překážek (*angl. object-free area OFA*), která jasně definuje vzdálenost umístění zadní obslužné komunikace od TWY nebo pojezdového pruhu (viz obrázek 17). Další nevýhodou zadní komunikace jsou negativní účinky výtokových plynů za letadly, které mohou poškodit MMP vyskytující se na zadní komunikaci. (Transportation Research Board of the National Academies, 2013) (Transportation Research Board, 2011)



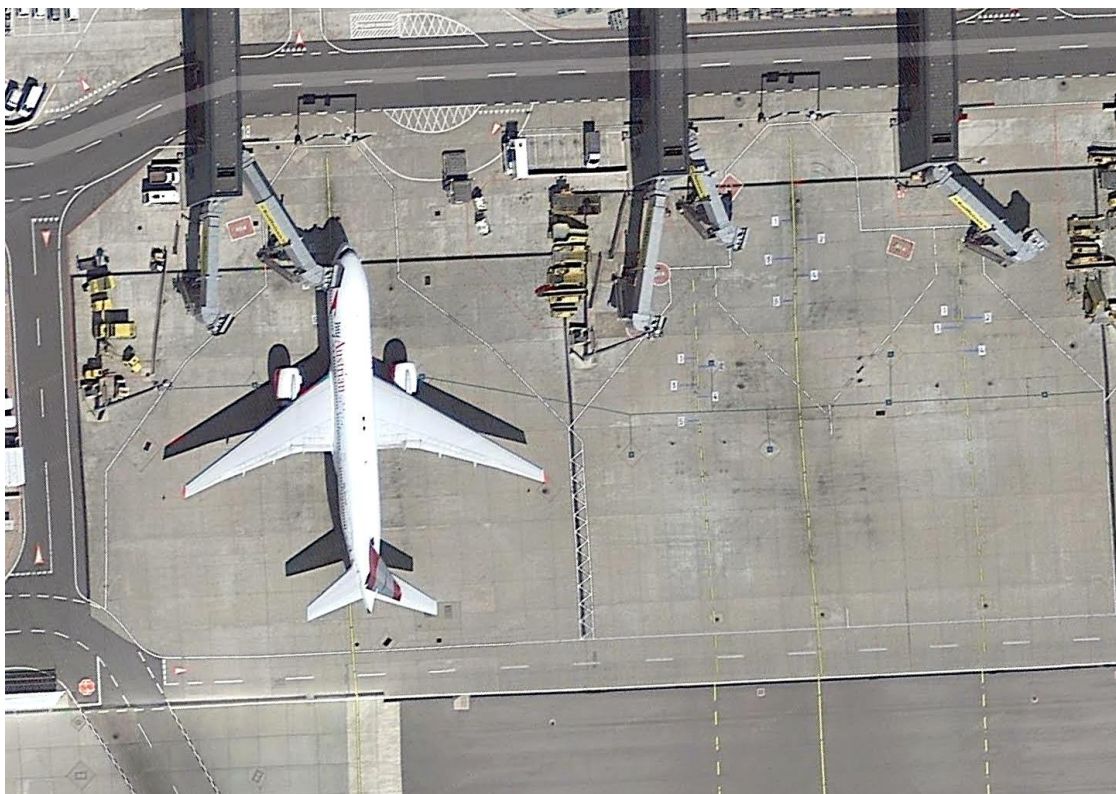
Obrázek 17: Vzdálenost od pojezdového pruhu k hranici zadní obslužné komunikace (FAA). (Transportation Research Board, 2011)

V určitých případech je výhodnější umístit obslužnou komunikaci k zadní části letadla, přestože toto řešení není doporučeno asociací IATA. V takové situaci by měla být obslužná komunikace velmi jasně označena a nesmí nijak omezovat provoz na pojezdové dráze nebo odbavovací ploše. Při pohybu MMP ze zadní obslužné komunikace k přední části letadla je nutná velká opatrnost při průjezdu kolem křídel a motorů letadla. (IATA, nedatováno -a)

Letiště po celém světě fungují bezpečně na základě různých minimálních vzdáleností od zaparkovaného letadla. Níže jsou uvedeny příklady zásad, které jsou v současné době na světových letištích:

- a) Vzdálenost od přední části letadla:
 - i. mezi přední částí letadla a obslužnou komunikací nebo pohotovostním stáním není žádný prostor;
 - ii. mezi přední částí letadla a obslužnou komunikací nebo pohotovostním stáním je prostor 4,5 m.
- b) Vzdálenost od zadní části letadla:
 - i. ocas letadla smí převyšovat obslužnou komunikaci umístěnou za ní, kde je stanoveno výškové omezení pro vozidla, která tuto komunikaci využívají;
 - ii. mezi zadní částí letadla a obslužnou komunikací není žádný prostor;
 - iii. vodorovná vzdálenost 1 m od ocasních ploch letadla a obslužnou komunikací;
 - iv. vodorovná vzdálenost 3 m od ocasních ploch letadla a obslužnou komunikací. (Transportation Research Board, 2011)

Obrázek 18 ukazuje příklad zadní obslužné komunikace na letišti ve Vídni. Další evropská letiště, kde lze najít zadní obslužné komunikace u stání typu „nose-in“, jsou např. v Amsterdamu, Frankfurtu, Bruselu nebo v Helsinkách.



Obrázek 18: Příklad zadní obslužné komunikace – letiště ve Vídni LOWW. (screenshot z Google map)

3.2.3. Odražeče výtokových plynů

Výtokové plyny neboli výstupní proud plynů (*angl. jet blast*) a vrtulový úplav (*angl. prop wash*) jsou termíny, kterými se popisují rychle proudící vzduch vycházející ze spuštěných proudových či vrtulových motorů letadel. (ICAO, 2005)

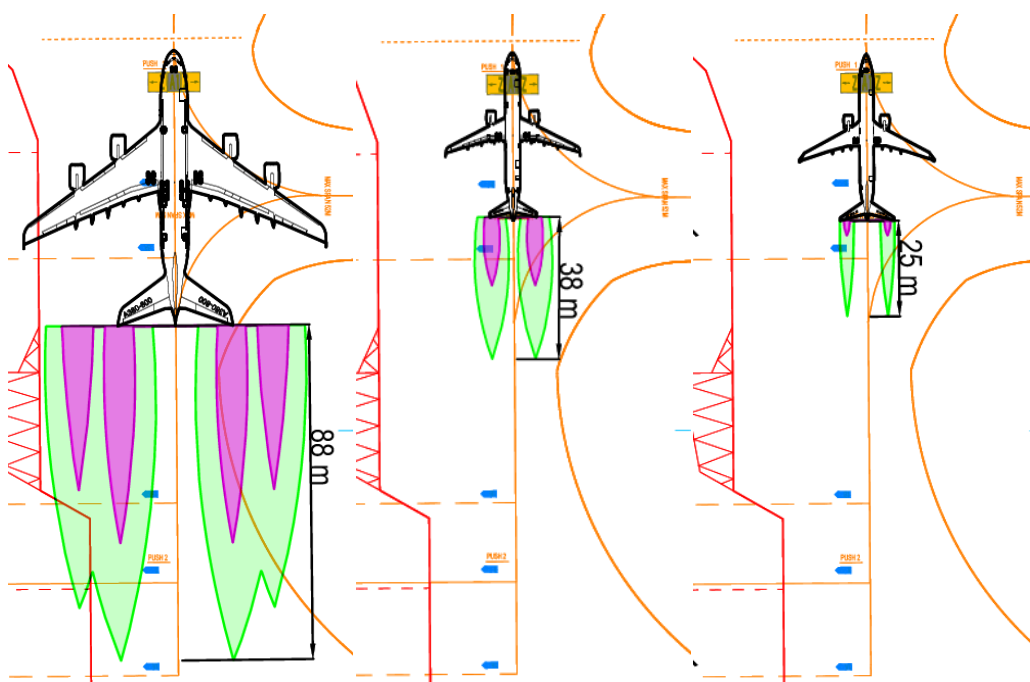
Oblasti, kde jsou účinky výstupních proudů plynů proudového motoru škodlivé na zaměstnance, vozidla nebo budovy by měly být obvykle neobsazené kvůli vysoké rychlosti vzduchu. Sekundární efekty, které mohou doprovázet výtokové plyny, jsou vysoký hluk, teplo a výpary z motorů. Potenciální nebezpečí písku, šterku nebo jiných volných předmětů, ze kterých by se díky vysokým rychlostem proudu vzduchu za motory staly projektily a byly by odhozeny na velké vzdálenosti, musí být redukováno, neboť mohou zranit osoby, poškodit vybavení, objekty nebo jiná letadla. (ICAO, 2005)

Rozsah oblasti působení výtokových plynů závisí především na typu a výkonu konkrétních motorů. Obecně se používají tři úrovně tahu motoru související s kritickými rychlostmi výtokových plynů, které se zohledňují při návrhu vozovky a budov: tah volnoběhu (*angl. idle*), tah rozjezdu (*angl. breakaway*) a vzletový tah (*angl. maximum continuous thrust*). Téměř všechna zařízení vyskytující se v blízkosti oblasti pohybu letadel budou vystavena přinejmenším tahu motorů na volnoběh. Tah rozjezdu letadla (kritická rychlost je 43 kt) je úroveň tahu potřebná k zahájení pohybu letadla při pojiždění – obecně 50 až 60 procent

maximálního trvalého tahu. Na působení tahu rozjezdu mohou být místy vystaveny budovy terminálu, odbavovací plochy, pásy pojezdových drah, pojezdové dráhy a mezilehlá vyčkávací místa. Vzletový tah, jak napovídá název, letadlo použije během vzletu, tudíž povrch RWY, pásy RWY a plocha přiléhající ke konci RWY musí být designovány na účinky maximálního tahu. Rychlost výtokových plynů nad 56 km/h (resp. 30 kt) může být nežádoucí pro osoby, provoz vozidel nebo jiných zařízení na pohybové ploše. Budovy mohou odolat i vyšší rychlosti (resp. tlaku), ale je potřeba odolnější konstrukce. (ICAO, 2005) (Transportation Research Board of the National Academies, 2013)

Hlavní účel odražečů výtokových plynů je chránit letištní prostor, kde se pohybují osoby, vozidla a jiné objekty, které jsou přímo ohroženy rychle proudícím vzduchem z motorů letadla. Při umístění vyčkávacích ploch, mezilehlých vyčkávacích míst a vyčkávacích míst na obslužných komunikacích je třeba brát v potaz, aby vrtulový úplav nebo proud výstupních plynů z motorů při rozjezdu vyčkávajících letadel nenarušoval provoz letadel a nezpůsobil poškození vozidel nebo i zranění osob. (Hanousek, 2019) (EASA, 2018)

Na obrázku 19 jsou srovnány rozsahy účinku výstupních plynů při rozjezdu letadel A380-800 (motory GP7200), A321 NEO (motory PW1100G) a B737 MAX 10 (motory LEAP-1B) – zelená barva je rychlost plynů 30 kt a fialová barva 43 kt.



Obrázek 19: Ukázka rozsahu výtokových plynů při rozjezdu (breakaway) na letadlech A380-800, A321 NEO a B737 MAX 10.

Příklady konkrétních nařízených vzdáleností před a za letadlem kvůli jejich výstupním proudům plynu podle směrnice LKPR jsou uvedeny v kapitole 2.4.1.

4. POŽADAVKY NÁVRHU ODBAVOVACÍ PLOCHY

Tato diplomová práce se zabývá pouze odbavovací plochou terminálu.

Návrh odbavovací plochy vyžaduje vyhodnocení mnoha vzájemně souvisejících a často protichůdných vlastností. Existuje 5 základních charakteristik vztahující se k bezpečnosti, účinnosti, geometrii, flexibilitě a konstrukci, které jsou společné pro všechny typy odbavovacích ploch. (ICAO, 2005)

Bezpečnostní postupy pro manévrování letadel na odbavovací ploše jsou velmi důležitý prvek, který by měl návrh zohledňovat. Služby poskytované letadlům zaparkovaným na odbavovací ploše by měly zahrnovat bezpečnostní postupy, zejména pokud jde o tankování letadel. Povrch plochy by měl mít sklon od terminálových budov zabraňující šíření požárů paliva na odbavovací ploše. V rámci bezpečnosti je rovněž důležité, aby letadla dodržovaly specifikované povolení a zavedené postupy pro vstup, manévrování a opuštění oblasti odbavovací plochy. (ICAO, 2005)

Konstrukce odbavovací plochy by měla přispívat k vysokému stupni efektivnosti pohybů letadel, MMP a celkového rozdělení služeb odbavovací plochy. Volnost pohybu letadel s minimálním provozním omezením a výjimek, minimální vzdálenosti pojíždění a co nejméně zpožděná letadla, jsou měřítkem účinnosti odbavovací plochy. Kromě dynamických aspektů prostředí odbavovací plochy (pohyb letadel, MMP, zaměstnanců a cestujících) je její plánování a návrh ovlivněn také dostupným vybavením – zejména tam, kde je geometrie zařízení jedinečná nebo omezená (např. nástupní mosty). Pokud je v počáteční fázi plánování možné rozhodnout o konečném uspořádání stání letadel, technická infrastruktura by měla být optimálně instalována fixně – palivové potrubí, hydranty, zdroje elektrické energie a přípojky stlačeného vzduchu musí být předem naplánované, neboť tyto systémy jsou často umístěny pod povrchem. Vyšší investice do těchto opatření zajistí vysokou míru efektivnosti, a tím pádem větší využití odbavovací plochy. (ICAO, 2005) (Transportation Research Board of the National Academies, 2013)

Plánování a návrh jakéhokoli typu odbavovací plochy závisí na geometrickém uvážení. Rozšiřování nebo přidávání odbavovací plochy na stávající letiště je komplikovaný proces kvůli omezením vyplývajícím z tvaru a velikosti plochy, která je k dispozici. Celková plocha potřebná pro stání letadel je závislá nejen na velikosti letadel, požadavcích na minimální rozstupy, postupu najíždění na stání, ale zároveň i na geometrickém uspořádání pojezdových pruhů, pojezdových drah, umístění deflektorů neboli odražečů výtokových plynů (*angl. jet blast fences*), umístění MMP a obslužných komunikací. (ICAO, 2005)

Mezi hlavní charakteristiky flexibility odbavovací plochy patří rozsah velikostí letadel na jednom stání a případné rozšíření plochy pro budoucí požadavky. Co se týče rozsahu velikostí letadel na jednom stání, měl by být vytvořen kompromis mezi dvěma extrémy: použití jedné velikosti stání dostatečně velké pro největší typ letadla a stání o různých velikostech na základě odlišných typů letadel. První situace je vysoce neefektivní využití plochy, zatímco druhá poskytuje nízkou úroveň provozní flexibility. Kompromisním řešením pro odbavovací plochy terminálu je seskupení všech typů letadel do dvou až čtyř velikostních tříd a vytvořit tak kombinace stání pro letadla těchto obecných tříd v poměru dle prognózy poptávky a vývoje letecké dopravy. Úplné nebo částečné využití tohoto kompromisu lze vidět na všech moderních letištích v Evropě, včetně LKPR. V současné době se považuje za optimální řešení stání na odbavovací ploše koncept stání tzv. MARS. Tento typ stání zajišťuje maximální flexibilitu z hlediska velikosti a kapacity letadel. (ICAO, 2005) (IATA, nedatováno -a)

Se zohledněním veškerých výše uvedených charakteristik lze docílit optimálního návrhu nových letišť, avšak některá letiště (např. LKPR) jsou v tomto ohledu značně omezena kvůli své lokalitě, hlukovým postupům a historickému umístění terminálů a pohybových ploch.

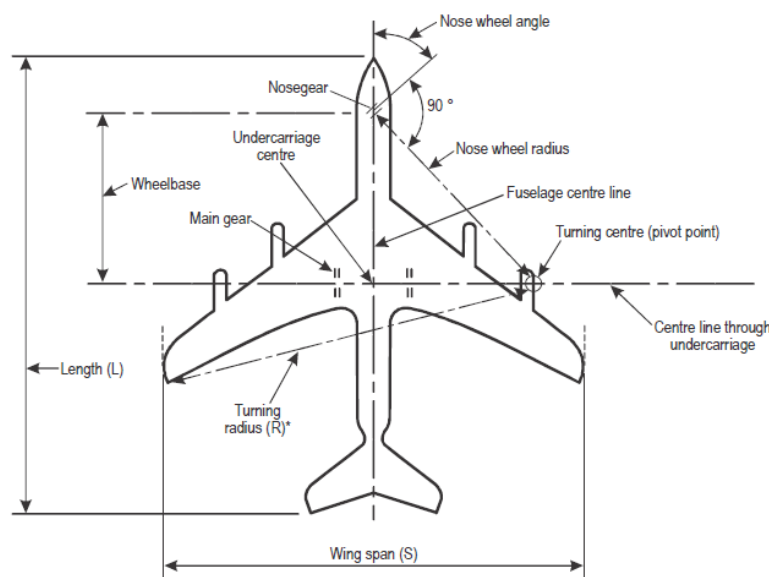
4.1. Velikost odbavovací plochy

Celková velikost odbavovací plochy by měla být dostatečná pro bezpečné a rychlé odbavení provozu na letišti při jeho maximální předpokládané hustotě. Velikost požadované plochy pro konkrétní rozložení odbavovací plochy závisí na následujících faktorech:

- a) velikost a manévrovací vlastnosti letadla využívající odbavovací plochu;
- b) objem provozu na odbavovací ploše;
- c) požadavky na rozstupy;
- d) typy najíždění a vyjíždění na stání letadel;
- e) základní uspořádání terminálu nebo další využití letiště;
- f) požadavky na pozemní činnost letadla; a
- g) pojezdové dráhy a obslužné komunikace na odbavovací ploše. (ICAO, 2005) (EASA, 2018)

Velikost a manévrovatelnost typů letadel, jejichž provoz se předpokládá na odbavovací ploše, musí být znám před vytvořením podrobného návrhu odbavovací plochy. Rozměry potřebné pro dimenzování prostoru stání letadel jsou zobrazeny na obrázku níže. Celkové rozměry letadla – celková délka (L) a rozpětí křídel (S) - lze použít jako základ pro stanovení celkové požadavky na plochu odbavovací plochy letiště. Prostory potřebné např. na požadované rozstupy letadel, pojíždění nebo zajišťování služeb spojené s odbavením letadel musí být

stanoveny na základě stop koncových částí letadla při jeho pohybu. Charakteristiky manévrovatelnosti letadla jsou funkcí poloměru zatáčení (R), který souvisí s umístěním středu osy otáčení (*angl. turning center/pivot point*, viz obrázek 20), kolem kterého se letadlo otáčí. Tento bod se nachází podél středové osy hlavního podvozku (*angl. centre line through undercarriage*, viz obrázek 20) v různé vzdálenosti od podélné osy trupu v závislosti na velikosti úhlu předového kola použitého během zatáčení letadla. Na většině dnešních moderních letadel jsou hodnoty poloměrů otáčení měřeny od středu otáčení ke špičce křídla, avšak u některých starších typů letadel se poloměry otáčení měří od středu otáčení k přídi letadla nebo horizontálním stabilizátorům. (ICAO, 2005)



* Determined by nose tip or tail tip on some aircraft

Obrázek 20: Rozměry potřebné pro dimenzování prostoru stání letadel. (ICAO, 2005)

V dnešní době existují programy, které dokáží nasimulovat situace s konkrétním letadlem daných parametrů, aby konstruktéři nových stání letadel, odbavovacích ploch či pojezdových drah mohli plně využít celkový potenciál daného prostoru letiště a dokázali tak již ve vývojovém procesu stanovit verdikt, zda daný typ letadla dokáže v daném prostředí například uskutečnit pojíždění po pojezdové dráze, najíždění či vytlačování ze stání letadel, aniž by ovlivnil bezpečnost provozu nedodržením minimálních vzdáleností nebo vzdálenosti mezi vnějším kolem hlavního podvozku letounu a okrajem pojezdové dráhy (např. v obloucích pojezdových drah). Jedním z takových programů je AviPLAN Airside Pro od firmy Transoft Solutions, Inc., díky kterému bylo možné vytvořit veškeré návrhy na rekonfiguraci infrastruktury, které jsou prezentovány v této práci.

4.2. Použité programy pro vytvoření návrhu

Návrhy na rekonfiguraci současné infrastruktury, která přinese systematické změny a upravené postupy na odbavovací ploše, jsou zrealizovány v programu AutoCAD od firmy Autodesk Inc. a k tomu přidruženém programu AviPLAN Airside Pro od firmy Transoft Solutions, Inc., který pro účely této diplomové práce simuluje a analyzuje provoz konkrétních typů letadel a MMP skutečných rozměrů a výkonnostních parametrů. K dispozici je také animace všech vytvořených simulací, což je velkou výhodou pro představu o pohybu a trajektorii letadel a vozidel technického odbavení. Tyto programy využívají světová letiště, včetně letiště Václava Havla primárně k účelům vývoje nových stání, TWY nebo RWY.

Program AviPLAN Airside Pro dokáže nasimulovat parkování letadla konkrétního typu, trajektorii vytlačování i pojíždění tohoto letadla s možným nastavením barevného vykreslení různých sekundárních náležitostí, které jsou například: účinky výstupního proudu plynů různé rychlosti, bezpečnostní zóny kolem letadla, minimální rozestupy od letadla (lze měnit dle předpisů EASA, FAA ICAO, nebo dle vlastního uživatelského nastavení), skutečná trajektorie konkrétních částí letadla (křídla, předový/hlavní podvozek, motory, zád'před' letadla atd.) a typické uspořádání a pozice MMP při odbavování letadla. Další užitečné funkce tohoto programu jsou například vytvoření nového stání s celkovým portfoliem letadel či simulace provozu vozidel technického odbavení letadla, včetně vykreslení obrysu pohybu vozidla, který lze využít ke stanovení, resp. k posunutí hranic stání nebo hranice odbavovací plochy a pojezdové dráhy na základě průjezdnosti okolo obrysu letadla bez narušení bezpečné zóny letadla (na letišti Václava Havla to jsou 3 m od letadla).

4.3. Koncept stání typu MARS

Generace nových širokotrupých letadel se stává běžnou záležitostí většiny velkých leteckých společností nabízející dálkové lety a mezinárodní letiště se tomuto trendu musí přizpůsobit nejen výstavbou nových RWY či rozšířením terminálů, ale hlavně také zvýšením kapacity odbavovací plochy a zvětšením celkového prostoru jednotlivých stání určených pro mezikontinentální lety.

Jak už bylo zmíněno výše, za optimální řešení stání na odbavovací ploše je v současné době považován koncept stání MARS. Jedná se o systém, který maximalizuje prostor odbavovací plochy, umožňuje flexibilnější a efektivnější provoz letadel a je schopný odbavit rozmanité portfolio letadel dle aktuální i budoucí poptávky letiště – například zvýšení poptávky širokotrupých letadel z důvodu rozšíření nabídky dálkových letů.

Při návrhu se musí vzít v úvahu i potenciální nevýhody spojené s provozem na tomto stání:

- vyšší nároky na velikost prostoru stání,
- potřeba většího počtu nástupních mostů s dlouhým dostupem,
- větší počet vizuálních systémů navádění letadel na stání,
- snížení plynulosti pohybu vozidel technického odbavení, pokud je k dispozici pouze přední obslužná komunikace,
- bezpečnostní problémy:
 - větší počet značení může způsobit nepřehlednost při odbavování,
- komplexnější tok cestujících do dvou letadel s jedním vstupem do nástupních mostů.
(Johns, 2013) (Nooyens, 2020)

I přes tyto nevýhody, kterým lze předejít během projektování stání, je koncept MARS stání optimální pro letiště odbavující lety nejen na krátké, ale i dlouhé vzdálenosti (letadla kódového písmene C, ale i E nebo F).

Tyto nevýhody jsou řešitelné a pokud se na ně dá pozor při vytváření návrhu stání, lze tak předejít mnoha provozním a bezpečnostním komplikacím.

Prostor stání je dimenzován buď na základě rozměrů letadla kódového písmene F (rozpětí křídel nad 65 m), anebo rozměrů dvou letadel kódového písmene C (rozpětí křídel do 36 m). Pokud je rozpětí křídel letadla kódového písmene F (i s příslušnými rozestupy 7,5 m od překážek) větší než 90 m⁸, je stání dimenzováno na tento typ letadla.

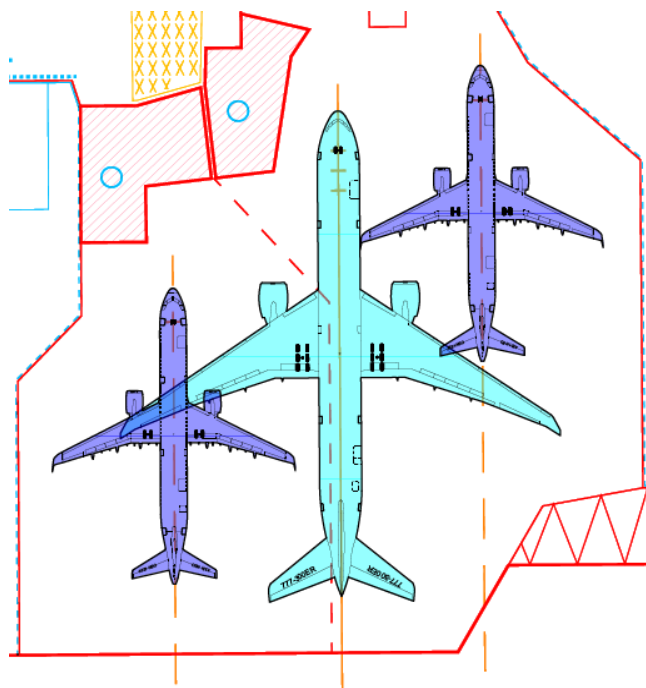
MARS stání tedy slouží ve dvou variantách provozu. Lze zároveň odbavit buď:

- 1) pouze jedno letadlo kódového písmene E-F (tzv. hlavní stání),
nebo
- 2) dvě letadla kódového písmene C (tzv. alternativní stání).

Na obrázku 21 je ukázka typického MARS stání v podobě dvou letadel typu A321 NEO (modrá barva) a letadla typu B777-300ER (tyrkysová barva).

⁸ Šířka dvou letadel kódového písmene C s maximálním rozpětím křídel a s příslušnými rozestupy.

Výpočet: $90 = 4,5 + 36 + 4,5 + 36 + 4,5$



Obrázek 21: Příklad stání typu MARS.

4.4. Budoucí vývoj letecké dopravy

Vývoj budoucích letadel a leteckých technologií je zaměřen zejména na snižování emisí, hlučnosti, spotřeby paliva (nejradikálnější snižování paliva – elektromotory), efektivnější a vyšší využití letadel v denním provozu (co nejkratší průletový čas). IATA například předpokládá, že od roku 2030 nová letadla poháněna hybridními leteckými motory sníží spotřebu paliva o 40 % a od roku 2045 letadla typu samokřídla (*angl. blended wing body aircraft*) sníží spotřebu paliva víc jak o 50 %. Plánují se inovace především aerodynamických vlastností letounu, materiálu v konstrukci letadel, leteckých motorů a letadlových systémů. Nová éra budoucích letadel může ovlivnit současnou infrastrukturu letišť, která bude muset projít rekonfigurací (pojezdových drah, odbavovacích ploch apod.), nebo vyšší poptávku po elektrické energii při dobíjení elektromotorů letadel. (IATA, nedatováno -b)

Dle IATA nová generace letadel nahrazuje starou generaci každých cca 15 až 20 let. Z důvodu zavedení do provozu mnoha nových modelů letadel v období 2014–2020 lze usoudit, že v následujících cca 10 letech nová generace letadel představena nebude. Mezi nejnovější typy komerčních letadel, které jsou v současné době považovány za moderní, úsporné, a ekologické, patří například:

- Airbus A220 / A319 NEO⁹ / A320 NEO / A321 NEO / A330 NEO / A350 XWB,

⁹ NEO = New Engine Option; modernější a úspornější letecké motory od firmy CFM International nebo Pratt & Whitney

- Boeing 737 MAX / B787 / B777X. (IATA, nedatováno -b) (The Boeing Company, nedatováno -b)

Naopak staré typy letadel, které se postupně vyřadí z provozu kvůli své neekonomičnosti nebo končící životnosti, jsou například: A340, B767, B757, B747, B777-200, MD-88/90 atd. Společnost Airbus v únoru 2019 oznámila konec výroby letadel typu A380 z důvodu nízkého počtu zakázek, postupné vyřazování z provozu bude následovat. Důvody ukončení výroby jsou: vysoká spotřeba paliva, vysoké náklady na údržbu, ale zejména nedostatečná obsazenost letů a s tím spojená celková neekonomičnost tohoto letadla. S vývojem nové generace úspornějších širokotrupých dvoumotorových letadel jako jsou Boeing B787 nebo Airbus A350, stěží dokáže A380 konkurovat. (Fitzpatrick, 2019) (Epstein, 2019)

Pandemie virové choroby covid-19, která postihla celý svět roku 2020, katastroficky ovlivňuje téměř všechny hospodářské sektory, včetně leteckého průmyslu a dopravy. Dle předpovědí od IATA se stav letecké dopravy z doby před epidemií nevrátí dříve jak v roce 2024. Nouzové stavy zemí spojené s restrikcemi v cestování a s tím spojená soustavná ekonomická krize způsobují značný pokles poptávky v cestování. Evropské letecké společnosti zaznamenaly v červnu 2020 pokles poptávky oproti minulému roku o 91,7 %, v květnu to bylo dokonce 98,7 %. Mnoho leteckých společností se propadá do existenčního rizika a až na výjimky propouští své zaměstnance, značně snižuje počty letů a šetří náklady ve všech sférách. (IATA, 2020)

Kvůli pandemii covid-19 se urychlí proces vyřazování neekonomických letadel, aby se ušetřily vysoké náklady na provoz i údržbu. Letadla typu A380, A340 a B747 nahradí nová letadla typu A350, B777X, B787 nebo A330 NEO. Letecká společnost American Airlines letadla Boeing B757 nahradí konkurencí Airbus A321 NEO a letadla typu B767 vymění za B787. (Pallini, 2020)

5. METODIKA NÁVRHŮ ZMĚNY ODBAVOVACÍ PLOCHY

Postup, jakým budou vytvořeny návrhy na rekonfiguraci současné infrastruktury, je následující:

- Příprava opatření (viz kapitola 2.7.) na základě identifikovaných výjimek a současných provozních postupů.
- Na základě těchto opatření se vytvoří návrhy na rekonfiguraci současné infrastruktury.
- Zaměření návrhu na oblast sektoru A1 a oblast sektoru A2 a B1.
- Budou se implementovat konkrétní opatření na jednotlivá stání a k nim přilehlý prostor.
- U každého návrhu bude provedeno zhodnocení dvěma způsoby:
 - 1) porovnání současného a navrhovaného stavu jednotlivých stáních;
 - 2) porovnání současného a navrhovaného stavu na kompletní ploše (jako celek).
- Na základě simulací budou představena a zanalyzována pojiždění a adekvátní vytlačování letadel.
- Na základě simulací bude provedena analýza průjezdnosti okolo letadel při zachování bezpečné vzdálenosti od letadla.
- Výsledky jednotlivých návrhů budou přehledně diskutovány.

Při rekonfiguraci odbavovací plochy je nezbytné brát v úvahu stanovené předpisy a doporučení, které jsou popsány v kapitole 4.

Veškeré výkresy návrhů, které jsou prezentovány v této práci, vychází ze současného modelu, který byl autorovi poskytnut od letiště Václava Havla. Na základě tohoto letištního modelu vychází celý návrh rekonfigurace odbavovací plochy, čímž jsou zachovány letištní principy a standardy, neboť autor ve většině případů pouze upravoval, měnil nebo přidával stávající prvky. Použité značení na odbavovací ploše se řídí dle směrnic LKPR pro zaručení jednotnosti a přehlednosti.

Důvodem porovnání současného a navrhovaného stavu dvěma způsoby (jednotlivě a jako celek) je přehlednost, jasná prezentace jednotlivých kroků na celkový systém a odhalení ovlivnění provozu nebo infrastruktury z hlediska celkové změny odbavovací plochy nebo individuálního stání.

V každém návrhu bude také popsán a názorně zobrazen proces vjíždění letadel na navržená stání a jejich následný způsob vytlačení. Bude kladen důraz na analýzu prostupů těch letadel, která patří do skupiny letadel kódového písmene E nebo F (viz kapitola 5.1.) nebo letadel, jejichž trajektorie bude v blízkosti obslužné komunikace, odražečů výtokových plynů a jiných překážek.

Důležitým bodem celého návrhu bude taktéž analýza průjezdnosti autocisterny LPH kolem letadel na stáních. Zohledněné budou nejen základní scénáře příjezdu autocisterny, ale i jeho další varianty dle lokálních podmínek. Na základě konzultací s letištěm Václava Havla jsou rovněž představena provozní doporučení pro vytvoření adekvátních simulací pohybu autocisterny LPH kolem zaparkovaného letadla na stání, které budou sloužit jako důkaz dostatečného prostoru kolem křídel letadel a ocasních ploch.

Výsledky návrhu budou analyzovány z bezpečnostního a provozního aspektu. Na konci návrhů bude uveden souhrn všech změn a zásahů do infrastruktury s předložením možných následků celkových návrhu.

5.1. Portfolio letadel

Ke každému stání se bude přidělovat konkrétní typy letadel, které mohou být na stání efektivně odbaveny bez rizika omezení nebo ohrožení okolního provozu, na základě velikosti, vybavenosti a přístupu ke stání, resp. manévrovacích vlastnostech letadla (pojízdnosti na stání a vytlačení ze stání).

Při návrhu stání bude tedy důležité nasimulovat nejen zaparkovaná letadla na stání, ale hlavně pojízdnost i vytlačování kritických typů letadel pro konkrétní stání, resp. letadel, které mají maximální velikost (rozpětí a/nebo délka letadla) způsobilou na rozměry tohoto stání při dodržení všech předpisově daných rozestupů jak od letadla zaparkovaného na stání, tak i během pohybu po odbavovací ploše při vytlačování nebo na pojezdové dráze/pruhu v průběhu pojízdnosti.

K sestavení portfolia letadel bude využita pestrá knihovna v programu AviPLAN Airside Pro, která disponuje mnoha variant různých typů letadel včetně těch, která nejsou zatím v běžném provozu (např. Boeing 777-8/9 nebo různé varianty letadla typu 737 MAX). Vybraná letadla budou zařazena do vytvořených skupin letadel podle ICAO kódových písmen – výběr konkrétních typů letadel bude sestaven na základě budoucího vývoje letecké dopravy (viz kapitola 4.4.). Tímto způsobem bude možné vyřadit některé typy letadel, u kterých se v blízké budoucnosti očekává vyřazení z provozu komerčního cestování. Letadla, která tímto způsobem nebudou zařazena do vytvořených skupin letadel, jsou:

- McDonnell Douglas MD-81/82/83/87/88/90 (kódové písmeno C),
- varianty letadel Boeing 767, 757 (kódové písmeno D),
- varianty letadel Airbus A300, A340 (kódová písmena D a E),
- varianty letadel Boeing 747 (kódové písmeno E).

U letadel typu A380 a B747-8 se očekává vyřazení z provozu v blízké budoucnosti (ukončení výroby ještě dříve), proto bude na tyto typy letadel dimenzováno pouze jedno stání ze tří navrhovaných (primárním stáním pro tyto typy letadel zůstává stání 14A). Dalším důvodem k dimenzování stání na rozměry letadel s rozpětím kódového písmene F je situace, která může v budoucím provozu nastat u letadel typu B777-8/9 v případě poruchy sklápění konců křídel.

Letadla Boeing 777-8/9 jako první komerční letadla disponují funkcí sklápění konců křídel v závislosti na aktuálním provozu (pozemní / letový). Režim tzv. „blended“ je určený pro pohyb po letišti (rozpětí křídel je necelých 65 m), zatímco tzv. „extended“ režim (rozpětí křídel necelých 72 m) je aktivní během celého letu od vzletu až po přistání. Letadlo se v režimu „blended“ lze umístit na stání, která jsou dimenzována na letadla kódového písmene E, kdežto v režimu „extended“ (např. při poruše sklápění) se letadlo řadí již do kategorie letadel kódového písmene F. (O’Hare & Hardingham-Gill, 2018) (The Boeing Company, nedatováno -a)

V tabulkách níže jsou představeny 3 vytvořené skupiny podle ICAO kódových písmen (C, E, F) s vybranými typy letadel a jejich rozměry (rozpětí křídel, délka trupu) – kódové písmeno D je vynecháno, jelikož žádné stání v návrhu není dimenzováno na tuto kategorii letadel z důvodu většinového vyřazení těchto letadel z provozu. V tabulce nejsou uvedeny všechny varianty letadel, jedná se pouze o orientační portfolio modelů použité ve vytvořených návrzích. Modrou barvou jsou vyznačena letadla, která jsou pro danou skupinu kritická z hlediska maximální délky a/nebo rozpětí křídel.

Tabulka 12: Skupina letadel kódového písmene C. (data převzata z programu AviPLAN Airside Pro)

| Kódové písmeno C | | | |
|-------------------------|--------------|---------------------------|------------------------|
| Výrobce | Model | Rozpětí křídel [m] | Délka trupu [m] |
| Airbus | A320-200 | 34,09 | 37,57 |
| | A318-100 | 34,10 | 31,45 |
| | A319-100 | 34,10 | 33,84 |
| | A321-100 | 34,10 | 44,51 |
| | A321-200 | 34,10 | 44,51 |
| | A220-300 | 35,10 | 38,71 |
| | A319 NEO | 35,80 | 33,84 |
| | A320 NEO | 35,80 | 37,57 |
| | A321 NEO | 35,80 | 44,51 |

| | | | |
|---------|-------------------------|--------------|--------------|
| Boeing | 737-200 | 28,35 | 30,53 |
| | 737-300 | 28,89 | 30,53 |
| | 737-500 | 28,89 | 31,01 |
| | 737-400 | 28,89 | 36,40 |
| | 737-500W | 31,22 | 31,01 |
| | 737-300W | 31,22 | 33,40 |
| | 737-600 | 34,32 | 31,26 |
| | 737-700 | 34,32 | 33,63 |
| | 737-800 | 34,32 | 39,48 |
| | 737-900ER | 34,32 | 42,11 |
| | 737-700ER | 35,79 | 33,64 |
| | 737-800W | 35,80 | 39,48 |
| | 737-900W | 35,80 | 42,11 |
| | 737 MAX 7 | 35,92 | 35,56 |
| | 737 MAX 8 | 35,92 | 39,48 |
| | 737 MAX 9 | 35,92 | 42,11 |
| | 737 MAX 10 | 35,92 | 43,80 |
| | Bombardier Aerospace | CRJ-900 | 24,85 |
| CS100 | | 35,10 | 34,90 |
| CS300 | | 35,10 | 38,71 |
| Embraer | E175 STD | 26,00 | 31,68 |
| | E190 AR | 28,72 | 36,24 |
| | E195 AR | 28,72 | 38,67 |

Tabulka 13: Skupina letadel kódového písmene E. (data převzata z programu AviPLAN Airside Pro)

| Kódové písmeno E | | | |
|-------------------------|--------------|---------------------------|------------------------|
| Výrobce | Model | Rozpětí křídel [m] | Délka trupu [m] |
| Airbus | A330-300 | 60,30 | 63,70 |
| | A330-800 | 64,00 | 58,82 |
| | A330-900 | 64,00 | 63,69 |

| | | | |
|--------|--------------|--------------|--------------|
| | A350-900 | 64,75 | 66,80 |
| | A350-1000 | 64,75 | 73,79 |
| Boeing | 787-8 | 60,12 | 56,72 |
| | 787-9 | 60,12 | 62,81 |
| | 787-10 | 60,12 | 68,30 |
| | 777-200 | 60,93 | 63,73 |
| | 777-300 | 60,93 | 73,86 |
| | 777-200LR | 64,80 | 63,73 |
| | 777-8 Folded | 64,80 | 69,80 |
| | 777-300ER | 64,80 | 73,86 |
| | 777-9 Folded | 64,81 | 76,73 |

Tabulka 14: Skupina letadel kódového písmene F. (data převzata z programu AviPLAN Airside Pro)

| Kódové písmeno F | | | |
|------------------|----------------|--------------------|-----------------|
| Výrobce | Model | Rozpětí křidel [m] | Délka trupu [m] |
| Airbus | 777-8 Extended | 71,75 | 69,80 |
| | 777-9 Extended | 71,76 | 76,73 |
| | A380-800* | 79,75 | 72,73 |
| Boeing | 747-8* | 68,40 | 76,25 |

* brzy dojde k ukončení výroby a v následujících letech vyřazení z komerčního provozu

5.2. Pojíždění na stání a způsob vytlačení letadel

Jelikož ve vytvořených návrzích se bude měnit infrastruktury odbavovací plochy (posouvání pojezdové dráhy, hranic stání, osy stání apod.), musí se této změně přizpůsobit rovněž pojíždění letadel na stání a způsob jejich vytlačení ze stání. Za pomocí vizuální simulace programu AviPLAN Airside Pro budou ověřeny příslušné minimální rozestupy, působení výtokových plynů a schopnost plynulého zatáčení letadel, resp. vytlačovacích zařízení, dle svých manévrovacích vlastností na určená stání nebo na správné pozice PUSH na pojezdové dráze. Při vytváření simulace zejména u vytlačování letadel bude důležité optimalizovat manévrovatelnost letadel i vytlačovacích zařízení. Mezi další důležité prvky při vytlačování letadel patří například:

- částečně identické trajektorie vytlačovacích zařízení při vytlačování různých typů letadel,
- co nejméně náhradních postupů a výjimek,
- nesložité, bezpečné a plynulé manévry s letadly s časově optimální trajektorií.

Pro každé stání (v některých případech vícero stání) budou zvolena kritická letadla (viz kapitola 5.2.) dle maximálního rozpětí křídel a maximální délky trupu, na kterých bude pojíždění a způsob vytlačení předveden a tím pádem i ověřen. K simulaci vytlačení budou použita univerzální vytlačovací zařízení vybraná z programu AviPLAN Airside Pro:

Tabulka 15: Vybraná vytlačovací zařízení použitá v simulacích. (data převzata z programu AviPLAN Airside Pro)

| Výrobce | Model | Škála letadel (příklady) |
|-----------|------------|--------------------------|
| Goldhofer | AST-2 F400 | Boeing 737, 777 |
| | | Airbus A320, A321 |
| Goldhofer | AST-1 X800 | Boeing 747, 777, 787 |
| | | Airbus A330, A350, A380 |

5.3. Průjezdnost autocisterny LPH kolem letadel na stáních

Pro zaručení vhodných a dostačujících dimenzí stání bude důležité také ověřit průjezdnost autocisterny okolo ocasních ploch a křídel letadla bez narušení bezpečnostní zóny letadla, prostoru pojezdové dráhy nebo odbavení na vedlejším stání. Nádrže palivového systému jsou u komerčních letadel umístěny zejména v křídlech anebo také v prostoru mezi křídly, plnicí otvory palivového systému jsou umístěny na spodní straně křídel s možností přečerpání paliva do všech nádrží letadla. Konkrétní umístění a počet plnicích otvorů se liší dle velikostí a typů letadel. Pro zobecnění simulací a také na základě konzultací s letištěm Václava Havla se při vytváření simulací průjezdů autocisteren budou brát v úvahu tato doporučení:

- orientace panelu pro tankování paliva u autocisterny, umístěného na pravé nebo levé straně vozidla, musí být směrem k trupu letadla;
- délka autocisterny LPH okolo 11 m;
- u letadel kódového písmene C je doporučeno umístění autocisterny při plnění paliva ve vzdálenosti 1 m od křídla (ve většině případů pravého křídla);
- autocisterna LPH musí při pohybu kolem částí letadla dodržovat minimální bezpečnostní zónu (3 m);
- u letadel kódového písmene E a F lze s autocisternou podjet křídlo letadla a umístit autocisternu pod náběžnou hranu křídla.

Pro simulaci bude použita autocisterna LPH Acterra 7K od výrobce Rampmaster s celkovou délkou 11,84 m a šířkou 3,27 m (z knihovny programu AviPLAN Airside Pro).

Definované základní scénáře příjezdu autocisterny na stání jsou:

a) Pro plnění letadel kódového písmene C:

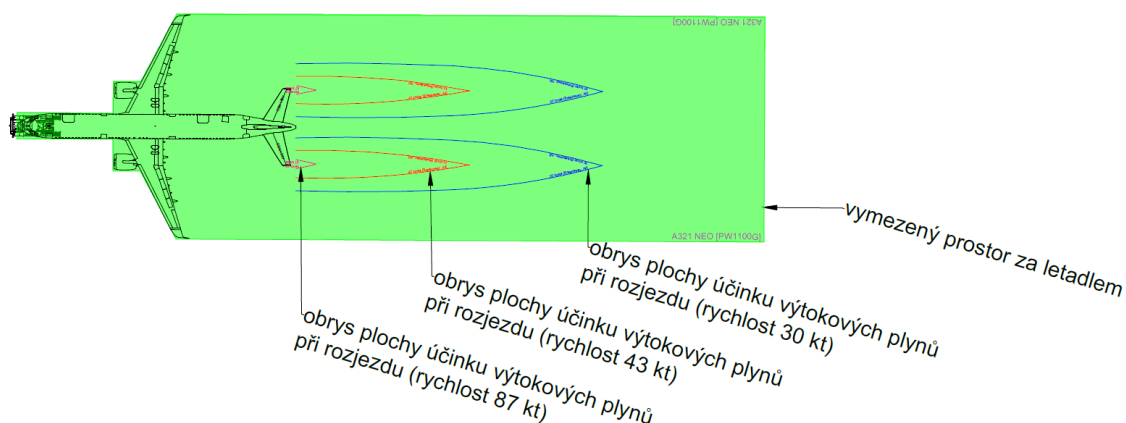
- příjezd z přední obslužné komunikace z levoboku letadla, průjezd kolem levého křídla, ocasních ploch a následné umístění autocisterny vedle pravého křídla; nebo
- příjezd z přední obslužné komunikace z pravoboku letadla, průjezd kolem pravého křídla, ocasních ploch a následné umístění autocisterny vedle levého křídla.

b) Pro plnění letadel kódového písmene E nebo F:

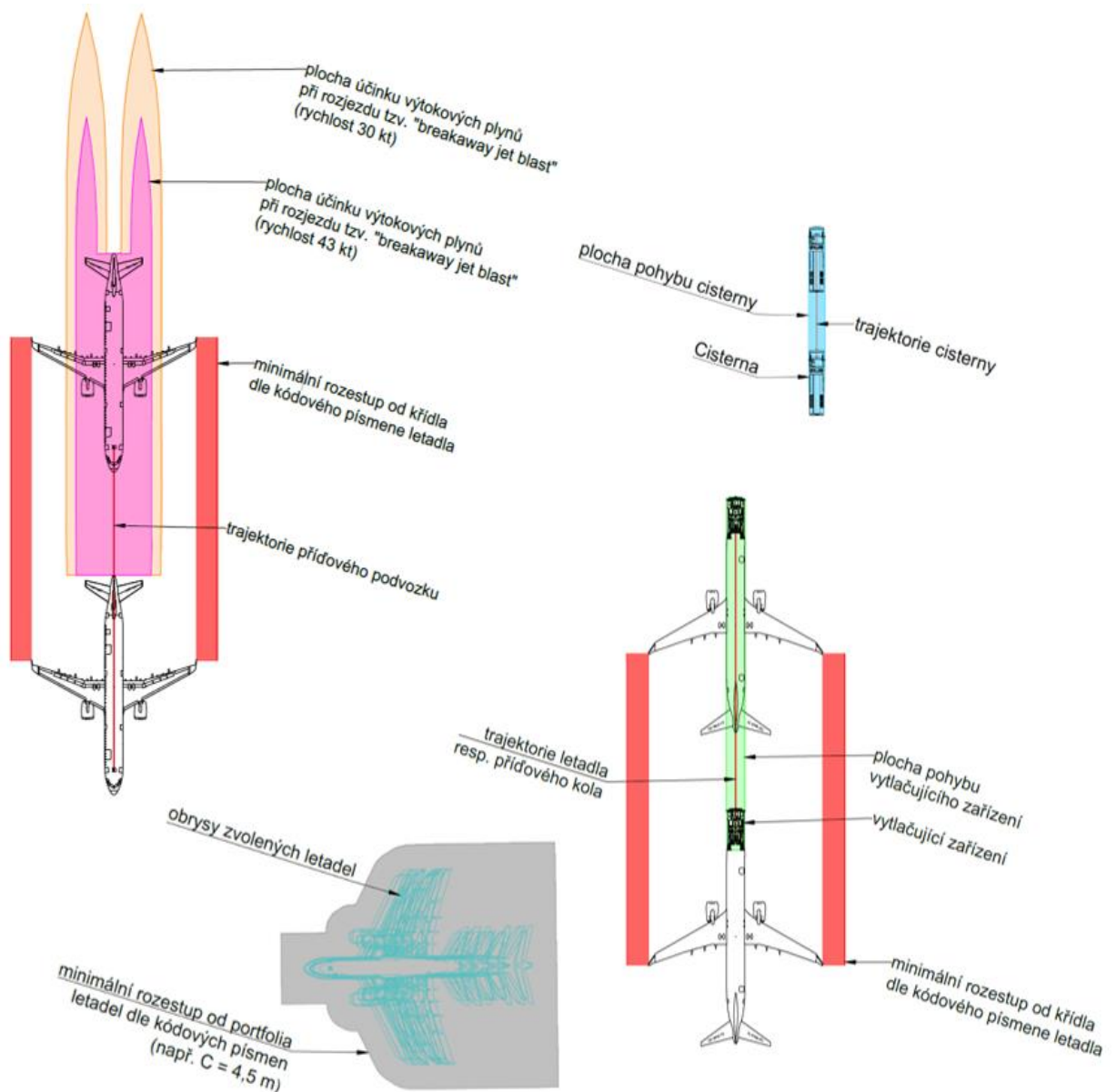
- příjezd z přední obslužné komunikace z levoboku letadla,
 - umístění autocisterny pod náběžnou hranu levého křídla; nebo
 - průjezd kolem levého křídla, ocasních ploch a následné umístění autocisterny pod náběžnou hranu pravého křídla.
- příjezd z přední obslužné komunikace z pravoboku letadla,
 - umístění autocisterny pod náběžnou hranu pravého křídla; nebo
 - průjezd kolem pravého křídla, ocasních ploch a následné umístění autocisterny pod náběžnou hranu levého křídla.

5.4. Legenda k vytvořeným simulacím

Pro bližší pochopení vytvořených simulací programu AviPLAN Airside Pro v následujících kapitolách je k dispozici legenda v podobě souboru obrázků níže:



Obrázek 22: Vysvětlivky k simulacím programu AviPLAN Airside Pro.



Obrázek 23: Vysvětlivky k simulacím programu AviPLAN Airside Pro.

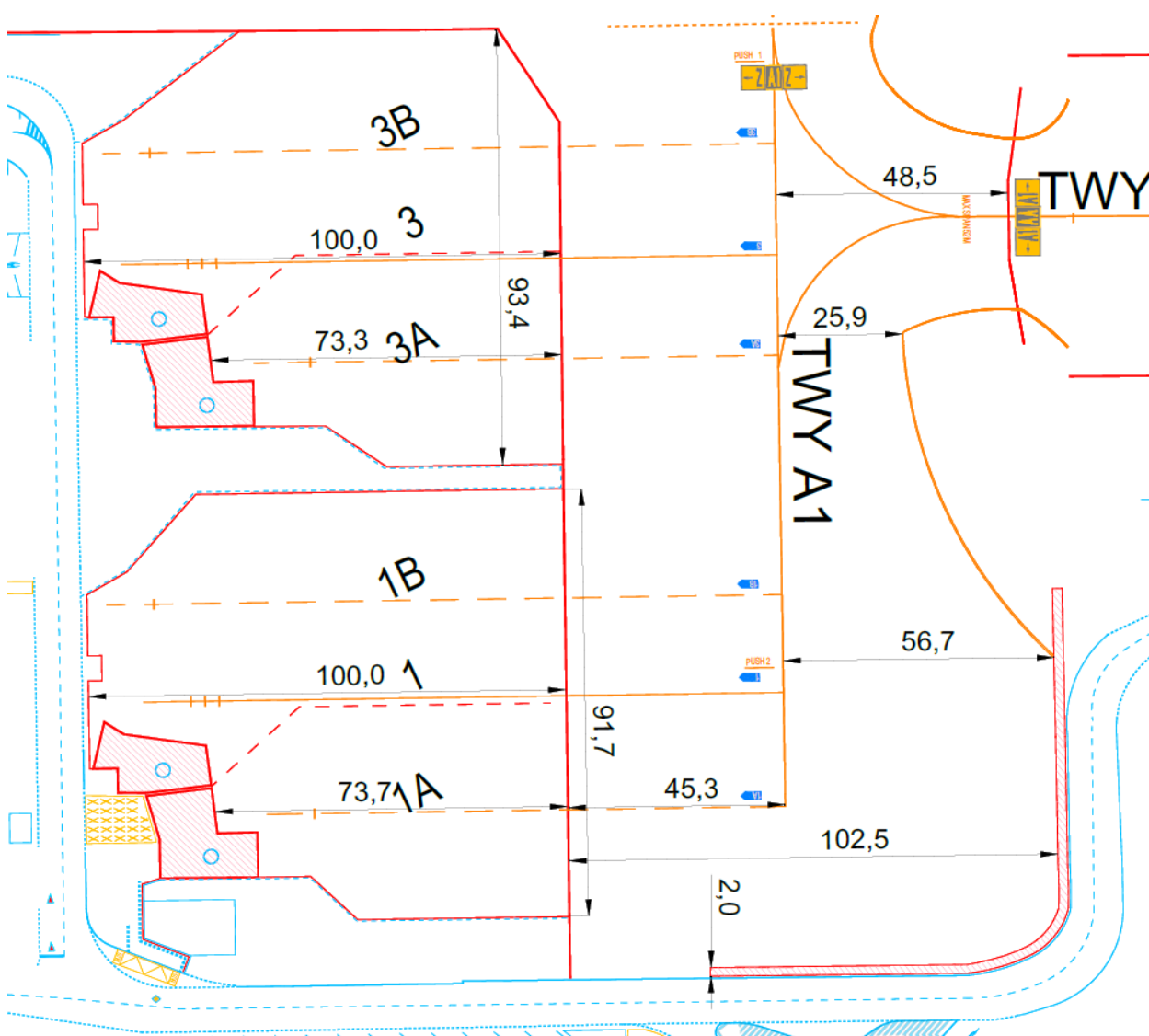
Minimální rozestupy od křídel letadla (červená výplň) umístěných na stání nebo pohybujících se po pojezdovém pruhu na odbavovací ploše jsou definovány podle kódového písmene letadla, viz tabulka 11 (kapitola 3.2.):

- kódové písmeno C – rozestup 4,5 m; a
- kódové písmeno D, E, F – rozestup 7,5 m.

6. NÁVRH 1: ODBAVOVACÍ PLOCHA SEKTORU A1

Prvním návrhem je rekonfigurace odbavovací plochy přilehlé k TWY A1 (viz obrázek 24). Jsou to stání 1A, 1, 1B, 3A, 3 a 3B. V současné době zde existují výjimky a omezení, zejména na stání 1 a 3. Hlavním úkolem v této oblasti je podpora unifikace postupů a eliminace konkrétních omezení a výjimek. V přílohách jsou k tomuto návrhu zobrazeny:

- Příloha 1: Detailní výkres návrhu 1,
- Příloha 2: Srovnání současného a navrhovaného stavu,
- Příloha 3: Portfolio letadel na stání 1A, 1B, 3A a 3B,
- Příloha 4: Portfolio letadel na stání 1 a 3.



Obrázek 24: Výřez z přílohy 1.

6.1. Porovnání současného a navrhovaného stavu – jednotlivá stání

V této podkapitole je souhrnný popis současného stavu (viz kapitola 2.3.2.) a navrhovaného stavu konkrétních stání v dané části odbavovací plochy letiště – jsou zde také zmíněny nedostatky stání a je představeno, čeho má návrh docílit a v čem spočívá jeho konkrétní realizace. Pro lepší orientaci jsou k popisům přidány i výřezy z výkresu zobrazující jednotlivá stání – současný stav je zobrazen šedou barvou, navrhovaný stav je barevně. Detailní výkres navrhovaného stavu je veden jako příloha 1 a srovnání navrhovaného stavu se současným je zobrazeno ve výkresu přílohy 2.

6.1.1. Stání 1

Současný stav stání:

- Určené pro letadla kódového písmene E, s omezeními.
- Koncept stání typu MARS.
- Maximální rozpětí křídel:
 - o bez omezení: 52 m,
 - o s omezením: 65 m.

Nedostatky současného stavu jsou:

- Výjimky a omezení pro letadla s rozpětím křídel nad 52 m:
 - o pojíždění nebo vytlačování není možné v případě obsazeného stání 3 letadlem typu A380,
 - o letadla musí být natažena na stání tahačem i v případě příletu,
 - o při obsazení stání 3 je při přetahu nutná asistence wingmana.

Cíl návrhu:

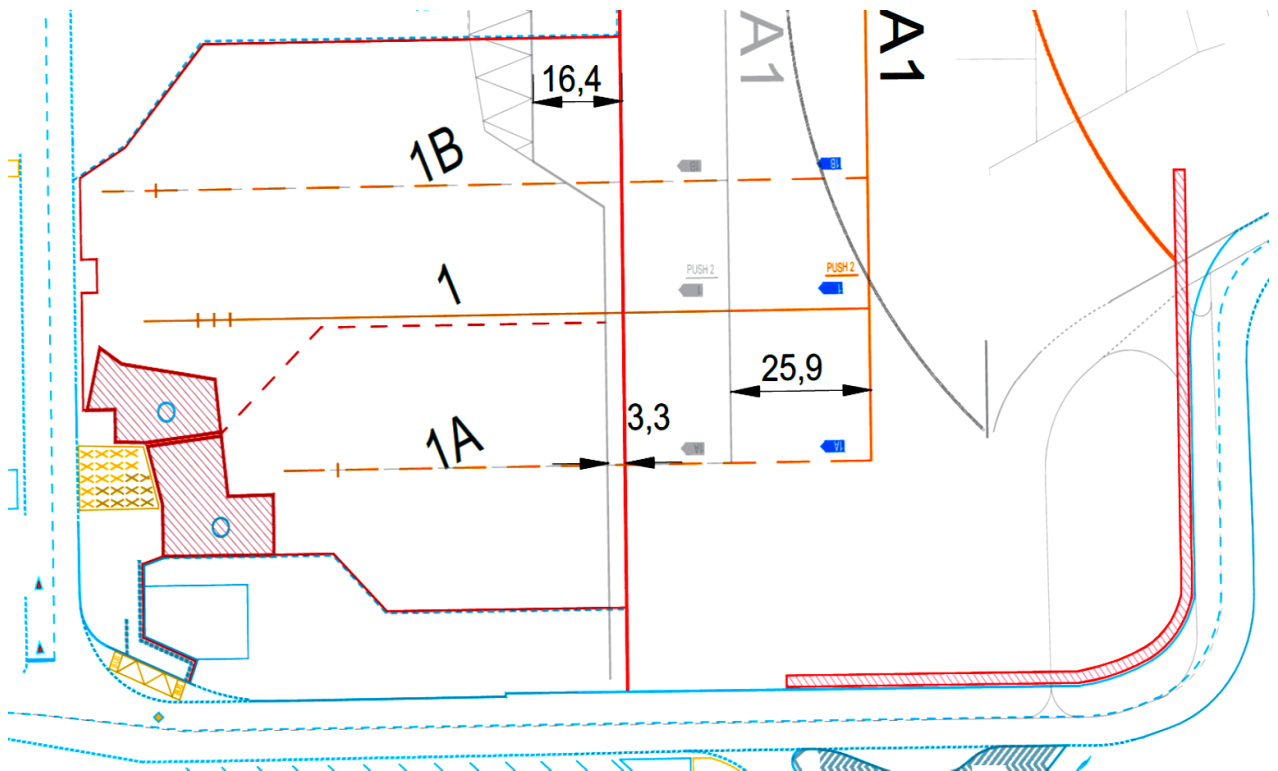
- Odstranění náhradních postupů a omezení:
 - o zajíždění letadel na stání na vlastní pohon,
 - o nezávislost na typu letadla umístěného na stání 3.

Konkrétní realizace návrhu:

- Posunutí hranice odbavovací plochy a pojezdové dráhy o 3,3 m a 16,4 m;
- Posunutí TWY A1 o 25,9 m.

Navrhovaný stav stání:

- Určené pro letadla kódového písmeno E.
- Koncept stání typu MARS.
- Maximální rozpětí křídel je 65 m.
- Bez dalších omezení.



Obrázek 25: Výřez z výkresu návrhu 1 (stání 1A, 1, 1B).

6.1.2. Stání 1A, 1B

Současný stav stání:

- Určené pro letadla kódového písmene C.
- Alternativní stání, koncept stání typu MARS.
- Maximální rozpětí křídél je 36 m.

Navrhovaný stav stání:

- Určené pro letadla kódového písmene C.
- Alternativní stání, koncept stání typu MARS.
- Maximální rozpětí křídél je 36 m.

→ Stání 1A a 1B jsou beze změny, pouze v rámci rekonfigurace stání 1 je nutné posunout hranice odbavovací plochy a pojezdové dráhy o 3,3 m a 16,4 m.

6.1.3. Stání 3

Současný stav stání:

- Určené pro letadla kódového písmene F, s omezeními.
- Koncept stání typu MARS.
- Maximální rozpětí křídél:
 - bez omezení: 65 m,
 - s omezením: 80 m.

Nedostatky současného stavu jsou:

- Nedodržení bezpečnostní zóny (3 m) od ocasní plochy u letadel typu: B777-300/ER, B747-8, A340-600, A350-1000, A380-800.
- Speciální provozní opatření pro odbavení letadla typu A380 (viz kapitola 1.3.4.) kvůli neprůjezdnosti MMP kolem křídel letadla.
- Stání nelze použít pro typ letadla A380 při obsazení stání T1, nebo pokud je obsazené stání 1 letadlem, které má dřívější čas EOBT/TOBT.
- V případě obsazení stání letadlem typu A380 nelze pojíždět nebo vytlačovat letadlo ze stání 1.
- Při obsazení stání je při přetahu na/ze stání 1 nutná asistence wingmana.

Cíl návrhu:

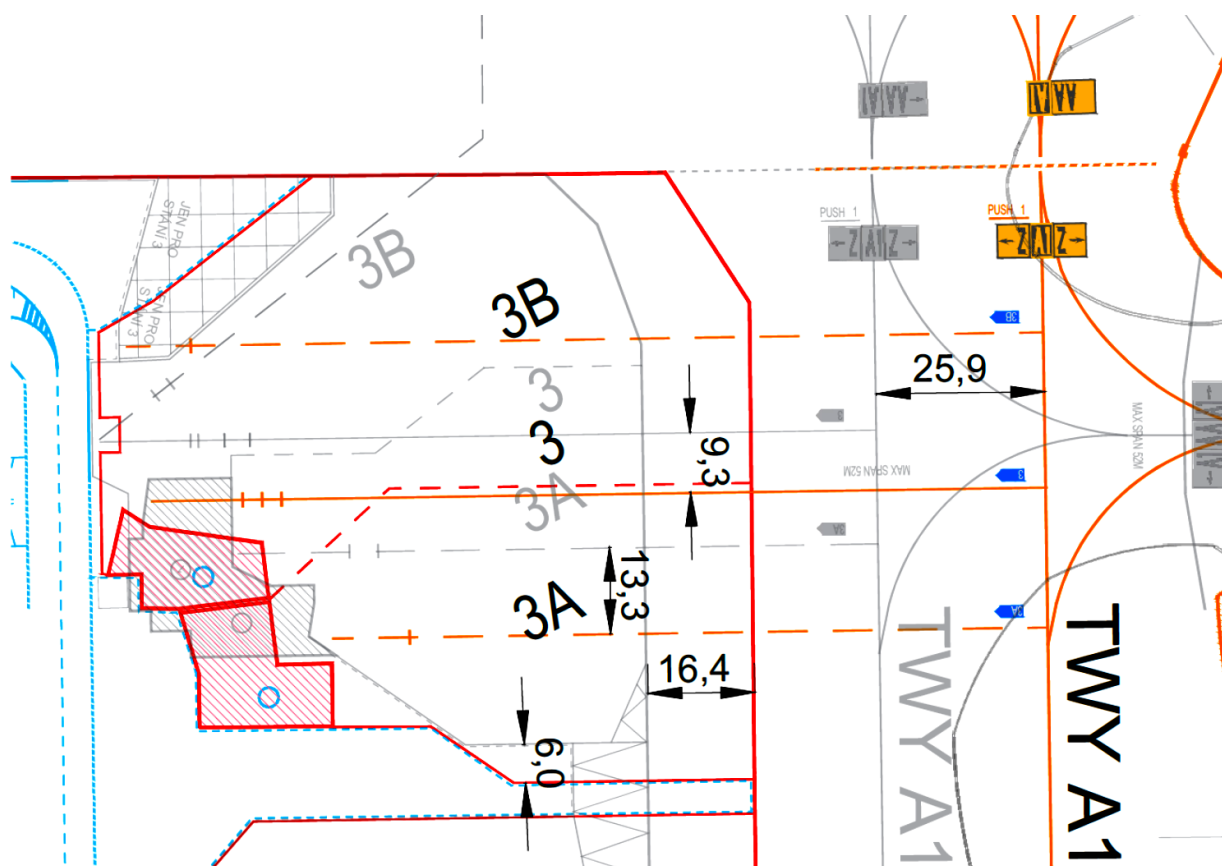
- Odstranění náhradních postupů a omezení:
 - o bez závislosti na EOBT/TOBT,
 - o neomezovat stání 1.
- Průjezdnost MMP kolem zádi letadla bez narušení prostoru pojezdové dráhy.
- Průjezdnost autocisterny LPH kolem křídel letadla bez narušení prostoru pojezdové dráhy nebo vedlejšího stání.

Konkrétní realizace návrhu:

- Posunutí:
 - o hranice odbavovací plochy a pojezdové dráhy o 16,4 m;
 - o TWY A1 o 25,9 m;
 - o hranice stání 3 (resp. 3A) o 6 m;
 - o osy stání 3 o 9,3 m.

Navrhovaný stav stání:

- Určené pro letadla kódového písmene F.
- Koncept stání typu MARS.
- Maximální rozpětí křídel je 80 m.
- Bez dalších omezení.



Obrázek 26: Výřez z výkresu návrhu 1 (stání 3A, 3, 3B).

6.1.4. Stání 3A

Současný stav stání:

- Určené pro letadla kódového písmene C.
- Alternativní stání, koncept stání typu MARS.
- Maximální rozpětí křídel je 36 m.

Navrhovaný stav stání:

- Určené pro letadla kódového písmene C.
- Alternativní stání, koncept stání typu MARS.
- Maximální rozpětí křídel je 36 m.

→ Stání 3A je beze změny, pouze v rámci realizace celkové rekonfigurace stání 3 a přilehlých alternativních stání 3A a 3B, je nutné nově umístit hranici stání 3A / 3B a posunout:

- osu stání 3A o 13,3 m;
- hranice stání 3A (resp. 3) o 6 m.

6.1.5. Stání 3B

Současný stav stání:

- Určené pro letadla kódového písmene C.

- Alternativní stání, koncept stání typu MARS.
- Maximální rozpětí křídel je 36 m.

Nedostatky současného stavu jsou:

- Letadla se vytlačují do TWY Z.
- Nepraktické umístění osy stání.

Cíl návrhu:

- Vytlačování letadla na TWY A1.
- Příjezd letadel ke stání přes TWY A1.
- Osa stání kolmo k Prstu A.

Konkrétní realizace návrhu:

- Umístění osy stání kolmo k Prstu A.
- V rámci realizace celkové rekonfigurace stání 3 a přilehlých alternativních stání 3A a 3B, je nutné nově umístit hranici stání 3B / 3A.

Navrhovaný stav stání:

- Určené pro letadla kódového písmene C.
- Alternativní stání, koncept stání typu MARS.
- Maximální rozpětí křídel je 36 m.

6.2. Porovnání současného a navrhovaného stavu – kompletní plocha

V této části kapitoly je uveden celkový souhrn nedostatků v současnosti a z toho vyplývající možné následky na provoz letadel a MMP na odbavovací ploše přilehlé k TWY A1. Je představeno řešení nedostatků konkrétním návrhem změny nebo postupu, ze kterého následně vyplývají další nutné zásahy do infrastruktury. Výsledky návrhu jsou analyzovány z bezpečnostního a provozního aspektu. Vzdálenosti posunutí navrhovaných částí jsou zaokrouhleny a popsány pouze orientačně. V příloze 2 lze vidět srovnání současného a navrhovaného stavu celé odbavovací plochy, v přílohách 3, 4 je zobrazeno portfolio letadel na navrhovaných stání.

Souhrn nedostatků stání v současnosti:

- náhradní postupy a omezení,
- nedostatečné minimální rozestupy od ocasních ploch letadel,
- nedostatečný prostor pro průjezd autocisterny LPH kolem křídel letadla Airbus A380-800.

Potenciální následky těchto nedostatků:

- neefektivní provoz letadel postavený na řadě výjimek,
- neefektivní a pomalé odbavení letadel,

- zpoždění letů,
- riziko kolize (pokud nenaruší prostor TWY nebo vedlejšího stání):
 - o MMP s letadlem na odbavovací ploše a TWY,
 - o letadla na TWY s letadlem na odbavovací ploše,
 - o autocisterny LPH s letadlem.

Způsob provedení návrhu na zefektivnění provozu:

- posunutí:
 - o TWY A1 o 25,9 m;
 - o hranice stání 3 (3A) o 6 m;
 - o osy stání 3 o 9,3 m;
 - o osy stání 3A o 13,3 m;
 - o osy stání 3B;
 - o hranice odbavovací plochy a pojezdové dráhy o 3,3 m a 16,4 m.

Výsledkem realizace návrhu jsou tyto změny:

- posunutí:
 - o okraje TWY A1 naproti stání o 35,6 m až 43,7 m;
 - o okraje TWY A1 mezi TWY AA a TWY Z o 25,8 m;
 - o hranic stání T2, T1 a T3 o 27 m;
 - o odmrazovací plochy 2 a 3 o 25,8 m;
 - o odstavné plochy pro parkování MMP naproti stání 1B;
 - o odražečů výtokových plynů podél obslužné komunikace;
 - o pohotovostního stání pro MMP.
- přestavba obslužné komunikace.

Přínos návrhu:

- zvýšení propustnosti a plynulosti na TWY A i TWY Z,
- zefektivnění odbavení letadel,
- snížení zpoždění letů,
- snížení rizika kolize s letadlem,
- dostatečný prostor na průjezd autocisterny LPH kolem křídel a ocasních ploch letadel bez narušení prostoru vedlejšího stání nebo TWY.

Pro účely tohoto návrhu je nutné zasáhnout do současné infrastruktury letiště. Tento zásah bude představovat:

- vysokou finanční náročnost,
- omezení provozu na daných stáních, pojezdových drahách a odmrazovacích plochách (byť postupně) během doby rekonstrukce,
- snížení kapacity letiště po dobu rekonstrukce stání a přilehlé pojezdové dráhy A1,

- odkoupení pronajatých pozemků přilehlých ke stání 1,
- předělání veškeré dokumentace týkající se těchto změn.

6.3. Pojíždění na stání a způsob vytlačení letadel

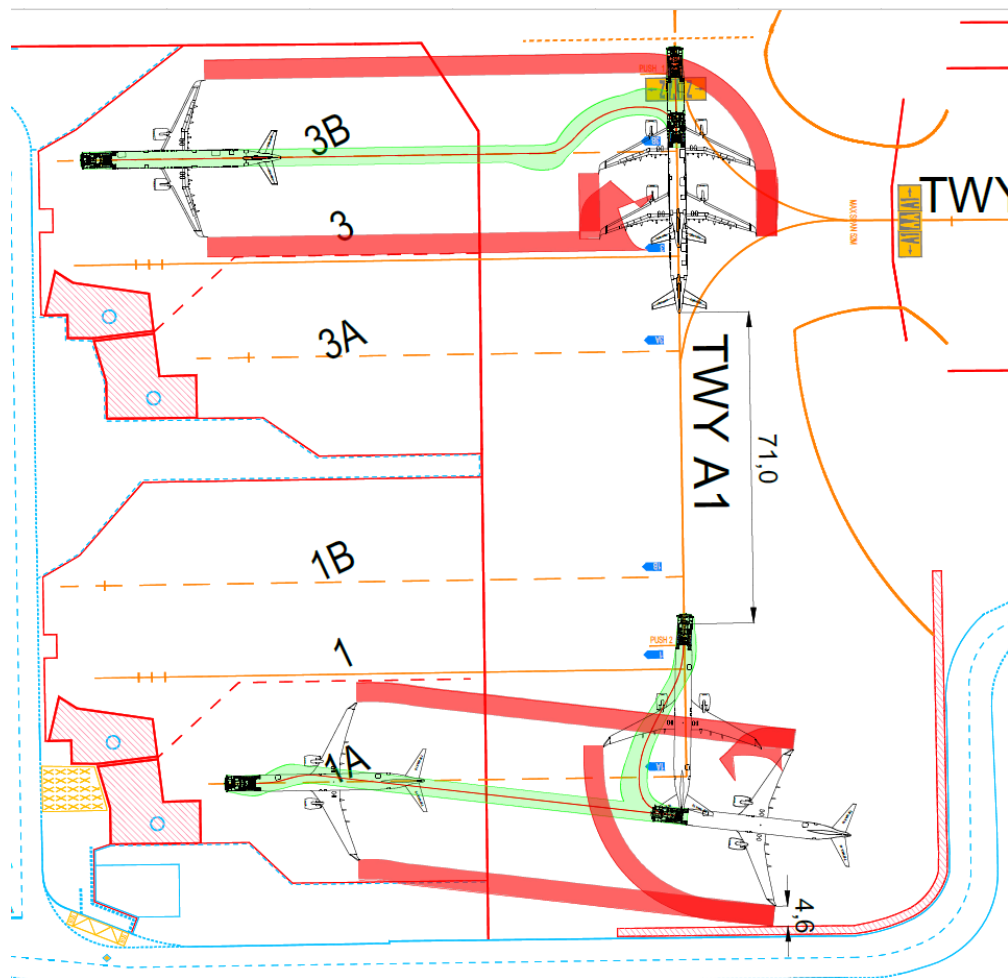
V tomto návrhu jsou nejvíce kritická pojíždění letadel na stání 1A, 1 a 1B a vytlačování letadel ze stání 1A, 1, 1B a stání 3. U některých z těchto stání musí být provedeno pomocné značení pro vytlačovací zařízení určující trajektorii hlavního podvozku letadla. Toto pomocné značení není součástí této práce. Postup současného vytlačování je v této části odbavovací plochy možný pouze ze stání 1A a 3B za předpokladu, že se jedná o letadla kódového písmene C – maximálního rozpětí 36 m. Současný souhrn pravidel pro vytlačování je popsán v kapitole 2.3.6.

6.3.1. Obecná pravidla pro postup vytlačování letadel

Stále platí obecné bezpečnostní a provozní zásady při vytlačování dle směrnice letiště Václava Havla (viz kapitola 2.3.6. a 2.3.7. nebo směrnice Dopravní řád letiště Praha Ruzyně).

Zde jsou uvedeny pouze doplňující pravidla související s návrhem této práce:

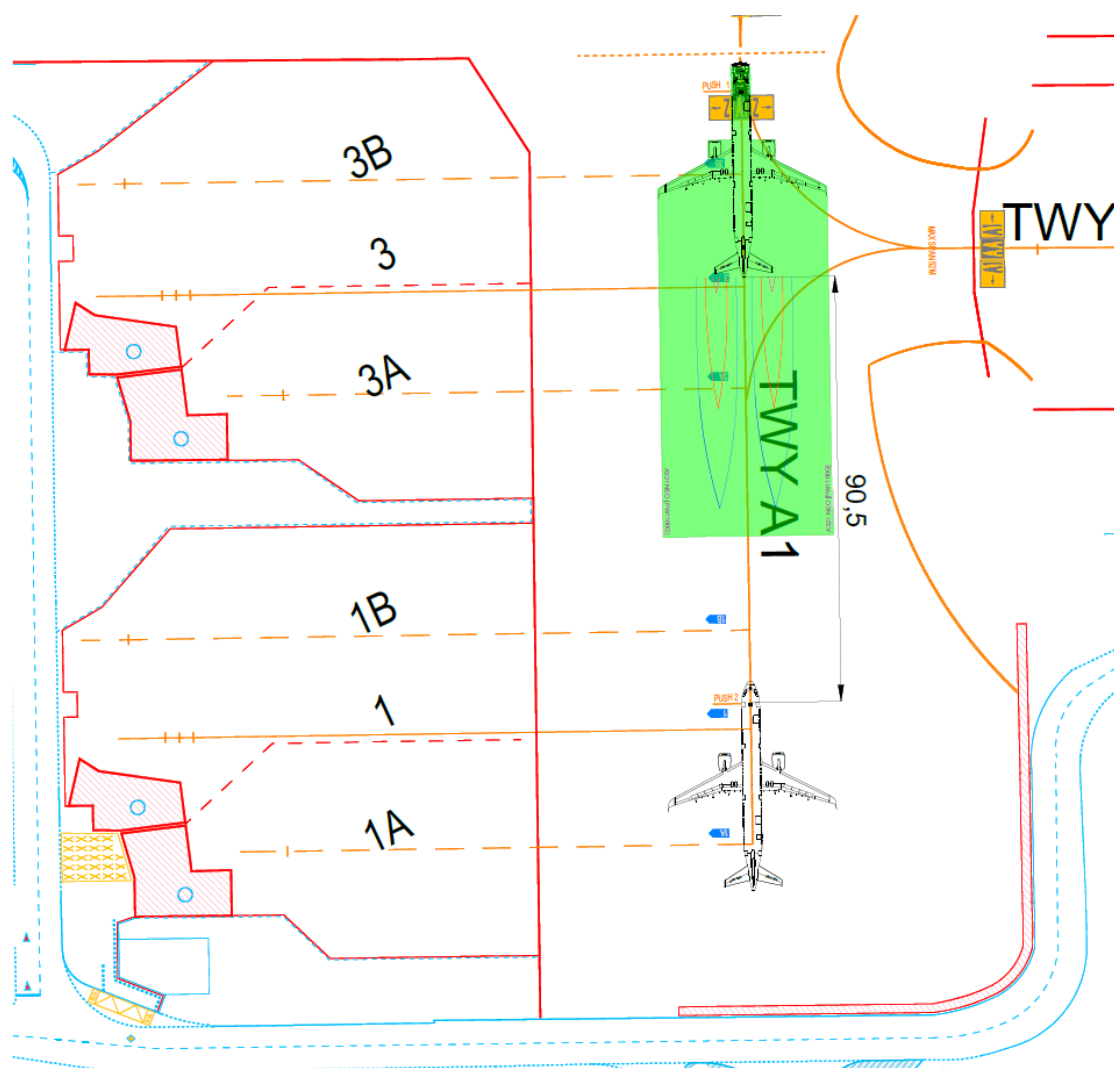
- Letadla kódového písmene E nebo F lze vytlačit pouze na neobsazený pojezdový pruh.
- Pozice příčky PUSH 1 je určena pro stání: 3, 3A a 3B.
- Pozice příčky PUSH 2 je určena pro stání: 1, 1A a 1B.
- Pokud letadlo kódového písmene E nebo F zajíždí na stání 3, nebo je z něj vytlačováno, nesmí jakékoliv jiné letadlo zajíždět na stání 1A, 1 nebo 1B, nebo být z něj vytlačováno.
- Pokud letadlo kódového písmene E nebo F zajíždí na stání 1, nebo je z něj vytlačováno, nesmí jakékoliv jiné letadlo zajíždět na stání 3A, 3 nebo 3B, nebo být z něj vytlačováno.
- Není povoleno současně vytlačovat letadlo ze stání 1B a ze stání 3A nebo 3B.
- Není povoleno současně vytlačovat letadlo ze stání 1A a ze stání 3B.
- Letadlo kódového písmene C lze současně vytlačovat ze stání 1A a ze stání 3B za předpokladu, že letadlo ze stání 1A zastaví na pozici příčky PUSH 1 a letadlo ze stání 3B zastaví na pozici příčky PUSH 2 (viz obrázek 27). Během tohoto procesu jsou letadla od sebe vzdálena nejméně 71 m.



Obrázek 27: Situace současného vytlačování ze stání 1B a 3B.

Při současném vytlačování (*angl. multiple pushback*) musí být dodržen minimální rozestup mezi příčkami PUSH 1 a PUSH 2 kvůli škodlivým účinkům výtokových plynů za letadly zejména při zahájení pojíždění letadla z pozice příčky PUSH 1 (viz obrázek 28 – na obrázku je letadlo A321 NEO s motory PW1100G). Vzdálenost zádi letadla A321 NEO (maximální délka letadla kódového písmene C) od pozice příčky PUSH 2 je 90,5 m (zelená výplň odpovídá délce 55 m od zádi letadla).

Ochrana proti negativnímu působení výtokových plynů za letadlem nacházející se na pozici příčky PUSH 2 je v podobě odrazečů výtokových plynů umístěného podél obslužné komunikace.



Obrázek 28: Současné vytlačení letadel na PUSH 1 a 2.

6.3.2. Stání 1A, 1, 1B

Stání 1A a 1B jsou určena pro letadla kódového písmene C – dle kapitoly 5.1. jsou pro tato stání nejkritičtější letadla typu A321 NEO (maximální délka trupu) a B737 MAX 10 (maximální rozpětí křídel) – simulováno je ve většině případů pouze letadlo typu A321 NEO, neboť má nejdelší trup a rozpětí křídel je téměř totožné s letadlem Boeing 737 MAX 10. Použitá vytlačovací zařízení jsou modely AST-2 F400 a F150A dle kapitoly 5.2.

Stání 1 je určeno pro letadla kódového písmene E – dle kapitoly 5.1. je pro tato stání nejkritičtější letadlo typu B777-9 Folded (maximální délka trupu i rozpětí křídel). Použité vytlačovací zařízení je model AST-1 X800 dle kapitoly 5.2.

Důvodem podrobné analýzy poježdění a vytlačování na tato stání je:

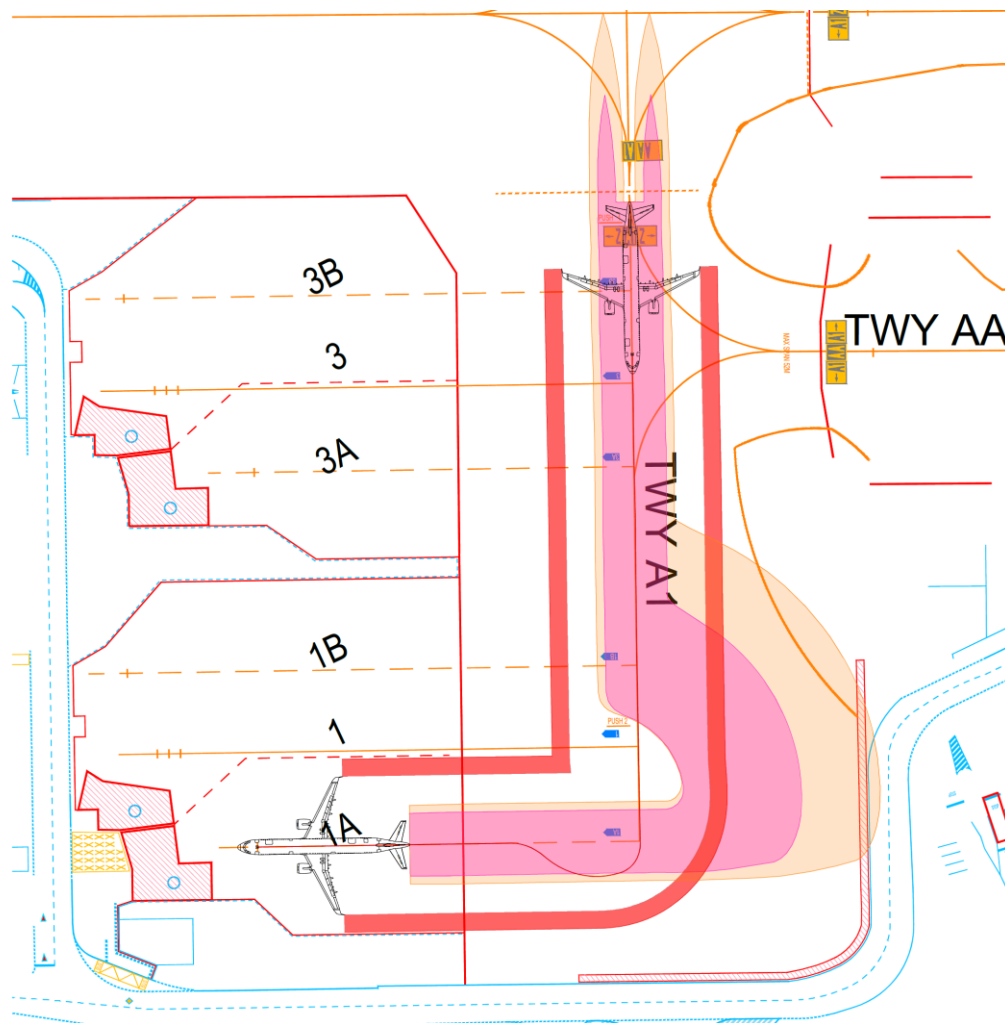
- obslužná komunikace podél odbavovací plochy a naproti stání 1A, 1 a stání 1B – účinky výtokových plynů při poježdění na stání i při zahájení poježdění z pozice příčky PUSH 2;

- omezený prostor pro pohyb s letadly při vytlačování ze stání 1A a stání 1; a
- potenciální riziko narušení prostoru stání 3A, 3 nebo 3B při poježdění nebo vytlačování letadla kódového písmene E na / ze stání 1.

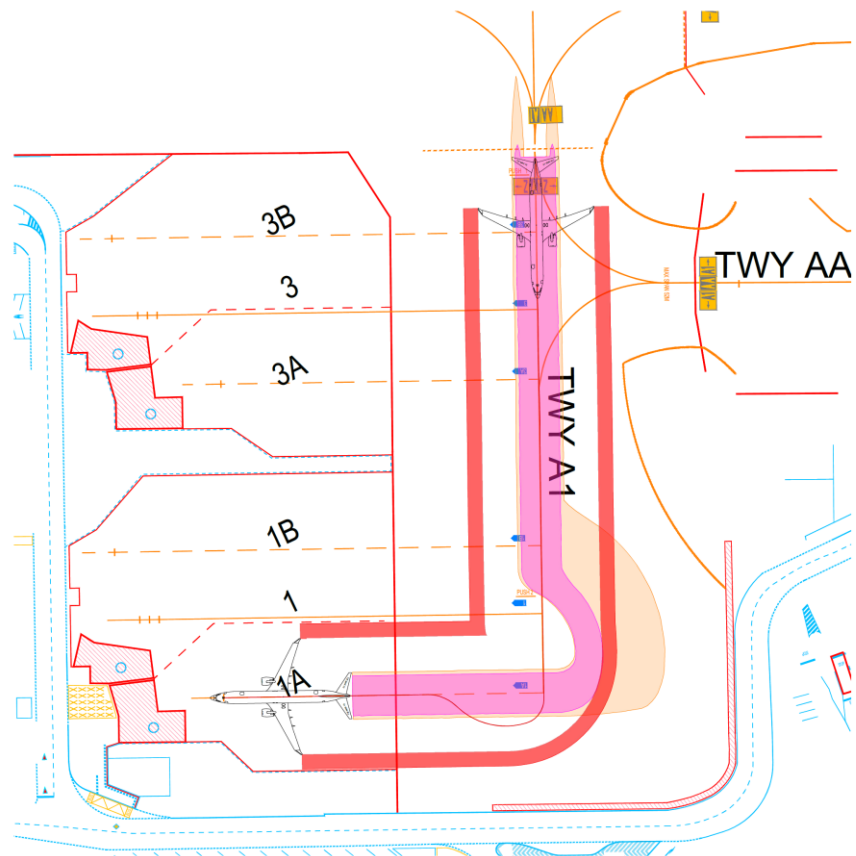
Riziko účinků výtokových plynů za letadly poježdějící na stání 1A, 1 a 1B je omezeno umístěním odražečů výtokových plynů podél obslužné komunikace (viz příloha 1).

Na situacích níže je zobrazeno poježdění a přijatelný způsob vytlačování letadel:

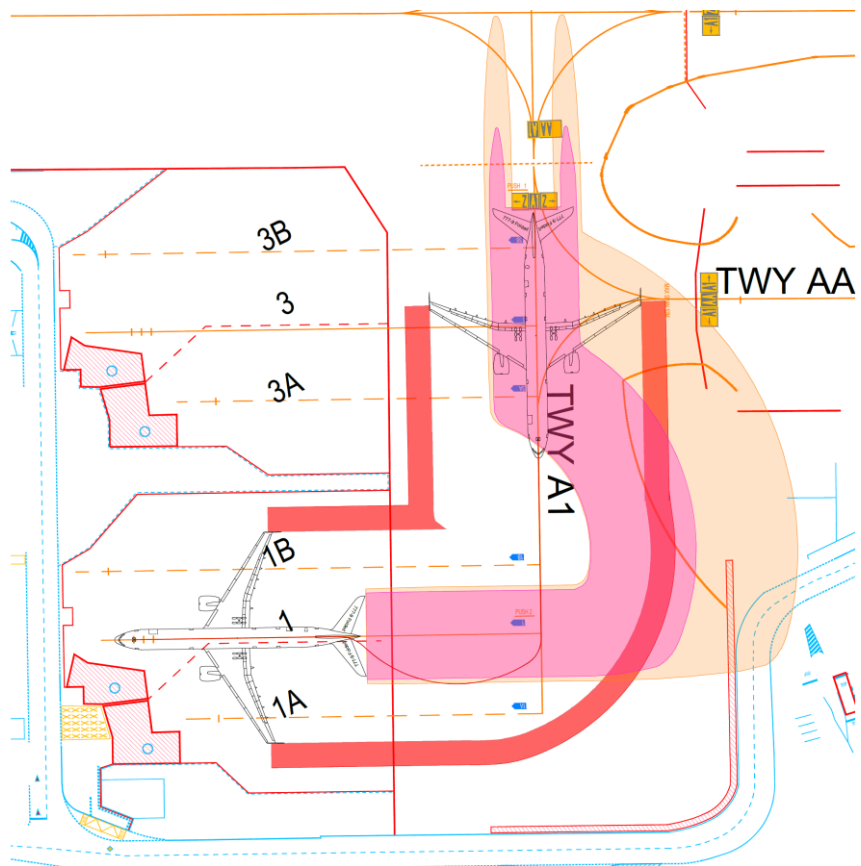
1) Situace poježdění na stání 1A a 1:



Obrázek 29: Poježdění na stání 1A (Airbus A321 NEO).

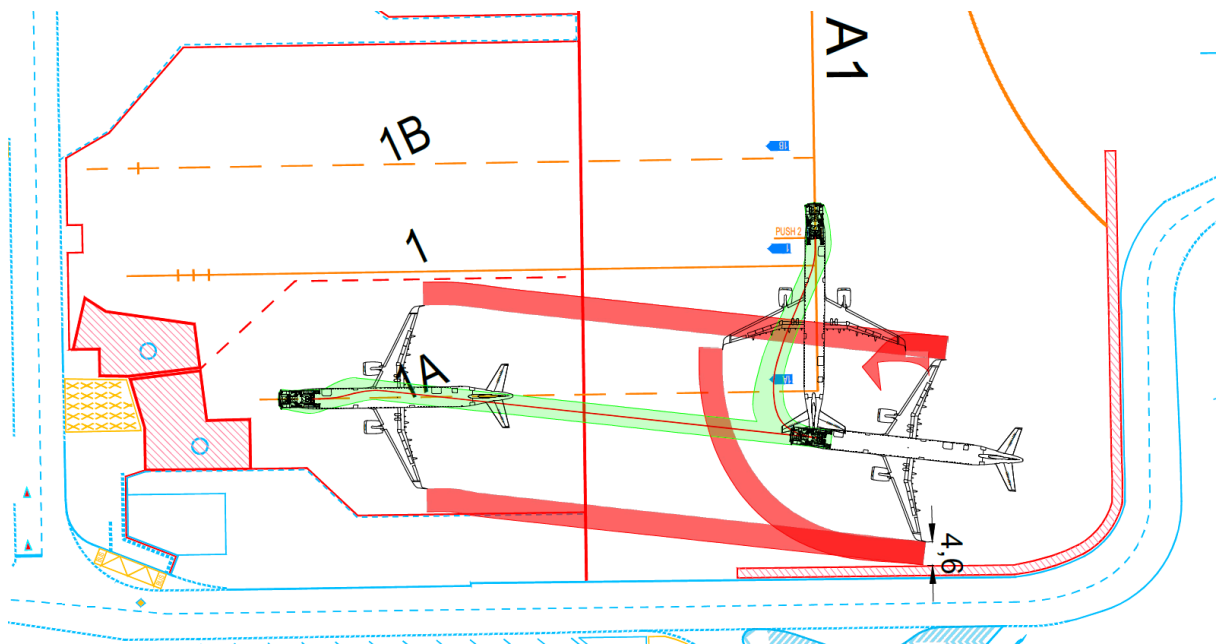


Obrázek 30: Pojždění na stání 1A (Boeing 737 MAX 10).

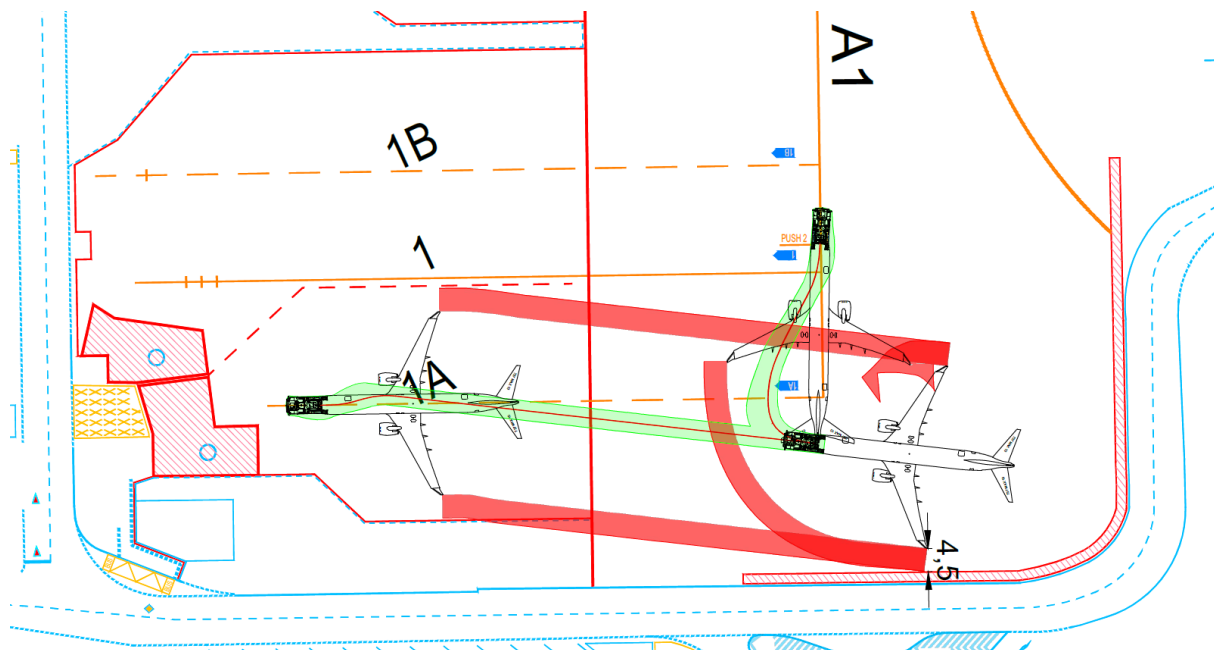


Obrázek 31: Pojždění na stání 1 (Boeing 777-9 Folded).

2) Situace vytlačování ze stání 1A a 1B:

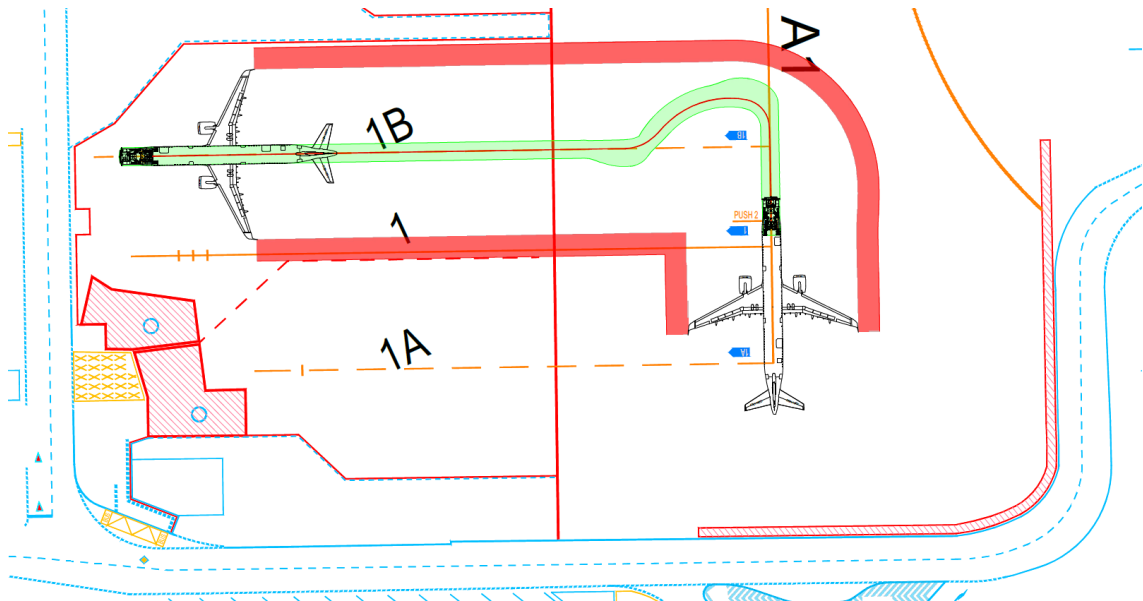


Obrázek 32: Vytlačování ze stání 1A (Airbus A321 NEO).



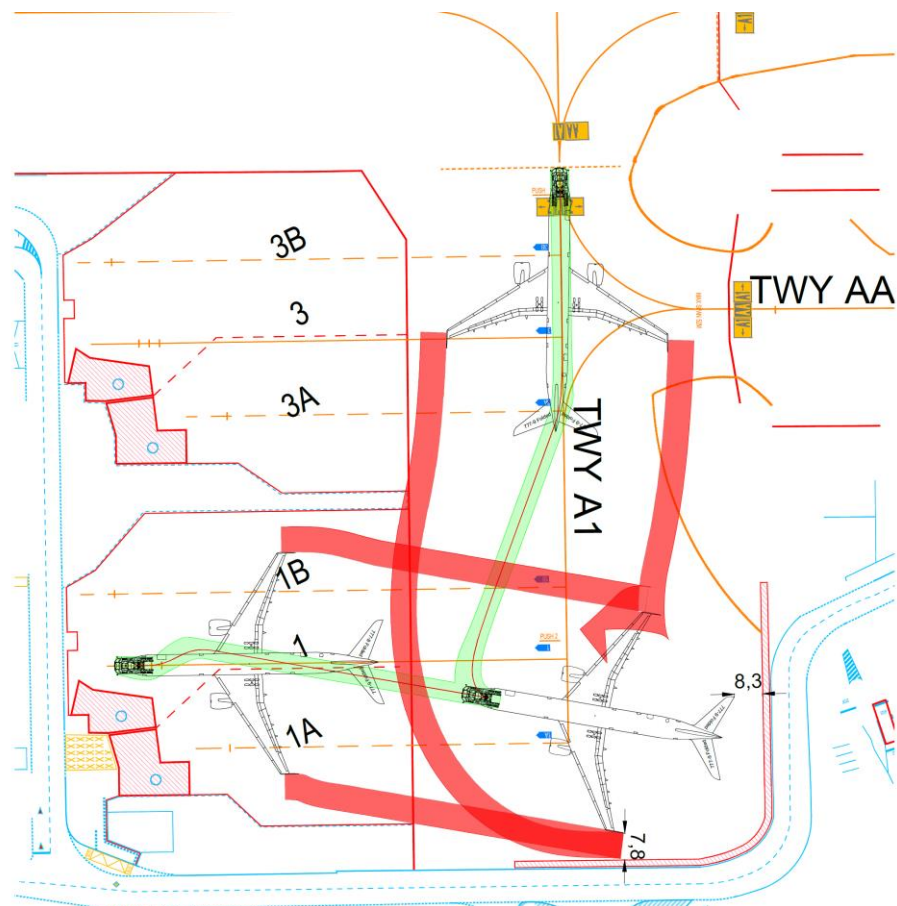
Obrázek 33: Vytlačování ze stání 1A (Boeing 737 MAX 10)

Vytlačování letadel kódového písmene C ze stání 1A musí být provedeno dle situace zobrazené výše. Letadlo musí být vytlačeno mírně směrem dolů tak, aby levé křídlo letadla bylo v dostatečné vzdálenosti od odražečů výtokových plynů.



Obrázek 34: Vytlačování ze stání 1B (Airbus A321 NEO).

3) Situace vytlačování ze stání 1:



Obrázek 35: Vytlačování ze stání 1 (Boeing 777-9 Folded).

Vytlačování letadel kódového písmene E musí být provedeno dle situace zobrazené výše. Letadlo musí být vytlačeno mírně směrem dolů tak, aby levé křídlo a ocasní plochy letadla byly v dostatečné vzdálenosti od odražečů výtokových plynů.

6.3.3. Stání 3

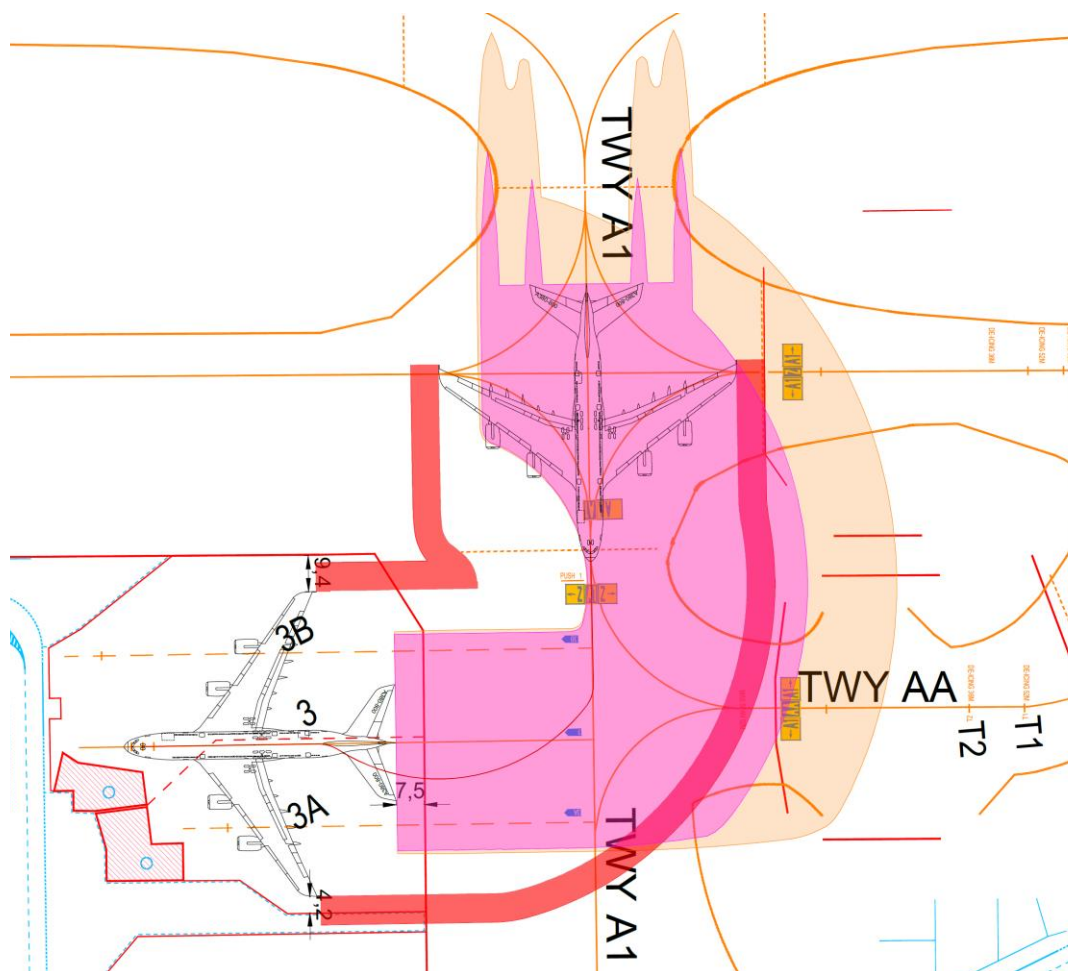
Stání 3 je určeno pro letadla kódového písmene E a F – dle kapitoly 5.1. jsou pro tato stání nejkritičtější letadla typu B777-9 Extended (maximální délka trupu) a A380-800 (maximální rozpětí křídel). Použité vytlačovací zařízení je model AST-1 X800 dle kapitoly 5.2.

Důvodem podrobné analýzy pojíždění a vytlačování na tato stání je:

- omezený prostor pro pohyb s letadly při vytlačování; a
- potenciální riziko narušení prostoru De-icing area 3 nebo stání T2 a T3 při pojíždění nebo vytlačování letadla.

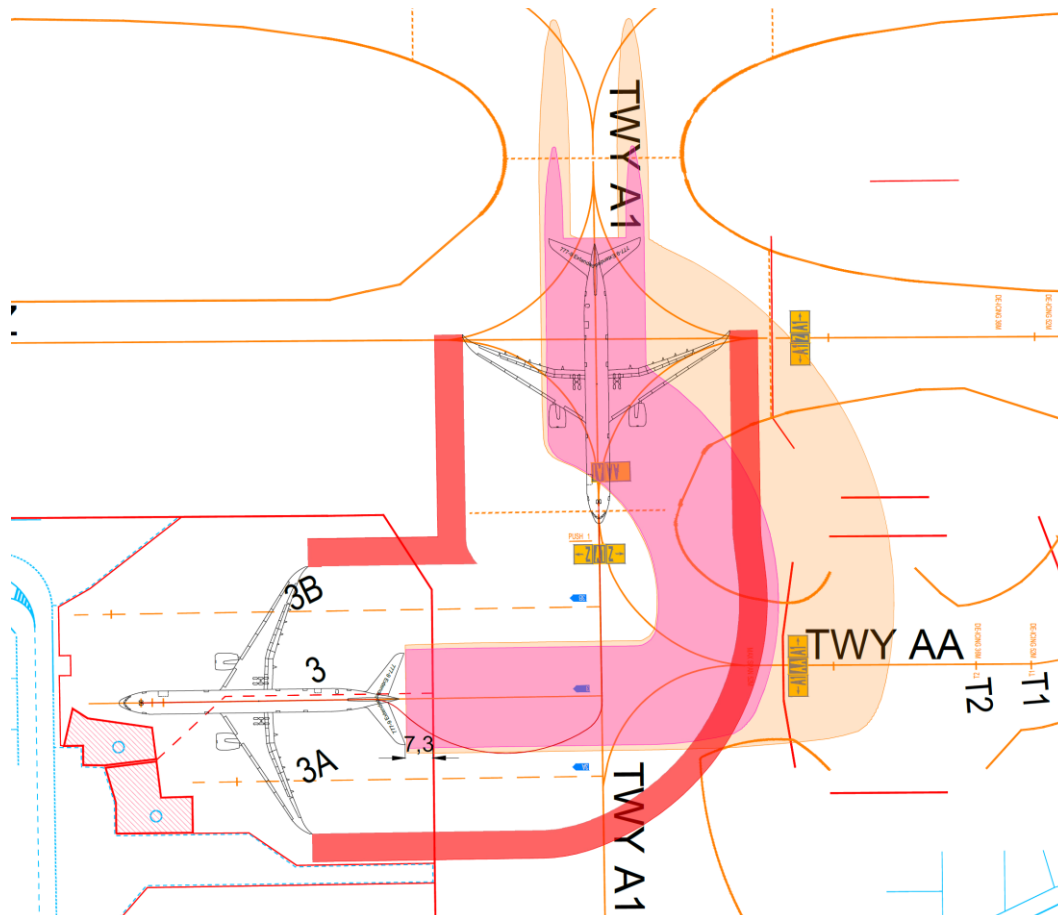
Na situacích níže je zobrazeno pojíždění a přijatelný způsob vytlačování letadla za dodržení minimálních rozestupů.

- 1) Situace pojíždění na stání 3 (Airbus A380-800):



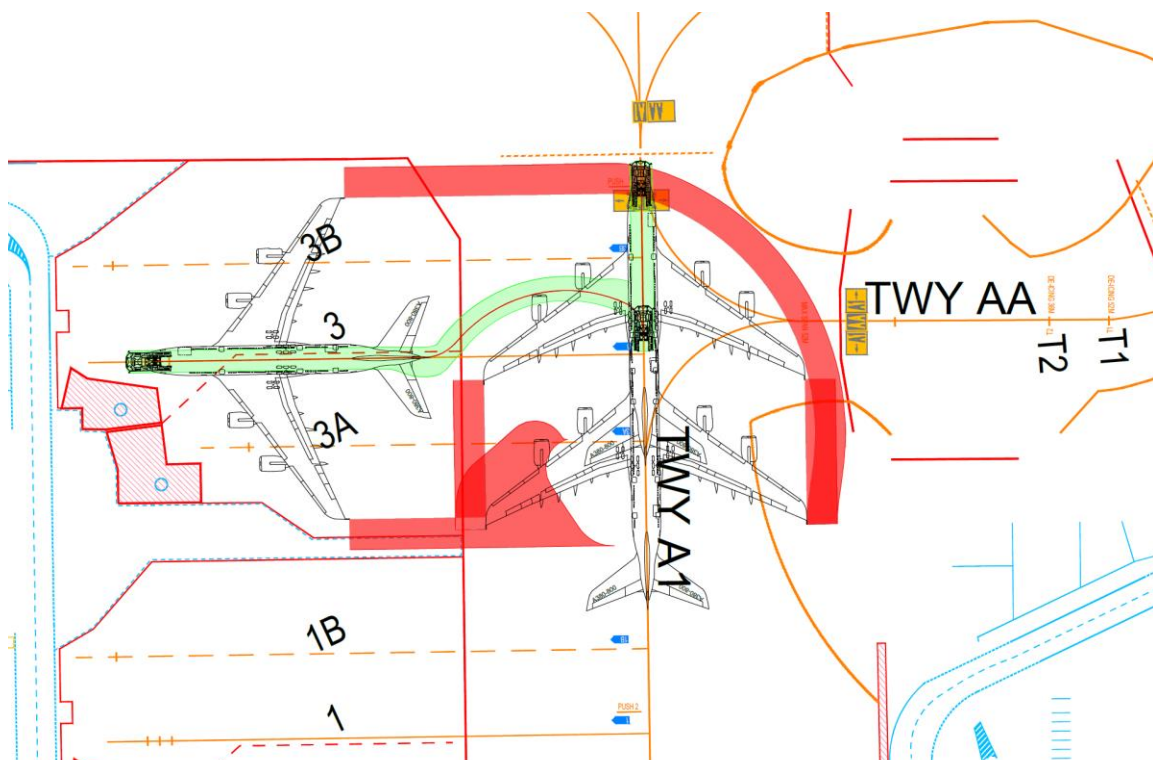
Obrázek 36: Pojíždění na stání 3 (Airbus A380-800).

- 2) Situace pojíždění na stání 3 (Boeing 777-9 Extended):



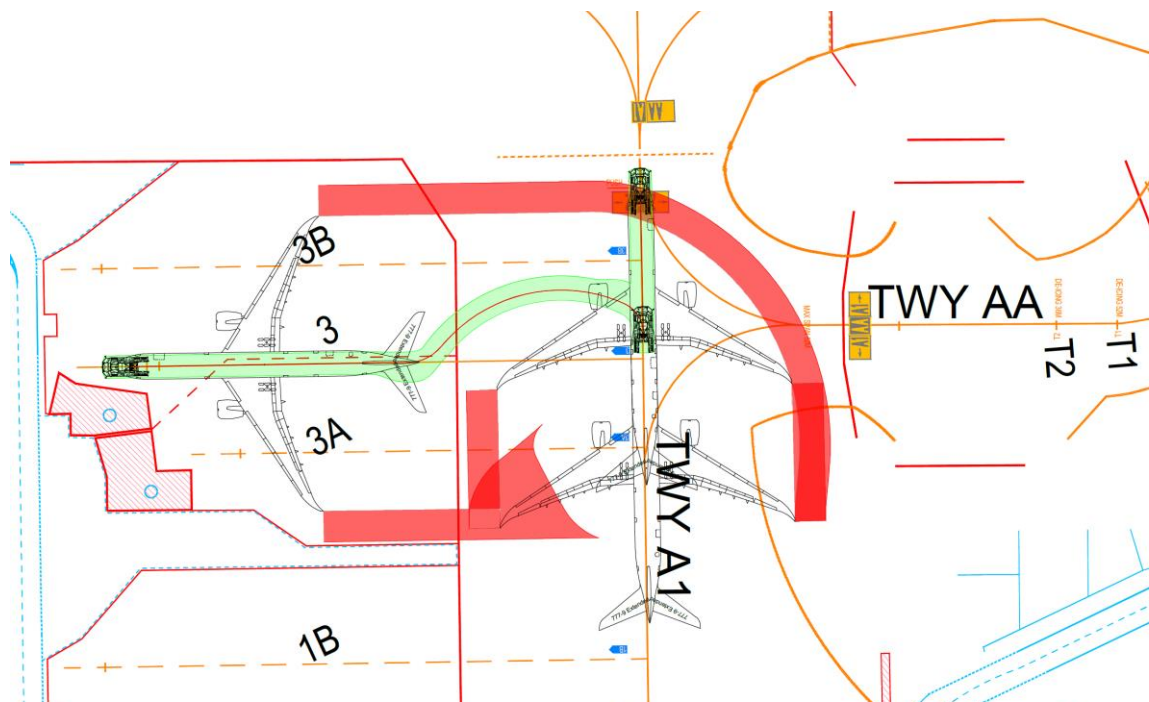
Obrázek 37: Pojždění na stání 3 (Boeing 777-9 Extended).

3) Situace vytlačování ze stání 3 (Airbus A380-800):



Obrázek 38. Vytlačování ze stání 3 (Airbus A380-800).

4) Situace vytlačování ze stání 3 (Boeing 777-9 Extended):



Obrázek 39: Vytlačování ze stání 3 (Boeing 777-9 Extended).

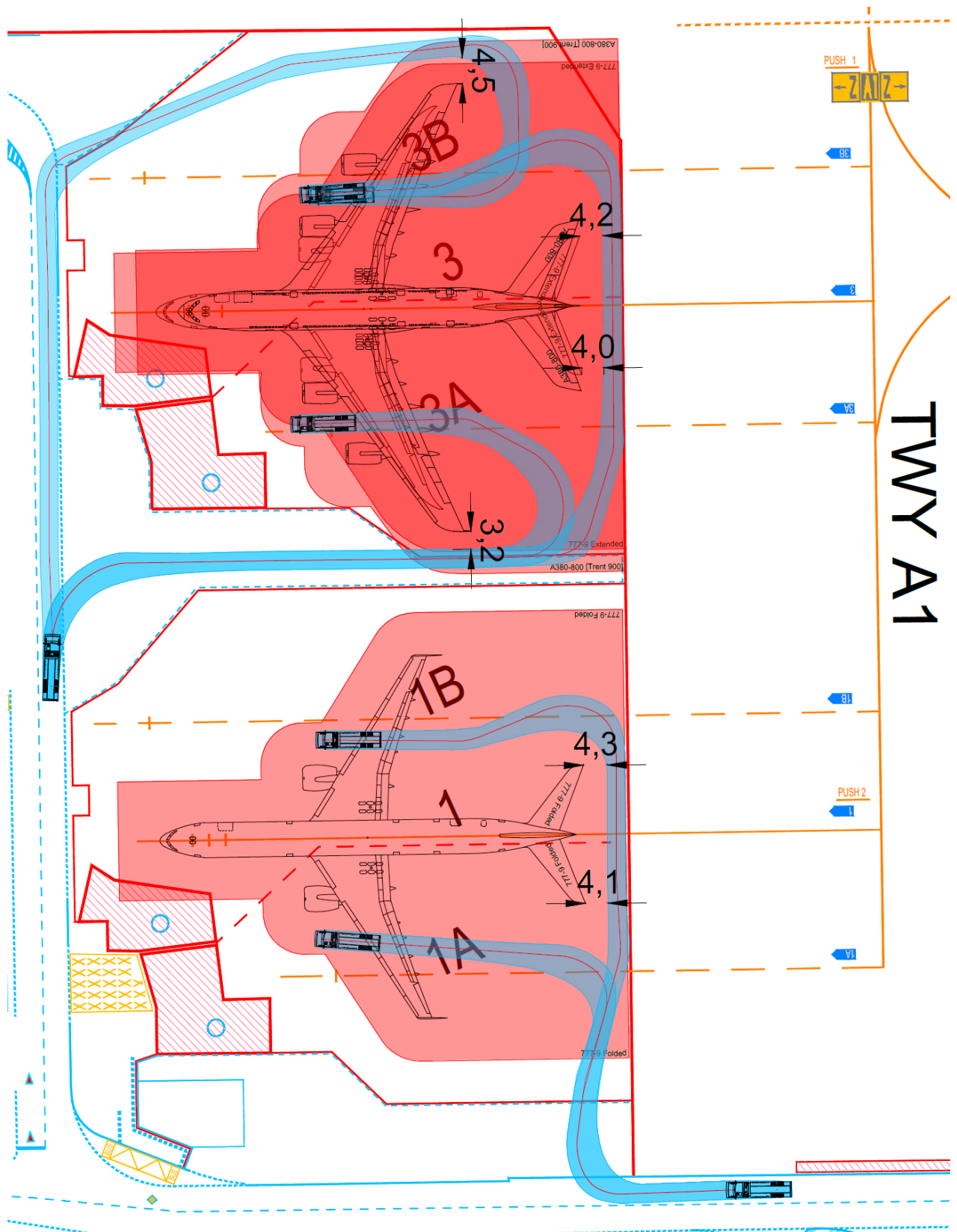
Vytlačování letadel kódového písmene F nebo E musí být provedeno dle situace zobrazené výše. Vytlačovací zařízení musí s letadlem provést oblouk před červenou čarou značící hranici odbavovací plochy a pojezdové dráhy, aby nedošlo k narušení prostoru stání T2 nebo T1.

6.4. Průjezdnost autocisterny LPH kolem letadla na stání

Kromě základních scénářů příjezdu autocisterny na stání uvedené v kapitole 5.3., je přijatelná i varianta příjezdu autocisterny na stání z obslužné komunikace umístěné vedle stání 1A a následné obslužení letadel na stání 1, 1A, 1B, v krajním případě také na stání 3A.

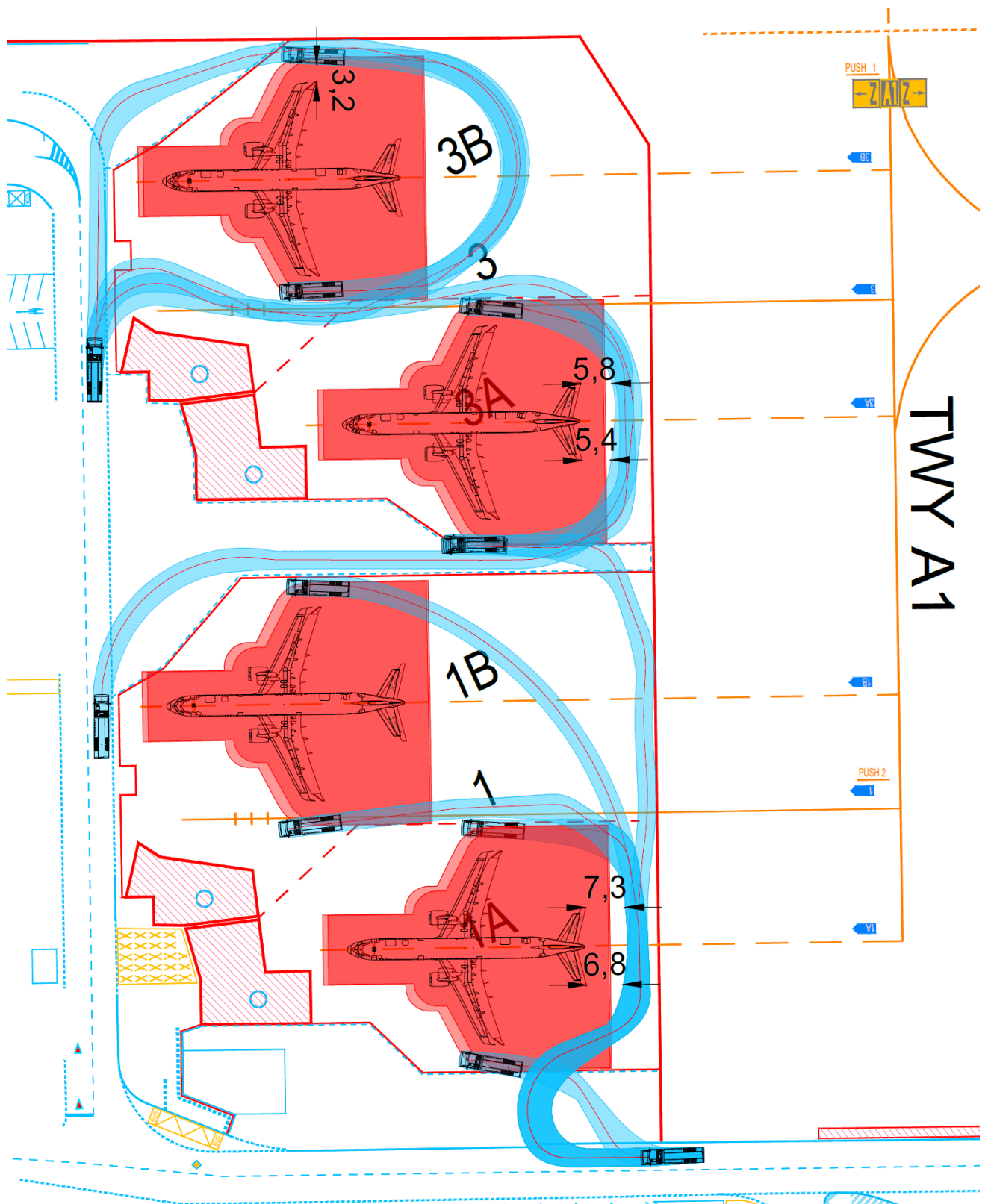
Jako důkaz průjezdnosti kolem letadel je nasimulováno několik možných scénářů příjezdu autocisterny LPH k letadlu – model cisterny je Acterra 7K a letadla použity v simulaci jsou Airbus A380-800, Boeing 777-9 Folded/Extended, Airbus A321 NEO a Boeing 737 MAX 10 (červený obrys okolo letadel je ve vzdálenosti 4,5 m, resp. 7,5 m dle kódového písmene letadla).

- Stání 1 a 3:



Obrázek 40: Průjezdnost autocisterny LPH kolem letadel na stání 1 a 3.

- Stání 1A, 1B, 3A a 3B:



Obrázek 41: Průjezdnost autocisterny LPH kolem letadel na stání 1A, 1B, 3A a 3B.

6.5. Souhrn navrhovaných změn

Souhrn veškerých změn a zásahů do infrastruktury:

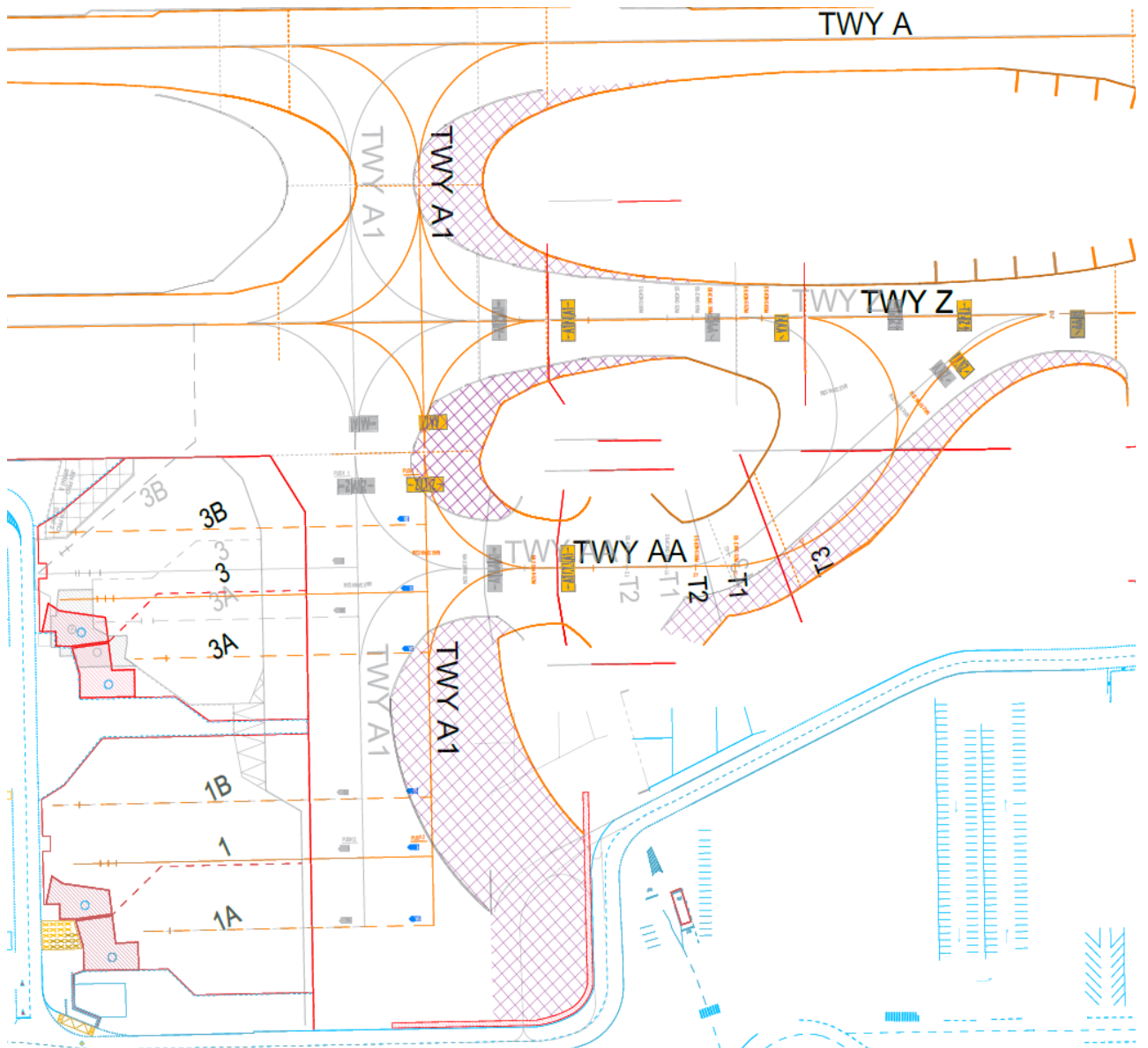
a) Nové umístění:

- 1) pojezdové dráhy TWY A1 s veškerým značením;
- 2) hranice odbavovací plochy a pojezdové dráhy;
- 3) hranice stání 3A, resp. 3;
- 4) pohotovostních stání MMP;
- 5) os stání 3A, 3 a 3B a příčky zastavení na těchto stání;
- 6) odstavné plochy pro parkování MMP naproti stání 1B a osvětlovacích stožárů v těchto místech; a
- 7) odražečů výtokových plynů podél obslužné komunikace.

b) Přestavba:

- 1) obslužné komunikace z důvodu posunu TWY A1 a vytvořením tak více prostoru pro zajíždění letadel na stání 1, resp. 1A a 1B, a následné vytlačování letadel z těchto stání;
- 2) nástupních mostů;
- 3) pojezdové dráhy A1, AA a částečně i Z, resp. zvětšení plochy pojezdových drah (viz obrázek 42);
- 4) odmrazovacích stání 2 a 3, a stání T1, T2 a T3, resp. zvětšení plochy (viz obrázek 42).

Podle měření plochy v programu AutoCAD bylo zjištěno, že celkové zvětšení plochy činí 11 640 m² (hodnota je zaokrouhlena a pouze informativního charakteru).



Obrázek 42: Ukázka zvětšené plochy infrastruktury (fialová barva, šrafovaný vzor).

Přílohy k tomuto návrhu jsou:

- Příloha 5: Detailní výkres návrhu 2;
- Příloha 6: Srovnání současného a navrhovaného stavu;
- Příloha 7: Portfolio letadel na stání 4A, 4B, 5, 6, 9, 10, 11, 12;
- Příloha 8: Portfolio letadel na stání 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12.

Hlavním záměrem je rekonfigurovat zejména stání u Prstu A (stání 4A-7). Dimenze a osy stání se u stáních 9-12 příliš nemění – stání 9-11 jsou v současné situaci již dimenzovaná na letadla kódového písmene C, neplatí zde výjimky ani omezení, a proto není nutné posouvat osy stání. Pouze u stání 12 se uzpůsobí hloubka stání pro letadla kódového písmene C, jelikož letadla kódového písmene D, na která je stání nyní dimenzováno, jsou postupně z provozu vyřazovány.

Stejně jako v předchozí kapitole, tak i zde je popsán a názorně zobrazen proces vjíždění letadel na navržená stání a jejich následný způsob vytlačení. Je představena analýza průjezdnosti autocisterny LPH kolem letadel na stáních s využitím nejen přední, ale i nově vytvořené zadní obslužné komunikace, s názornou ukázkou simulací pohybů autocisteren.

7.1. Porovnání současného a navrhovaného stavu – jednotlivá stání

V této kapitole je uveden souhrnný popis současného stavu (viz kapitola 2.3.2.) a navrhovaného stavu konkrétních stání v dané části odbavovací plochy letiště. Jsou zde také zmíněny konkrétní nedostatky stání, je představeno, čeho má návrh docílit a v čem spočívá jeho konkrétní realizace. Pro lepší orientaci jsou přidány i výřezy z výkresu jednotlivých stání – současný stav je zobrazen šedou barvou, navrhovaný stav je barevně. Detailní výkres navrhovaného stavu je veden jako příloha 5 a srovnání navrhovaného stavu se současným je zobrazeno ve výkresu přílohy 6. Vzdálenosti posunutí navrhovaných částí jsou zaokrouhleny a popsány pouze orientačně.

7.1.1. Stání 4A

Současný stav stání:

- Určené pro letadla kódového písmene D, s omezeními.
- Alternativní stání.
- Maximální rozpětí křídel:
 - bez omezení: 45 m,
 - s omezeními: 52 m.

Nedostatky současného stavu jsou:

- Nelze použít v případě obsazeného stání 5.
- Náhradní postupy a omezení pro letadla s rozpětím křídel nad 45 m:
 - o speciální provozní opatření pro odbavení letadel typu B767-300/400ER (viz kapitola 1.3.5.) kvůli neprůjezdnosti MMP kolem letadla a přesahu ocasních ploch přes hranici stání do prostoru TWY.
- Nedodržení bezpečnostní zóny (3 m) od ocasní plochy u letadla typu B757-300 (délka letadla je 54,43 m).

Cíl návrhu:

- Uzpůsobit stání podle konceptu stání typu MARS.
- Odstranění neefektivních náhradních postupů.
- Průjezdnost MMP kolem zádi letadla bez narušení prostoru pojezdové dráhy.
- Průjezdnost autocisterny LPH kolem křídel letadla bez narušení prostoru pojezdové dráhy nebo vedlejšího stání.

Konkrétní realizace návrhu:

- Odstranění původního značení (osy stání, hranice apod.) v prostoru současných stání 4, 4A, 5 a vytvoření nového značení pro navrhovaná stání typu MARS 4A, 4, 4B.
- Posunutí:
 - o hranice nového stání 4A / 4B o 7,4 m;
 - o osy stání o 1,4 m.
 - o hranice odbavovací plochy a pojezdové dráhy o 22,5 m až 27,8 m.

Navrhovaný stav stání:

- Určené pro letadla kódového písmene C.
- Alternativní stání typu MARS.
- Maximální rozpětí křídel je 36 m.
- Bez dalších omezení.

7.1.2. Stání 4

Současný stav stání:

- Určené pro letadla kódového písmene C, s omezením.
- Maximální rozpětí křídel je 34,5 m.

Nedostatky současného stavu jsou:

- Lze využít pro letadla kód. písmene C s maximálním rozpětí křídel pouze do 34,5 m.
- Nepraktické umístění osy stání.

Cíl návrhu:

- Uzpůsobení stání podle konceptu stání typu MARS.

- Rozšíření portfolia letadel, přizpůsobení stání pro letadla kódového písmene E.
- Zefektivnění procesu odbavení letadel.
- Osa stání kolmo k Prstu A.

Konkrétní realizace návrhu:

- Odstranění veškerého značení (osy stání, hranice apod.) v prostoru současných stání 4, 4A, 5 a vytvoření nového značení pro navrhovaná stání typu MARS 4A, 4, 4B.
- Odstranění TWY B1.
- Vytvoření zadní obslužné komunikace.
- Umístění osy stání 4 kolmo k Prstu A.
- Posunout:
 - o hranice odbavovací plochy a pojezdové dráhy o 8,9 m až 31,1 m;
 - o hranice nového stání 4 / 5 o 10,7 m.

Navrhovaný stav stání:

- Určené pro letadla kódového písmeno E.
- Stání typu MARS.
- Maximální rozpětí křídel je 65 m.
- Bez dalších omezení.

7.1.3. Původní stání 5 (nové stání 4B)

Současný stav stání:

- Určené pro letadla kódového písmene C, s omezením.
- Maximální rozpětí křídel je 34,5 m.

Nedostatky současného stavu jsou:

- Lze využít pro letadla kód. písmene C s maximálním rozpětí křídel pouze do 34,5 m.

Cíl návrhu:

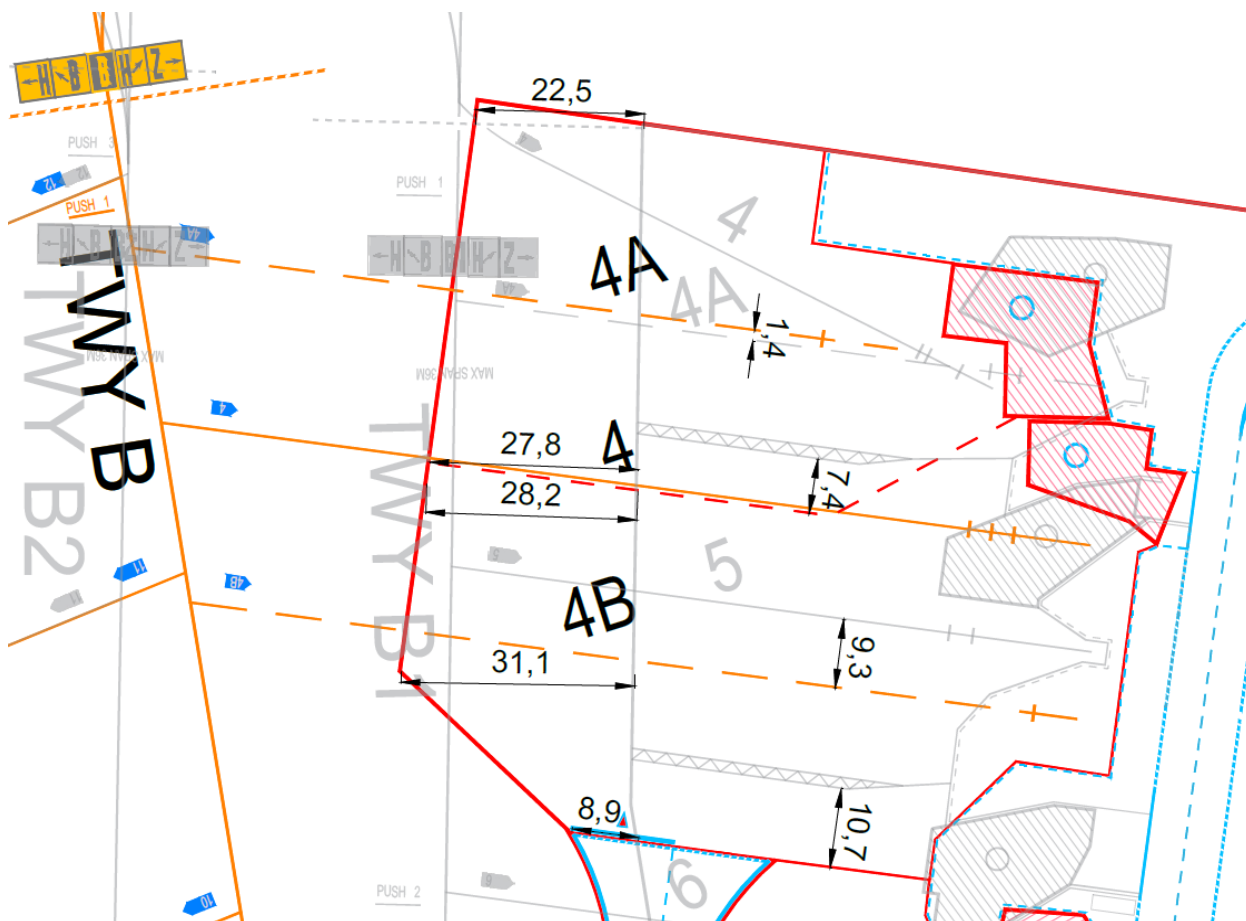
- Uzpůsobení stání podle konceptu stání typu MARS.
- Rozšíření portfolia letadel.
- Zefektivnění procesu odbavení letadel.

Konkrétní realizace návrhu:

- Odstranění veškerého značení (osy stání, hranice apod.) v prostoru současných stání 4, 4A, 5 a vytvoření nového značení pro navrhovaná stání typu MARS 4A, 4, 4B.
- Posunutí:
 - o hranice původního stání 5 / 6 o 10,7 m;
 - o osy stání o 9,3 m;
 - o hranice odbavovací plochy a pojezdové dráhy o 8,9 m až 28,2 m.

Navrhovaný stav stání:

- Určené pro letadla kódového písmene C.
- Přejmenování na **Stání 4B**.
- Alternativní stání typu MARS.
- Maximální rozpětí křídel je 36 m.
- Bez dalších omezení.



Obrázek 44: Výřez z výkresu návrhu 2 (nová stání 4A, 4, 4B).

7.1.4. Původní stání 6, 7 (nová stání 5, 6)

Současný stav stání:

- Určené pro letadla kódového písmene C
- Maximální rozpětí křídel je 36 m.

Cíl návrhu:

- Zefektivnění procesu odbavení letadel – zadní obslužná komunikace.

Konkrétní realizace návrhu:

- Odstranění původního značení (osy stání, hranice apod.) v prostoru současných stání 6, 7 a vytvoření nového značení pro navrhovaná stání 5, 6.

- Vytvoření zadní obslužné komunikace.
- V rámci realizace celkové rekonfigurace stání 4 a přilehlých alternativních stání 4A a 4B, je nutné posunout:
 - o osu původního stání 6 o 13,3 m;
 - o osu původního stání 7 o 15,5 m;
 - o hranice původních stání 6 / 7 o 14,2 m;
 - o hranice původního stání 7 o 15,1 m
 - o hranice odbavovací plochy a pojezdové dráhy.

Navrhovaný stav stání:

- Určené pro letadla kódového písmene C.
- Maximální rozpětí křídel je 36 m.
- Přejmenování:
 - o stání 6 na **stání 5**;
 - o stání 7 na **stání 6**.



Obrázek 45: Výřez z výkresu návrhu 2 (nová stání 5, 6).

7.1.5. Stání 9, 10

Současný stav stání:

- Určené pro letadla kódového písmene C.
- Maximální rozpětí křídel je 36 m.

Navrhovaný stav stání:

- Určené pro letadla kódového písmene C.
- Maximální rozpětí křídél je 36 m.

→ Stání 9, 10 jsou beze změny, pouze v rámci celkové rekonfigurace sektoru A2 je nutné zvětšit / zmenšit hloubky stání a nově tak umístit hranice odbavovací plochy a pojezdové dráhy.

7.1.6. Stání 11

Současný stav stání:

- Určené pro letadla kódového písmene C.
- Maximální rozpětí křídél je 36 m.

Nedostatek současného stavu je:

- Nelze použít v případě obsazeného stání 12 letadlem typu B767-200/300/400ER.

Cíl návrhu:

- Odstranění omezení.

Konkrétní realizace návrhu:

- Přizpůsobit stání 12 na letadla kódového písmene C:
 - o přemístit hranice odbavovací plochy a pojezdové dráhy.

Navrhovaný stav stání:

- Určené pro letadla kódového písmene C.
- Maximální rozpětí křídél je 36 m.
- Bez dalších omezení.

7.1.7. Stání 12

Současný stav stání:

- Určené pro letadla kódového písmene D, s omezením.
- Maximální rozpětí křídél:
 - o bez omezení: 45 m,
 - o s omezením: 52 m.

Nedostatek současného stavu je:

- Nelze použít pro typy letadel B767-200/300/400ER, v případě obsazeného stání 11.

Cíl návrhu:

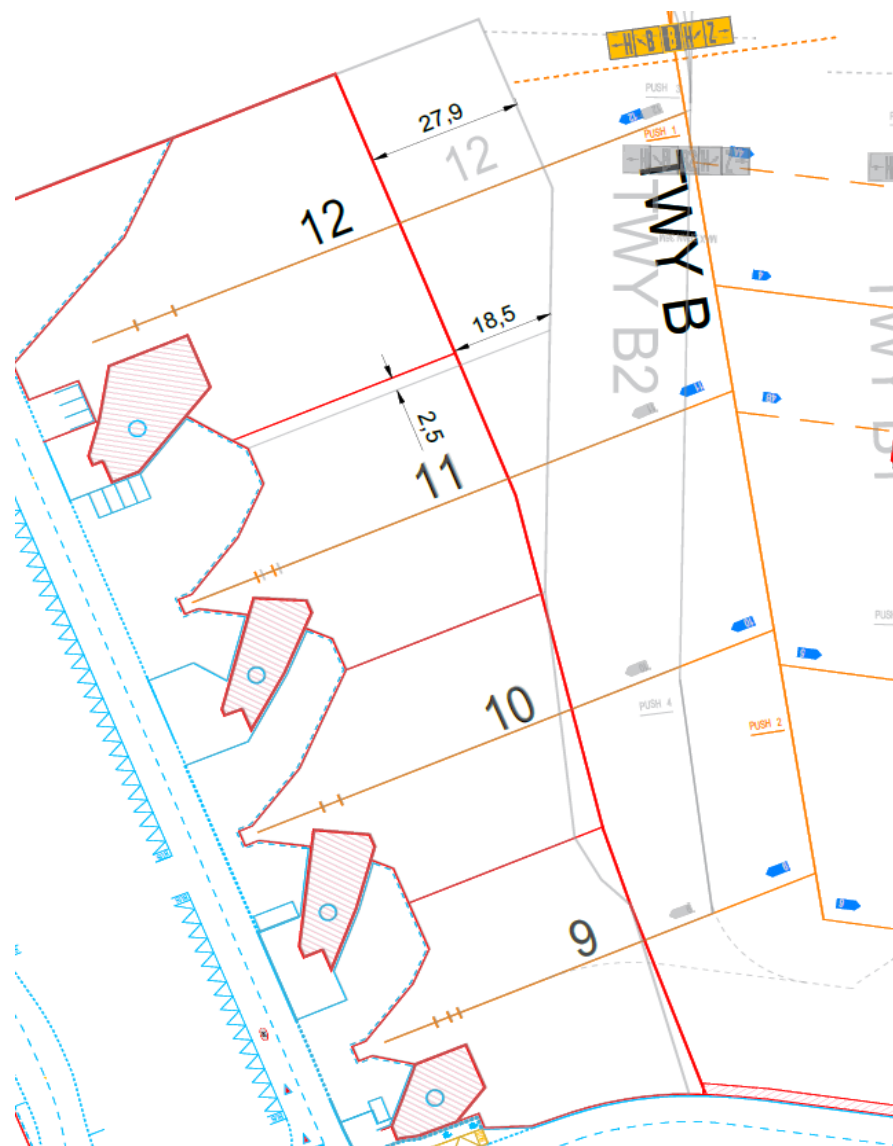
- Odstranění omezení.
- Přizpůsobit stání na letadla kódového písmene C.

Konkrétní realizace návrhu:

- Posunutí:
 - o hranice odbavovací plochy a pojezdové dráhy o 18,5 m až 27,9 m;
 - o hranic stání 12 / 11 o 2,5 m.

Navrhovaný stav stání:

- Určené pro letadla kódového písmene C.
- Maximální rozpětí křídel je 36 m.
- Bez dalších omezení.



Obrázek 46: Výřez z výkresu návrhu 2 (stání 9, 10, 11, 12).

7.2. Porovnání současného a navrhovaného stavu – kompletní plocha

V této části kapitoly je uveden celkový souhrn nedostatků v současnosti a z toho vyplývající možné následky na provoz letadel a MMP na odbavovací ploše sektoru A2 a B1. Je

představeno řešení nedostatků konkrétním návrhem, ze kterého následně vyplývají další nutné zásahy do infrastruktury. Výsledky návrhu jsou analyzovány z bezpečnostního a provozního aspektu. Vzdálenosti posunutí navrhovaných částí jsou zaokrouhleny a popsány pouze orientačně. V příloze 6 lze vidět srovnání současného a navrhovaného stavu celé odbavovací plochy, v přílohách 7, 8 je zobrazeno portfolio letadel na navrhovaných stání.

Souhrn nedostatků stání v současnosti:

- Vyjímky a omezení,
- nedostatečné minimální rozestupy od očních ploch některých letadel,
- nedostatečný prostor pro průjezd autocisterny LPH kolem některých letadel.

Potenciální následky těchto nedostatků:

- neefektivní provoz letadel z důvodu mnoha výjimek,
- neefektivní využití dostupných kapacit stání,
- neefektivní odbavení letadla,
- zpoždění letů,
- riziko kolize MMP s letadlem na stání a TWY,
- riziko kolize letadla na TWY s letadlem na odbavovací ploše,
- riziko kolize autocisterny LPH s letadlem.

Způsob provedení návrhu na zefektivnění provozu:

- vytvoření stání typu MARS (původní stání 4A, 4 a 5);
- navržení zadní obslužné komunikace v sektoru A2;
- posunutí:
 - o hranice stání 12 / 11;
 - o hranic odbavovací plochy a pojezdové dráhy.

Výsledkem realizace návrhu jsou tyto změny:

- odstranění TWY B2;
- přemístění a přejmenování TWY B1;
- přejmenování stání v sektoru A2;
- nové uspořádání systému křižovatky TWY H-Z-B;
- posunutí:
 - o os stání v sektoru A2;
 - o hranic stání v sektoru A2;
 - o pohotovostního stání pro MMP v sektoru A2.

Přínos návrhu:

- zefektivnění odbavení letadel,
- snížení zpoždění letů,
- snížení rizika kolize s letadlem,

- rozšíření portfolia letadel,
- uzpůsobení stání pro letadla s ohledem na budoucí vývoj letectví,
- dostatečný prostor na průjezd autocisterny LPH a jiných MMP kolem křídel a ocasních ploch letadel bez narušení prostoru vedlejšího stání nebo TWY.

Potenciální nevýhody návrhu:

- nižší propustnost z důvodu odstranění TWY B2,
- riziko kolize MMP na zadní obslužné komunikaci s letadlem při vytlačování nebo pojíždění ze / na stání 5 nebo 6.

Pro účely návrhu 2 je nutné zasáhnout do současné infrastruktury letiště. Tento zásah bude představovat:

- vysokou finanční náročnost,
- omezení provozu na daných stáních během doby rekonstrukce,
- omezení provozu na křižovatce TWY Z-H-B během doby její rekonstrukce,
- omezení provozu v celém sektoru A2 a B1 během rekonfigurace pojezdových pruhů TWY B1 a B2,
- předělání veškeré dokumentace týkající se těchto změn.

7.2.1. Záporné výsledky návrhu

Předpokládaná nižší propustnost odbavovací plochy je zapříčiněna z důvodu odstranění jednoho pojezdového pruhu TWY B2 – nelze zvětšit rozměry stání 4, vytvořit zadní obslužnou komunikaci a zároveň zachovat oba paralelní pojezdové pruhy TWY B1 a B2. V publikaci „Planning and Design of Airports“ (5. vydání, rok 2010) od autorů Robert Horonjeff, Francis X. McKelvey, William J. Sproule a Seth B. Young se píše, že jeden pojezdový pruh je pravděpodobně dostačující pro pět až šest stání na každé straně prstu terminálu. (Horonjeff, McKelvey, Sproule, & Young, 2010, str. 457) Na základě tohoto poznatku lze odůvodnit záměry návrhu pouze jednoho pojezdového pruhu v tomto prostoru odbavovací plochy a využít tak zbylý prostor na zvětšení rozměrů stání, rozšíření portfolia letadel a zefektivnění procesu odbavení.

Potenciální riziko kolize vozidla technického odbavení vyskytujícího se na zadní obslužné komunikaci s letadlem při pojíždění nebo vytlačování na / ze stání 5 nebo 6 je častý problém všech zadních obslužných komunikací na letištích (viz kapitola 3.2.2.) – toto riziko lze snížit umístěním značek „Stůj, dej přednost v jízdě“ na takových pozicích, aby měl řidič MMP přehled o přijíždějících a vytlačujících letadlech na / ze stání 5 a 6, a mohl tak vyčkat, dokud nebude letadlo zašpalkováno na stání nebo v dostatečné vzdálenosti od komunikace při vytlačování. Všichni řidiči MMP by měli být o tomhle riziku řádně informováni a poučeni.

7.3. Souhrn přejmenování stání a pojezdového pruhu

Pro lepší orientaci ve změnách značení některých stání a TWY je vytvořena tabulka 16.

Tabulka 16: Souhrn přejmenování stání a pojezdového pruhu.

| Původní název | Nový název |
|---------------|------------|
| Stání 5 | Stání 4B |
| Stání 6 | Stání 5 |
| Stání 7 | Stání 6 |
| TWY B1 | TWY B |

7.4. Pojíždění na stání a způsob vytlačení letadel

V tomto návrhu jsou nejvíce kritická pojíždění širokotrupých letadel na stání 4 a vytlačování letadel ze stání 4, 6, 9. U těchto stání musí být provedeno pomocné značení pro vytlačovací zařízení určující trajektorii hlavního podvozku letadla (návrh pomocného značení není součástí této práce). Postup současného vytlačování je v této části odbavovací plochy možný pouze z níže uvedených stání za předpokladu, že se jedná o letadla kódového písmene C – maximálního rozpětí 36 m. Současný souhrn pravidel pro vytlačování je popsán v kapitole 2.3.6.

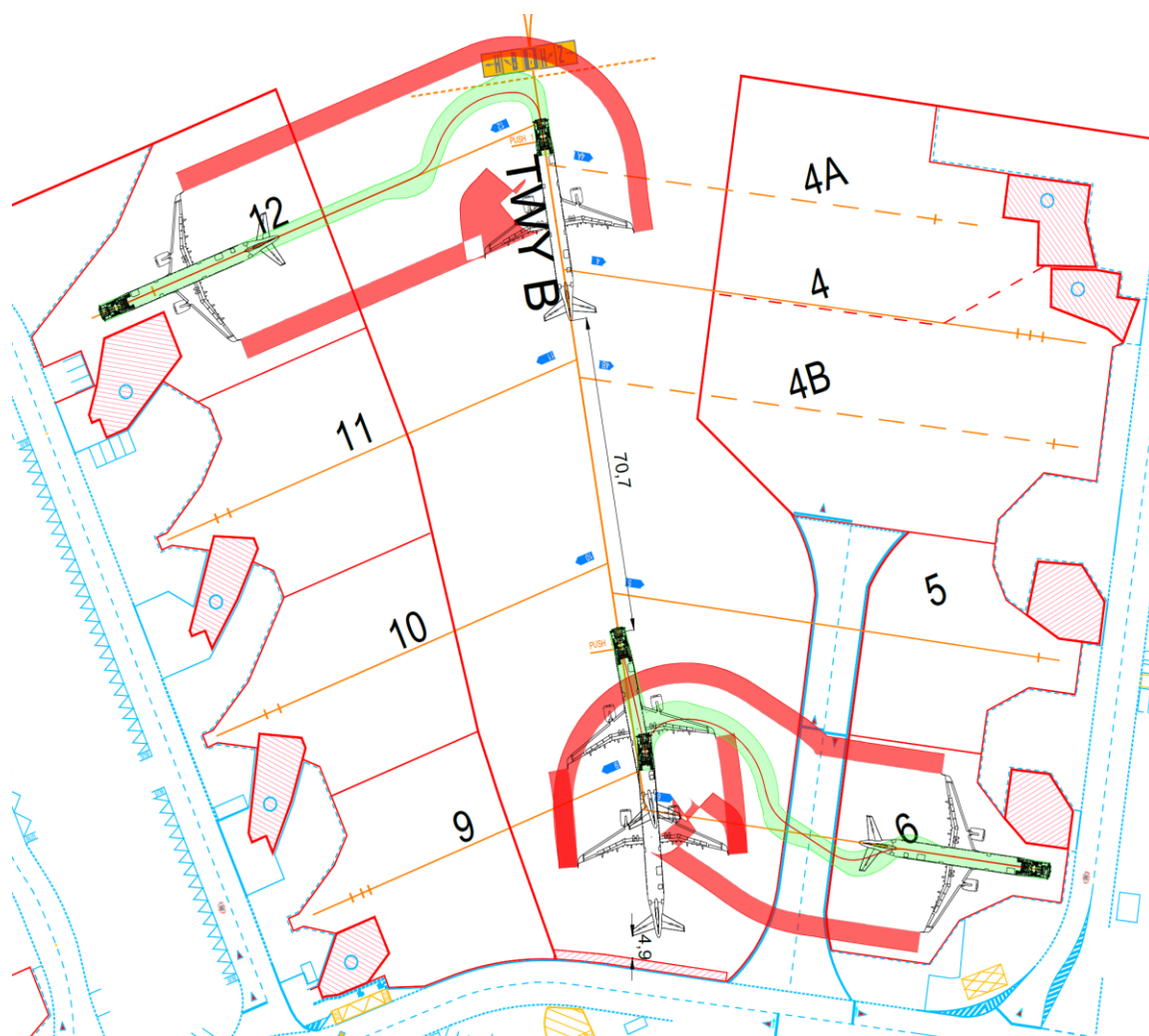
7.4.1. Obecná pravidla pro postup vytlačování letadel

Stále platí obecné bezpečnostní a provozní zásady při vytlačování dle směrnice letiště Václava Havla (viz kapitoly 2.3.6. - 2.3.8. nebo směrnice Dopravní řád letiště Praha Ruzyně).

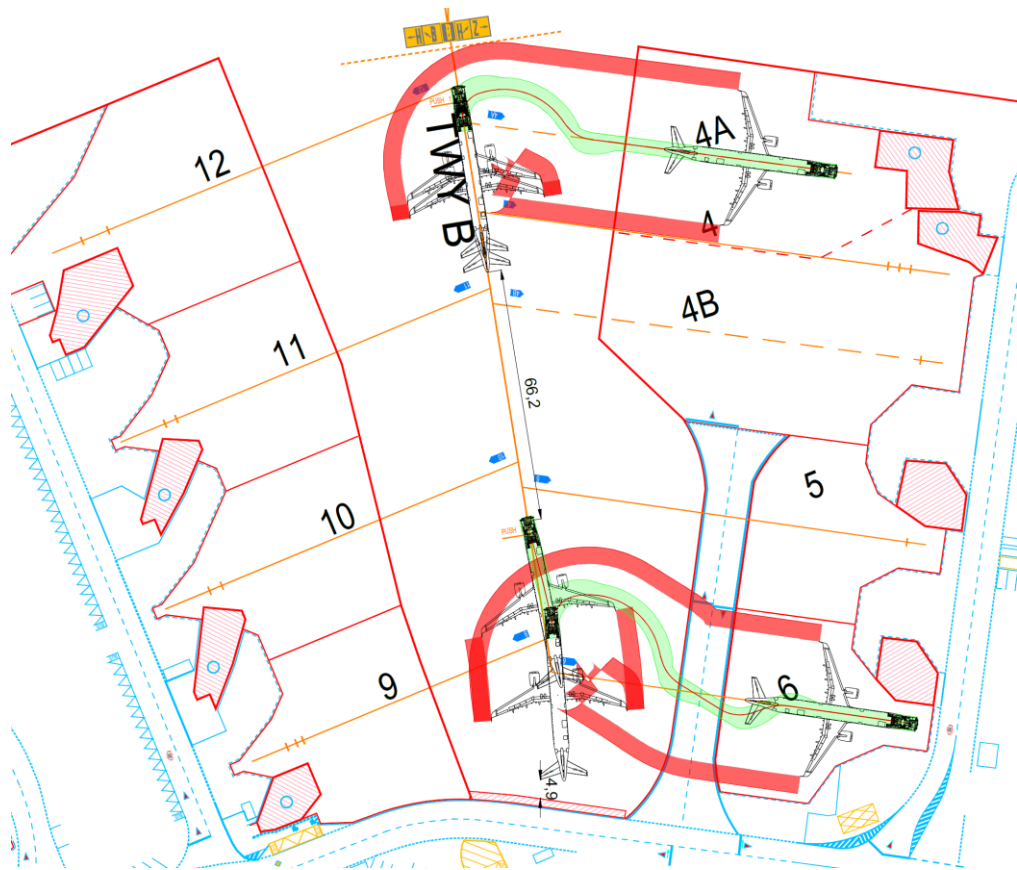
Zde jsou uvedeny pouze obměněné nebo doplňující pravidla související s návrhem této práce:

- Letadla kódového písmene E lze vytlačit pouze na neobsazený pojezdový pruh.
- Pokud letadlo kódového písmene E zajíždí na stání 4 (resp. nachází se na pojezdovém pruhu TWY B), nesmí být vytlačováno žádné další letadlo ze stání 5-12.
- Postup současného vytlačování je povolen pouze letadlům kódového písmene C .
- Letadlo kódového písmene C lze současně vytlačovat ze stání 6 a ze stání 12 nebo 4A za předpokladu, že letadlo ze stání 6 zastaví na pozici příčky PUSH 2 a druhé vytlačované letadlo na pozici příčky PUSH 1 (viz obrázky 47, 48). Během tohoto procesu jsou letadla od sebe vzdálena nejméně 70,7 m, resp. 66,2 m.
- Letadlo kódového písmene C lze současně vytlačovat ze stání 9 a ze stání 12 nebo 4A za předpokladu, že letadlo ze stání 9 zastaví na pozici příčky PUSH 2 a druhé

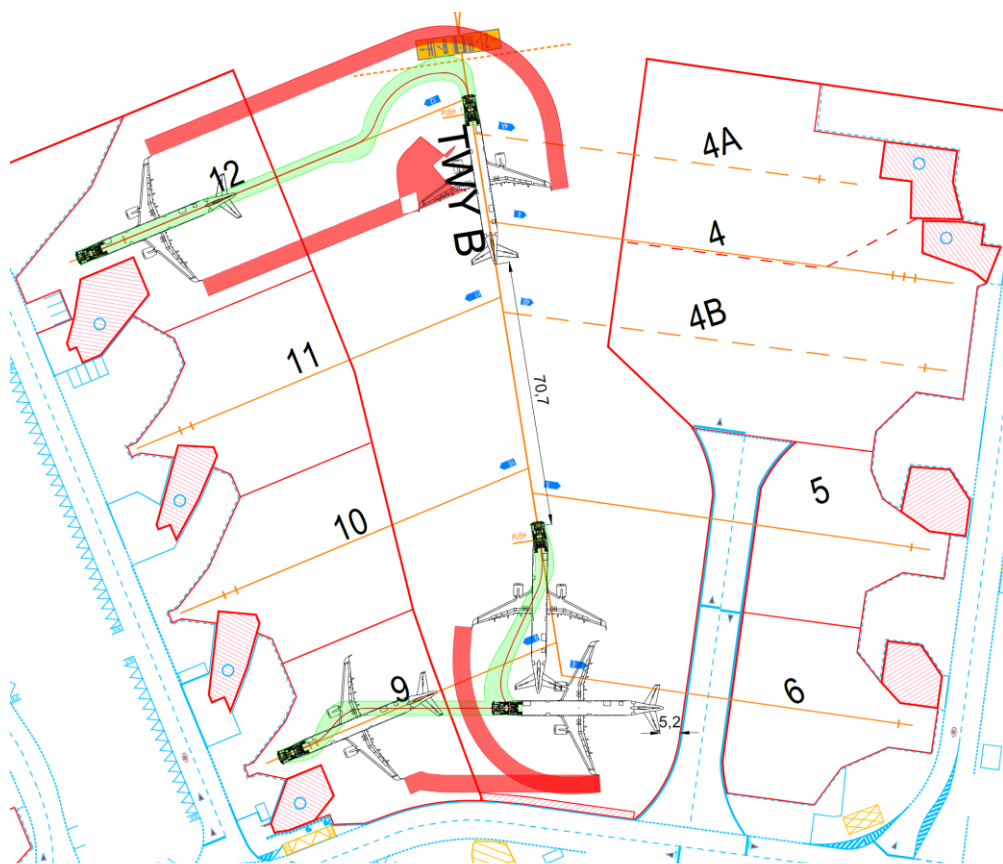
vytlačované letadlo na pozici příčky PUSH 1 (viz obrázky 49, 50). Během tohoto procesu jsou letadla od sebe vzdálena nejméně 70,7 m, resp. 66,2 m.



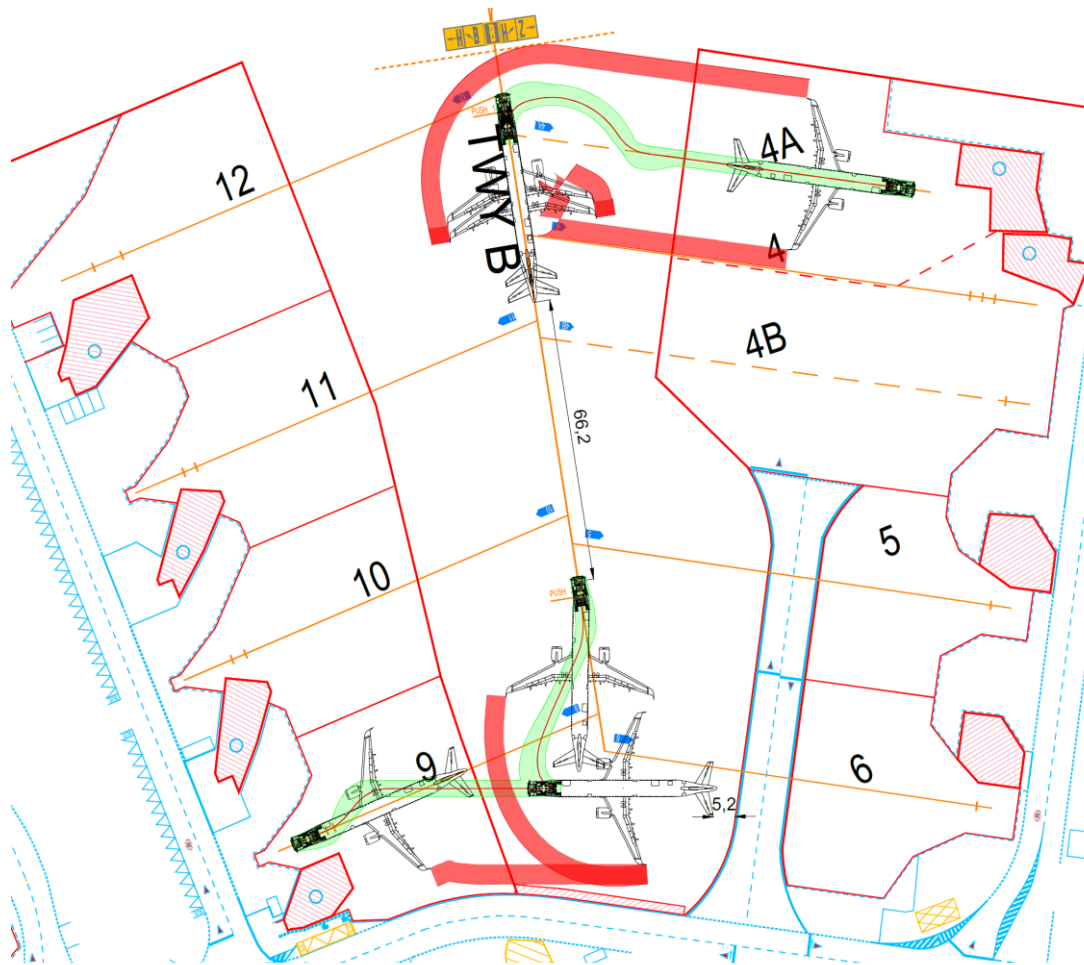
Obrázek 47: Situace současného vytlačování ze stání 6 a 12.



Obrázek 48: Situace současného vytlačování ze stání 6 a 4A.

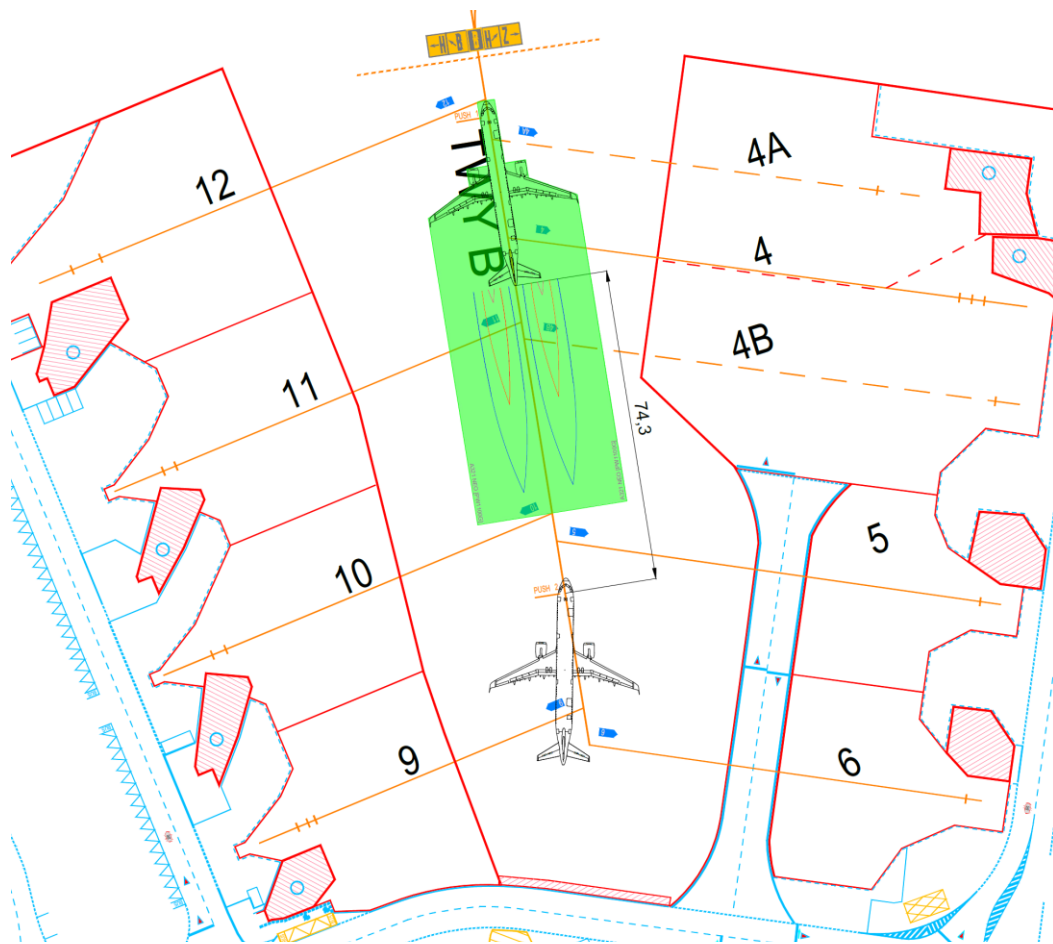


Obrázek 49: Situace současného vytlačování ze stání 9 a 12.



Obrázek 50: Situace současného vytlačování ze stání 9 a 4A.

Při současném vytlačování (*angl. multiple pushback*) musí být dodržen minimální rozestup mezi příčkami PUSH 1 a PUSH 2 kvůli účinkům výtokových plynů za letadly zejména při zahájení poježdění letadla z pozice příčky PUSH 1 (viz obrázek 51 – na obrázku je letadlo A321 NEO s motory PW1100G). Vzdálenost zádi letadla A321 NEO (maximální délka letadla kódového písmene C) od pozice příčky PUSH 2 je 74,3 m (zelená výplň = 55 m od zádi letadla).



Obrázek 51: Současné vytlačení letadel na PUSH 1 a 2.

Ochrana proti negativnímu působení výtokových plynů za letadlem nacházející se na pozici příčky PUSH 2 je v podobě odrazečů výtokových plynů umístěného podél obslužné komunikace.

7.4.2. Stání 4

Stání 4 je určeno pro letadla kódového písmene E – dle kapitoly 5.1. je pro toto stání nejkritičtější letadlo typu B777-9 Folded (maximální délka trupu i rozpětí křídel). Použitým vytlačovacím zařízením je model AST-1 X800 dle kapitoly 5.2.

Důvodem podrobnější analýzy pojíždění a vytlačování na toto stání je:

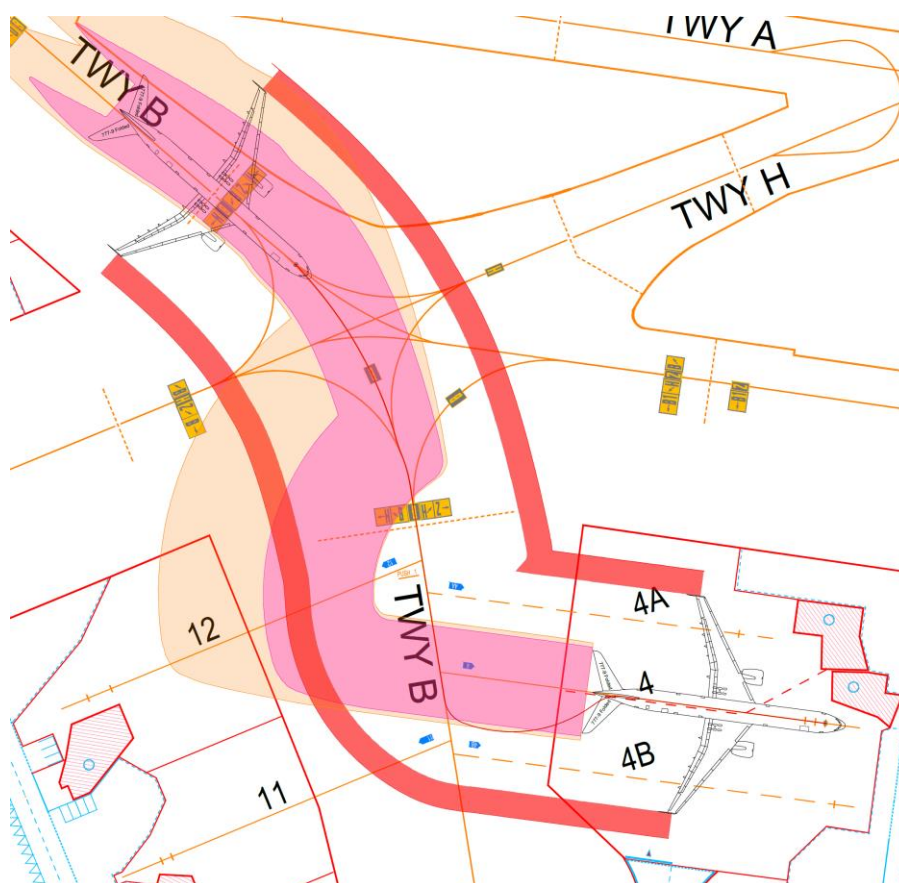
- omezený prostor pro pohyb s letadly při vytlačování;
- potenciální riziko narušení prostoru stání 12, 11, 5 a zadní obslužné komunikace při pojíždění nebo vytlačování letadla; a
- účinky výtokových plynů za letadly při zajíždění na stání.

Simulace rozsahu účinků výtokových plynů za letadlem pojíždějící na stání 4 je zobrazená na obrázku 53. V simulaci je použito letadlo 777-9 Folded s nastavením motorů na „tah rozjezdu“

(*angl. breakaway*) – při kontinuálním pojíždění se očekává nižší tah motorů, přesto se musí brát v úvahu možnost zastavení letadla a následné pokračování v pojíždění na stání 4. Při odbavování letadla na stání 12 je nutné zabezpečení letadel a MMP proti volnému pohybu, a pohyb personálu je zde při pojíždění letadel na stání 4 zakázán. Rozsah oblasti účinků výtokových plynů se může lišit dle typu letadla. Tato práce se dále nezabývá bližším prozkoumáním této problematiky.

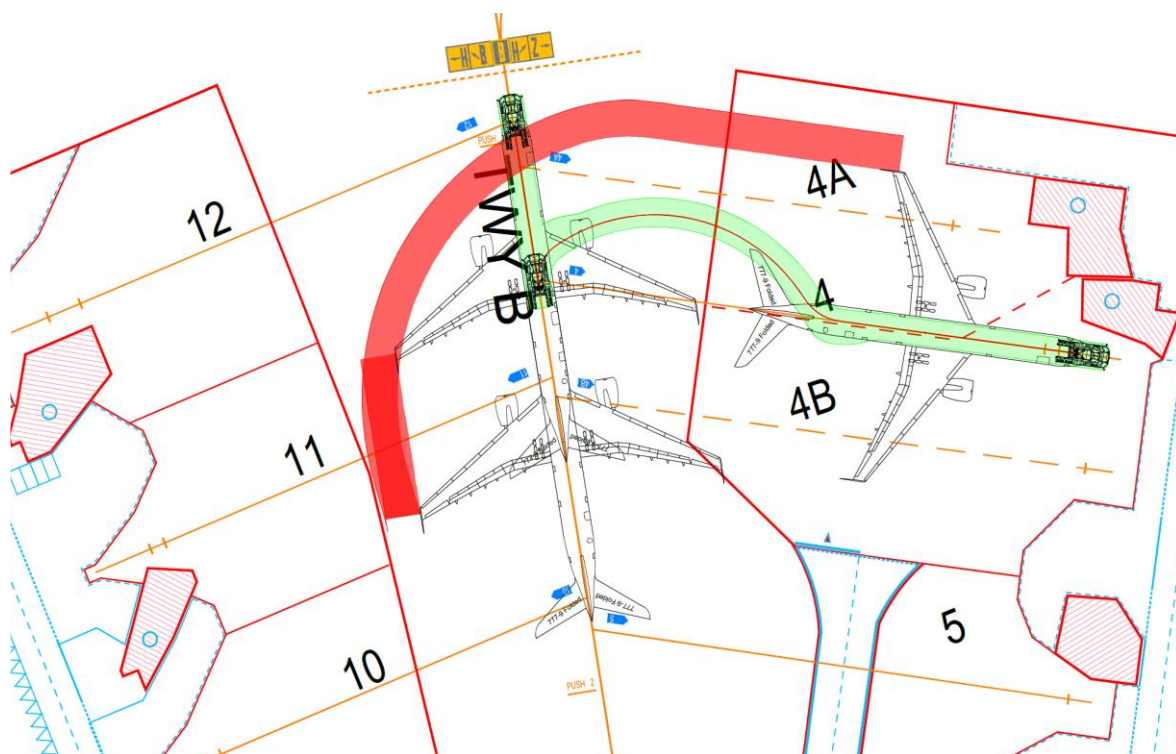
Na situacích níže je zobrazeno pojíždění a přijatelný způsob vytlačování letadla:

1) Situace pojíždění na stání 4:



Obrázek 52: Pojíždění na stání 4 (Boeing 777-9 Folded).

2) Situace vytlačování ze stání 4:



Obrázek 53: Vytlačování ze stání 4 (Boeing 777-9 Folded).

Vytlačování letadel kódového písmene E musí být provedeno dle situace zobrazené výše. Vytlačovací zařízení musí s letadlem přejít do oblouku u označení stání 4, aby nedošlo k narušení prostoru stání 12 nebo 11. Po ukončení oblouku, resp. srovnání letadla do osy TWY B (nejpozději před osou stání 11) se letadlo dotáhne na pozici příčky PUSH 1.

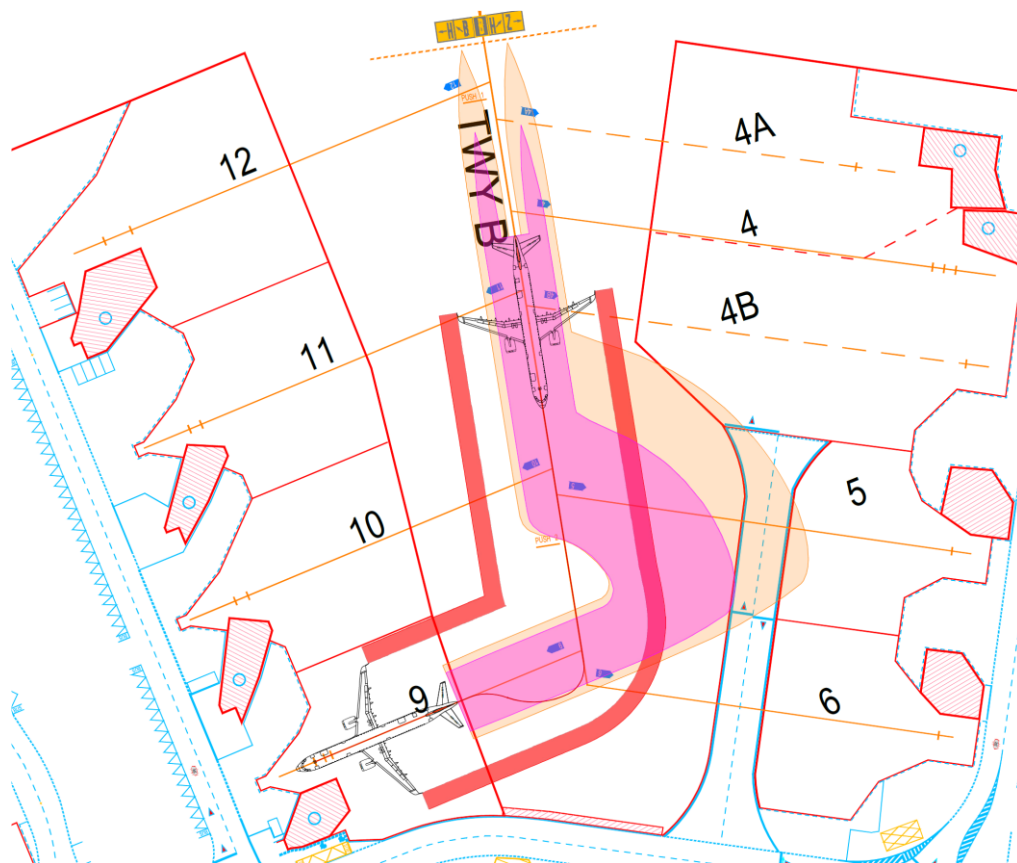
7.4.3. Stání 6 a 9

Stání 6 a 9 jsou určena pro letadla kódového písmene C – dle kapitoly 5.1. jsou pro tato stání nejkritičtější letadla typu A321 NEO (maximální délka trupu) a B737 MAX 10 (maximální rozpětí křídel) – simulováno je pouze letadlo typu A321 NEO, neboť má nejdelší trup a rozpětí křídel je téměř totožné s letadlem Boeing 737 MAX 10. Použitým vytlačovacím zařízením je model AST-2 F400 dle kapitoly 5.2.

Důvodem podrobnější analýzy poježdění a vytlačování na tato stání jsou:

- účinky výtokových plynů za letadlem při poježdění na stání 9 nebo při zahájení poježdění z pozice příčky PUSH 2;
- omezený prostor pro vytlačování letadel;
- potenciální riziko narušení prostoru obslužné komunikace podél odbavovací plochy při poježdění nebo vytlačování letadla; a
- potenciální riziko narušení prostoru zadní obslužné komunikace na úrovni stání 5 a 6 při vytlačování letadla ze stání 9.

Simulace zobrazená na obrázku 54 dokazuje, že účinky výtokových plynů za letadly, která pojíždějí na stání 9, zasáhnou zadní obslužnou komunikaci (zejména 30 kt rychlost plynů) na úrovni stání 5. Na základě tohoto poznatku je žádoucí, aby MMP jedoucí směrem ke stání 5, zastavili na značce „stůj, dej přednost v jízdě“ na úrovni hranice stání 5 / 6 v případě, pokud letadlo na pojezdovém pruhu pojíždí na stání 9. Rozsah oblastí účinků výtokových plynů se může lišit dle typu letadla.

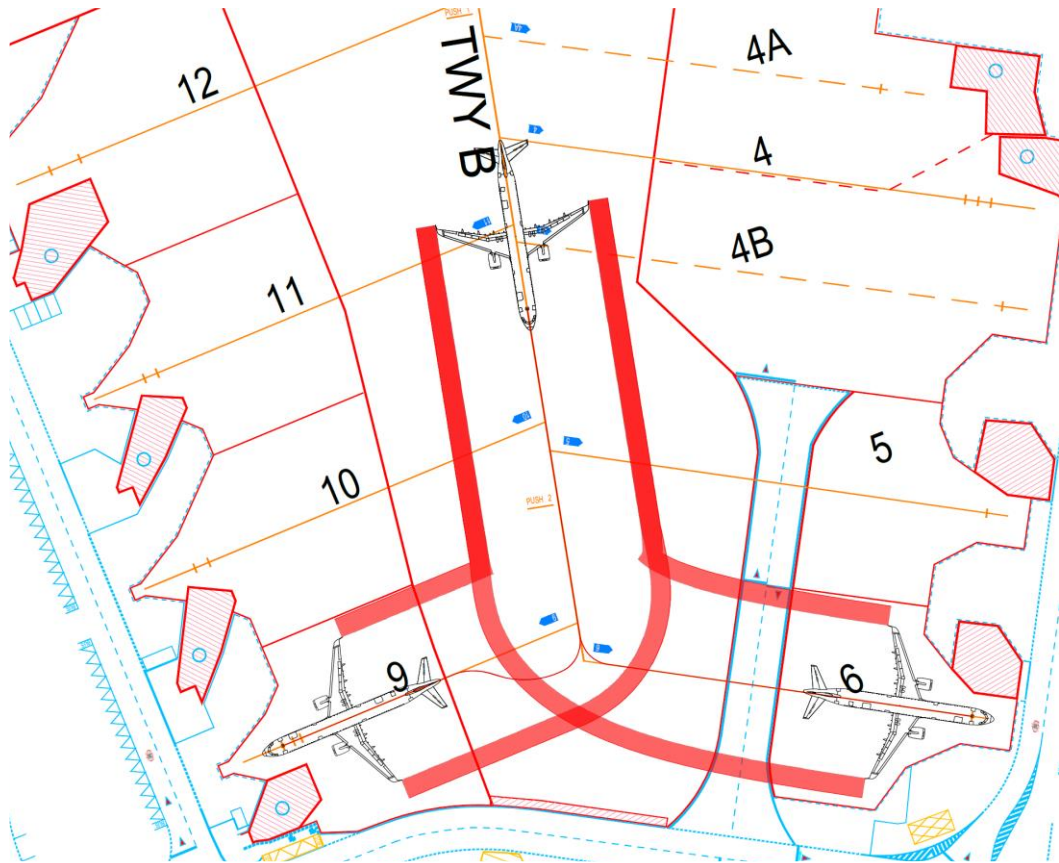


Obrázek 54: Pojíždění na stání 9 (Airbus A321 NEO).

Riziko účinků výtokových plynů za letadly při zahájení pojíždění z pozice příčky PUSH 2 je sníženo umístěním odražečů výtokových plynů podél obslužné komunikace.

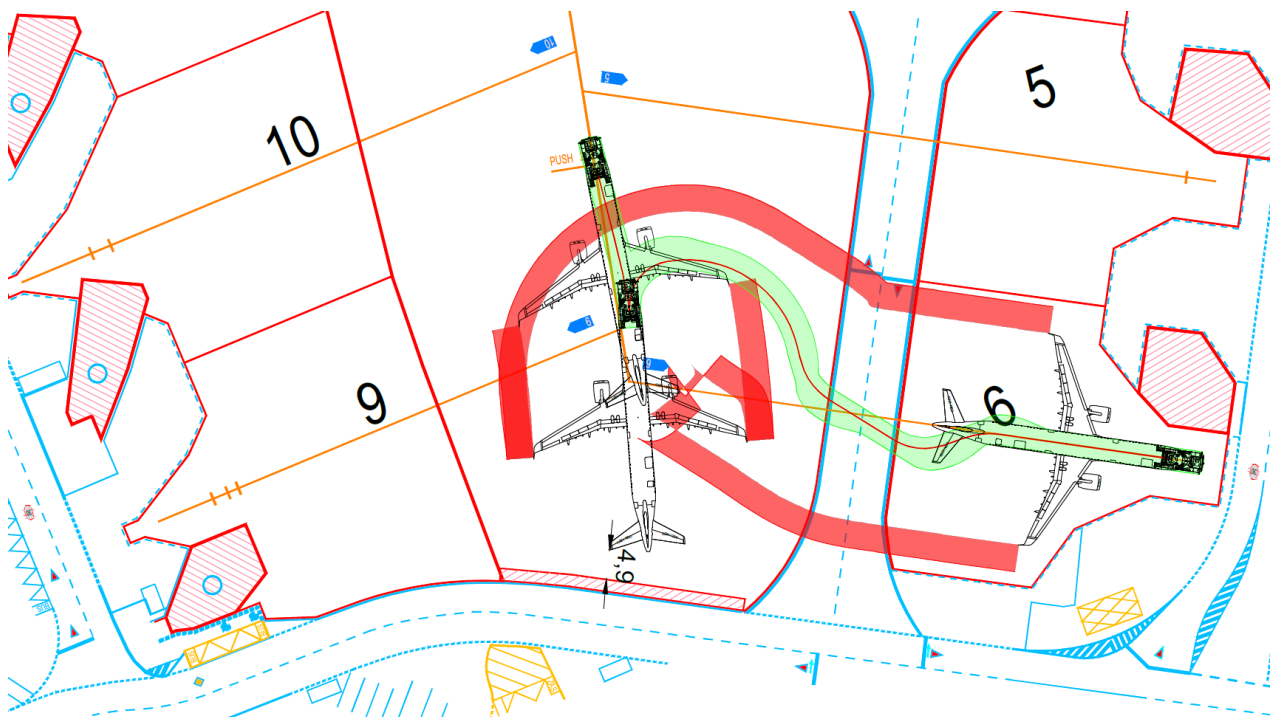
Na situacích níže je zobrazeno pojíždění a přijatelný způsob vytlačování letadel:

- 1) Situace pojíždění na stání 6 a 9 (Airbus A321 NEO):



Obrázek 55: Pojždění na stání 6, 9 (Airbus A321 NEO).

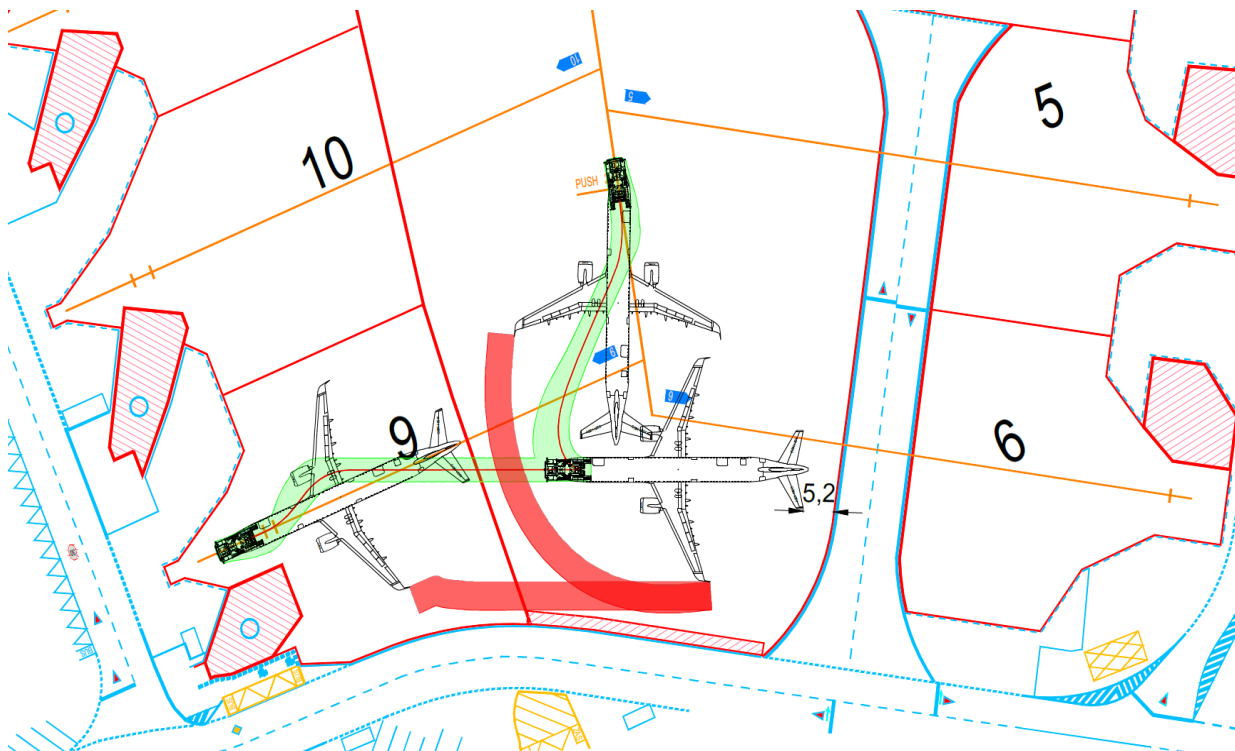
2) Situace vytlačování ze stání 6 (Airbus A321 NEO):



Obrázek 56: Vytlačování ze stání 6 (Airbus A321 NEO).

Vytlačování letadel kódového písmene C ze stání 6 musí být provedeno dle situace zobrazené výše. Oblouk musí být ukončen nejpozději před osou stání 6, aby byla zachována dostatečná vzdálenost od odražečů výtokových plynů. Letadlo se dotáhne na pozici příčky PUSH 2.

3) Situace vytlačování ze stání 9 (Airbus A321 NEO):



Obrázek 57: Vytlačování ze stání 6 (Airbus A321 NEO).

Vytlačování letadel kódového písmene C ze stání 9 musí být provedeno dle situace zobrazené výše. Při vytlačování je nutné dbát zvýšenou pozornost na zachování dostatečné vzdálenosti od odražečů výtokových plynů a zadní obslužné komunikaci. Letadlo se poté dotáhne na pozici příčky PUSH 2. V tomto případě se doporučuje vytvořit značení určené pro vytlačování letadla.

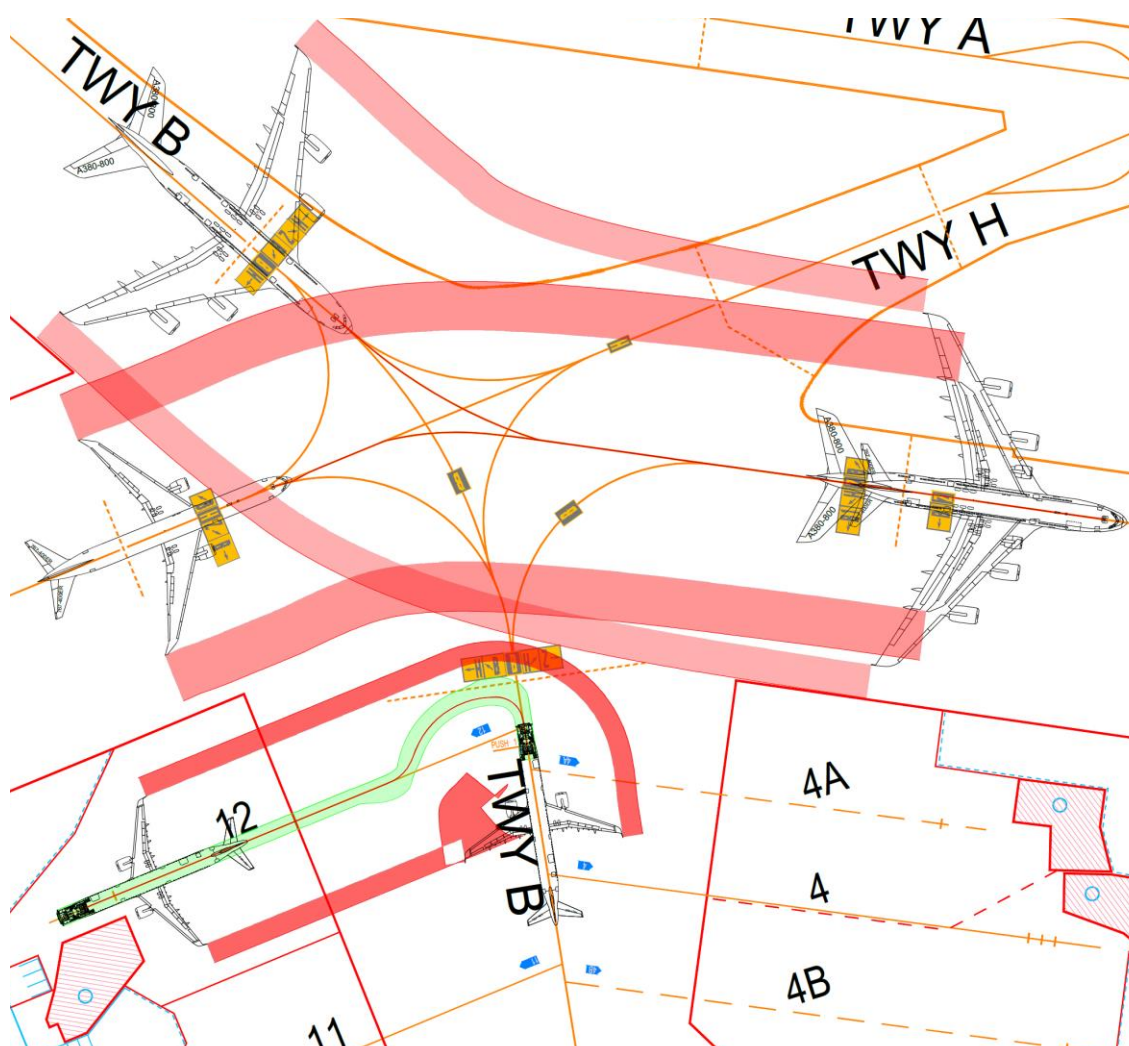
7.4.4. Stání 4A, 4B, 5, 10, 11, 12

Stání 4A, 4B, 5, 10, 11 a 12 jsou určena pro letadla kódového písmene C – dle kapitoly 5.1. jsou pro tato stání nejkritičtější letadla typu A321 NEO (maximální délka trupu) a B737 MAX 10 (maximální rozpětí křídel). Použitým vytlačovacím zařízením je model AST-2 F400 dle kapitoly 5.2.

Podrobnější analýza je provedena pouze u stání 12, neboť vytlačování letadel z tohoto stání může ohrozit provoz letadel na TWY H a křižovatce TWY Z-H-B. Na základě simulace provozu, která je zobrazena na obrázku 58, jsou dokázány dostatečné rozestupy letadel mezi sebou. Jsou použity letadla typu:

4) Airbus A321 NEO – vytlačováno ze stání 12;

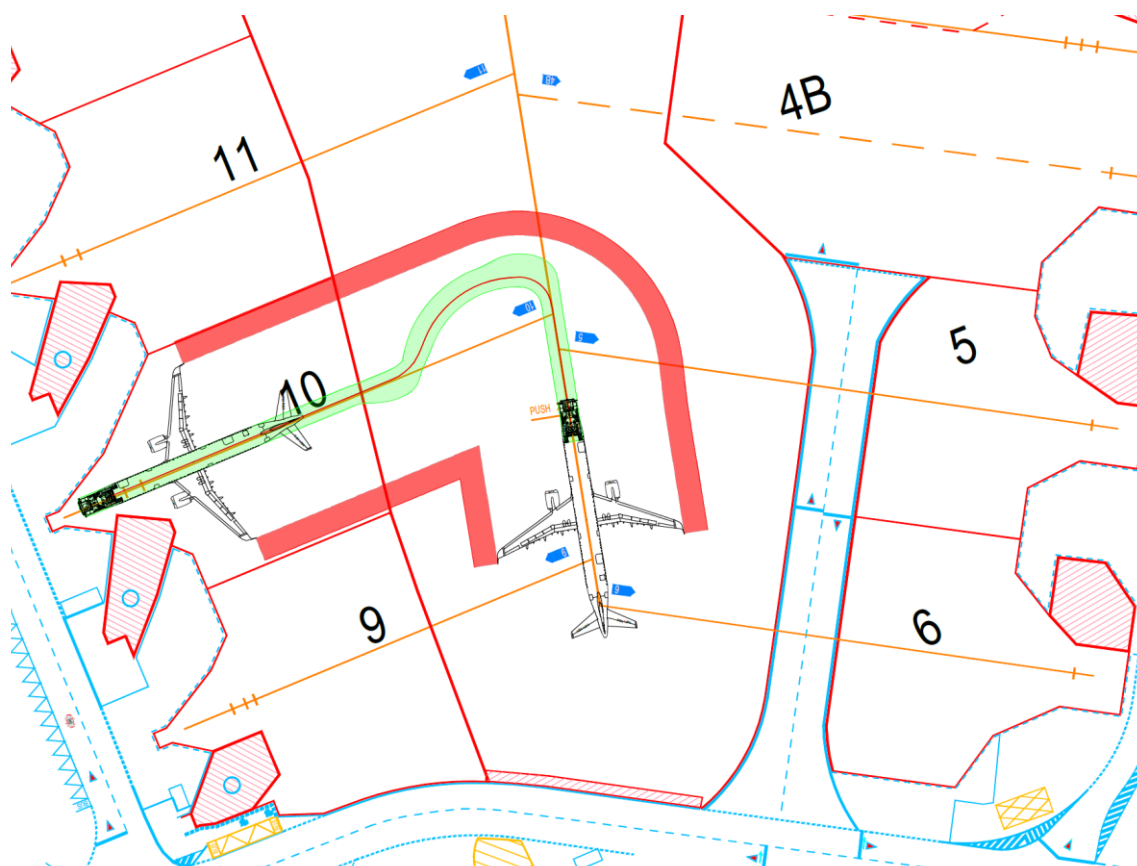
- 5) Boeing B767-400ER – letadlo s maximálním rozpětím křídel pro TWY H; a
- 6) Airbus A380-800 – letadlo s maximálním rozpětím křídel pro TWY B-Z.



Obrázek 58: Analýza vytlačování ze stání 12 a současné poježdění letadel na TWY H a TWY B.

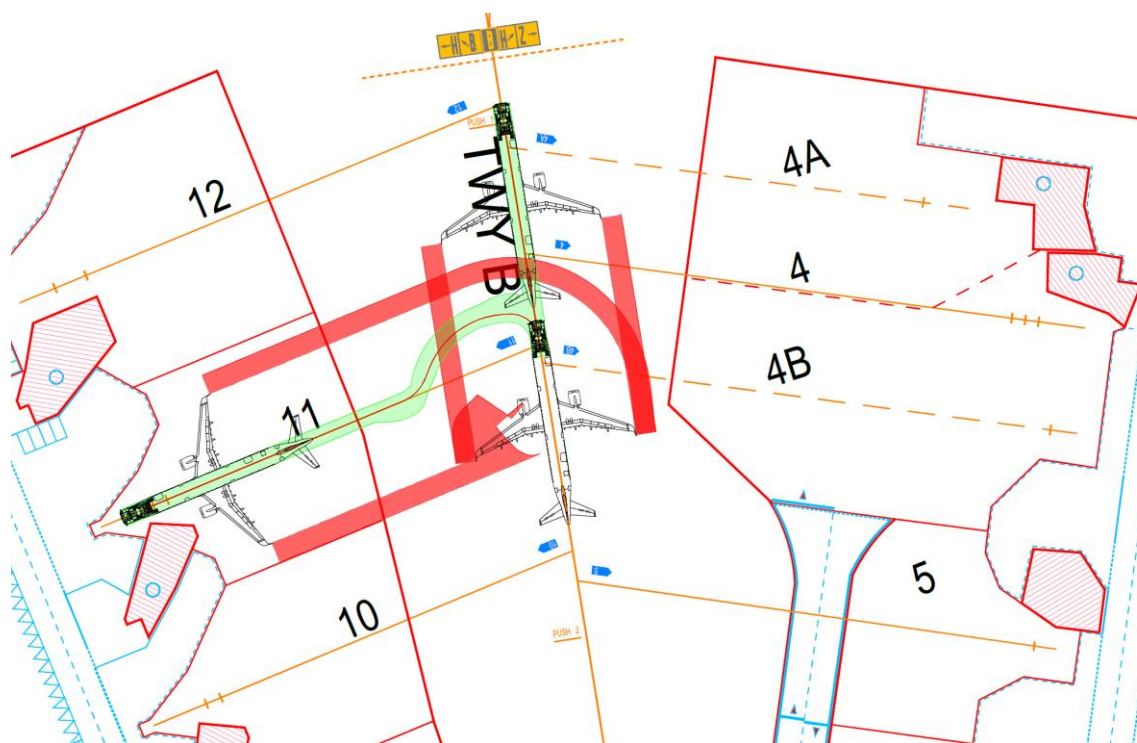
Na situacích níže jsou nasimulované ukázky způsobu vytlačování ze zbývajících stání – zobrazena jsou vytlačování pouze s letadlem typu Airbus A321 NEO, jelikož má nejdelší trup a rozpětí křídel je téměř totožné s letadlem Boeing 737 MAX 10.

- 1) Situace vytlačování ze stání 10:



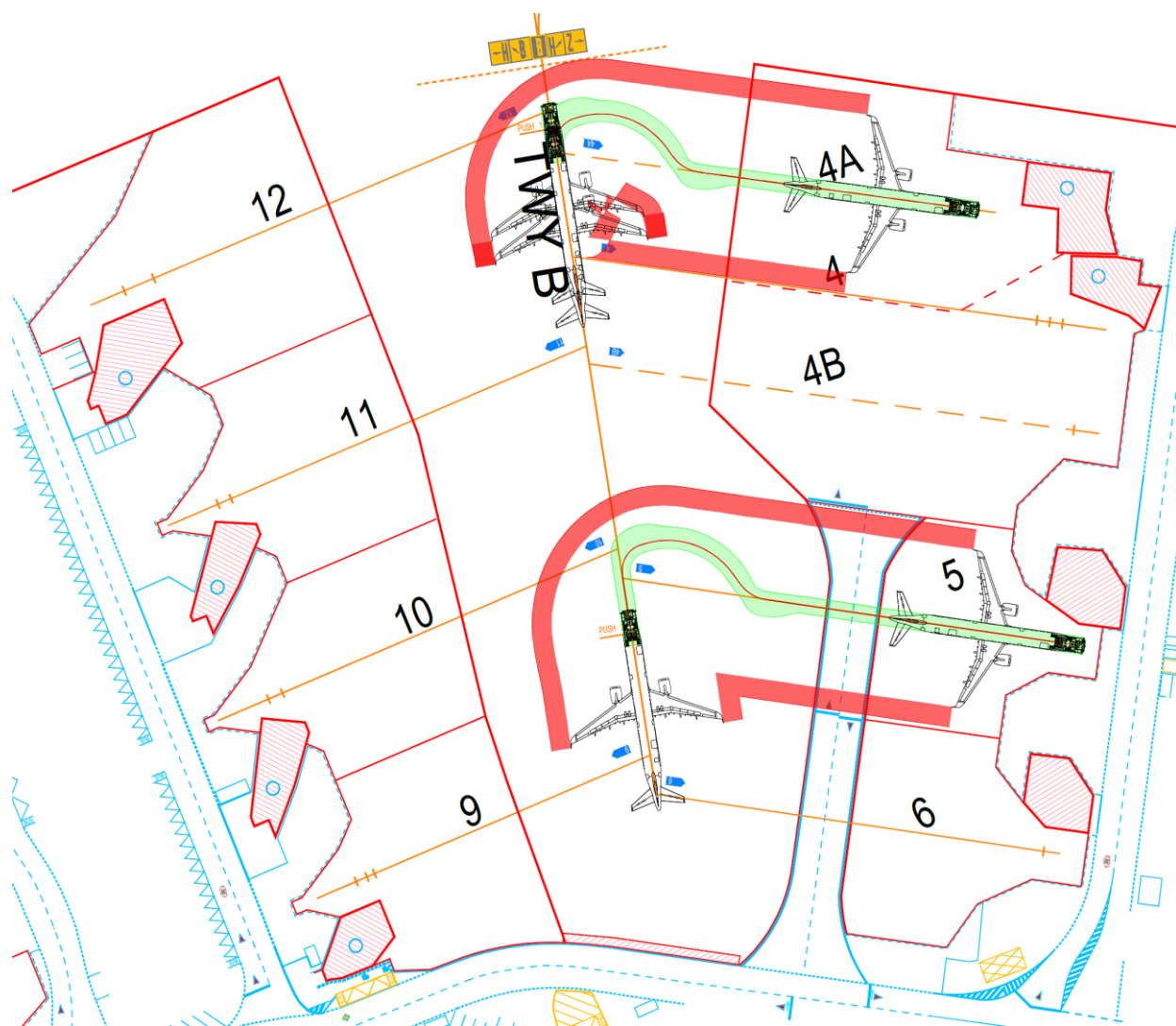
Obrázek 59: Vytlačování ze stání 10 (Airbus A321 NEO).

2) Situace vytlačování ze stání 11:



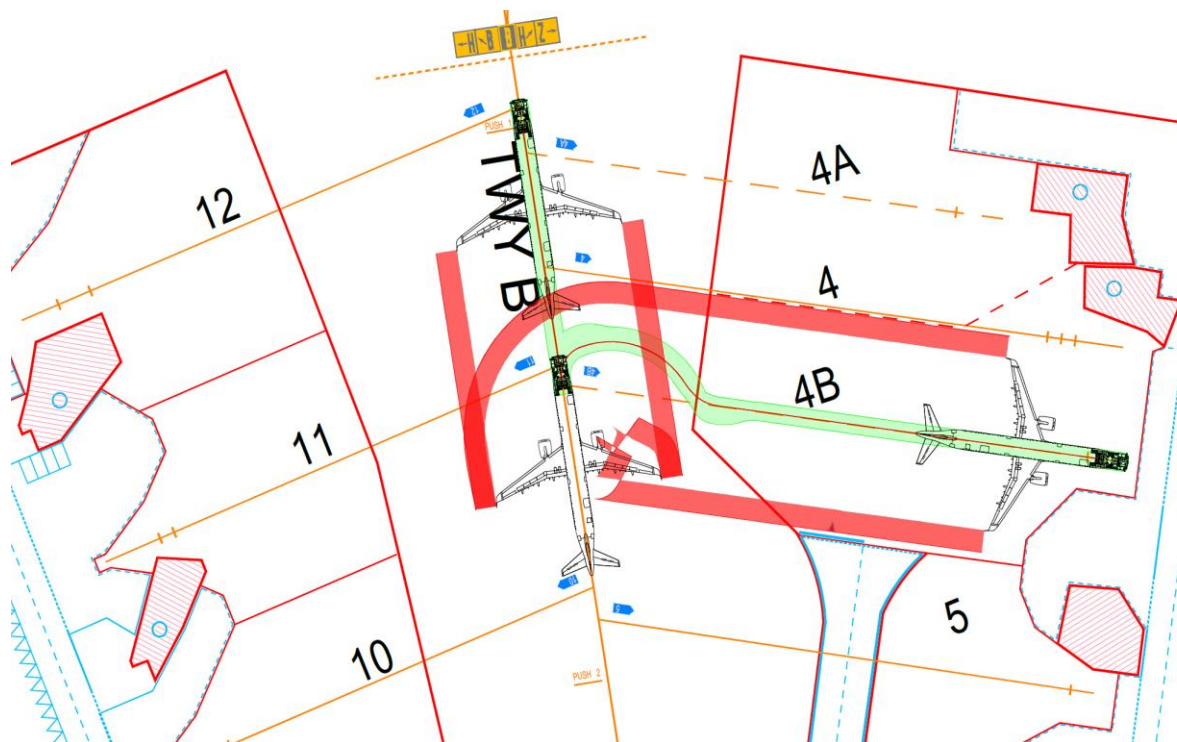
Obrázek 60: Vytlačování ze stání 11 (Airbus A321 NEO).

3) Situace vytlačování ze stání 4A a 5:



Obrázek 61: Vytlačování ze stání 4A a 5 (Airbus A321 NEO).

4) Situace vytlačování ze stání 4B:



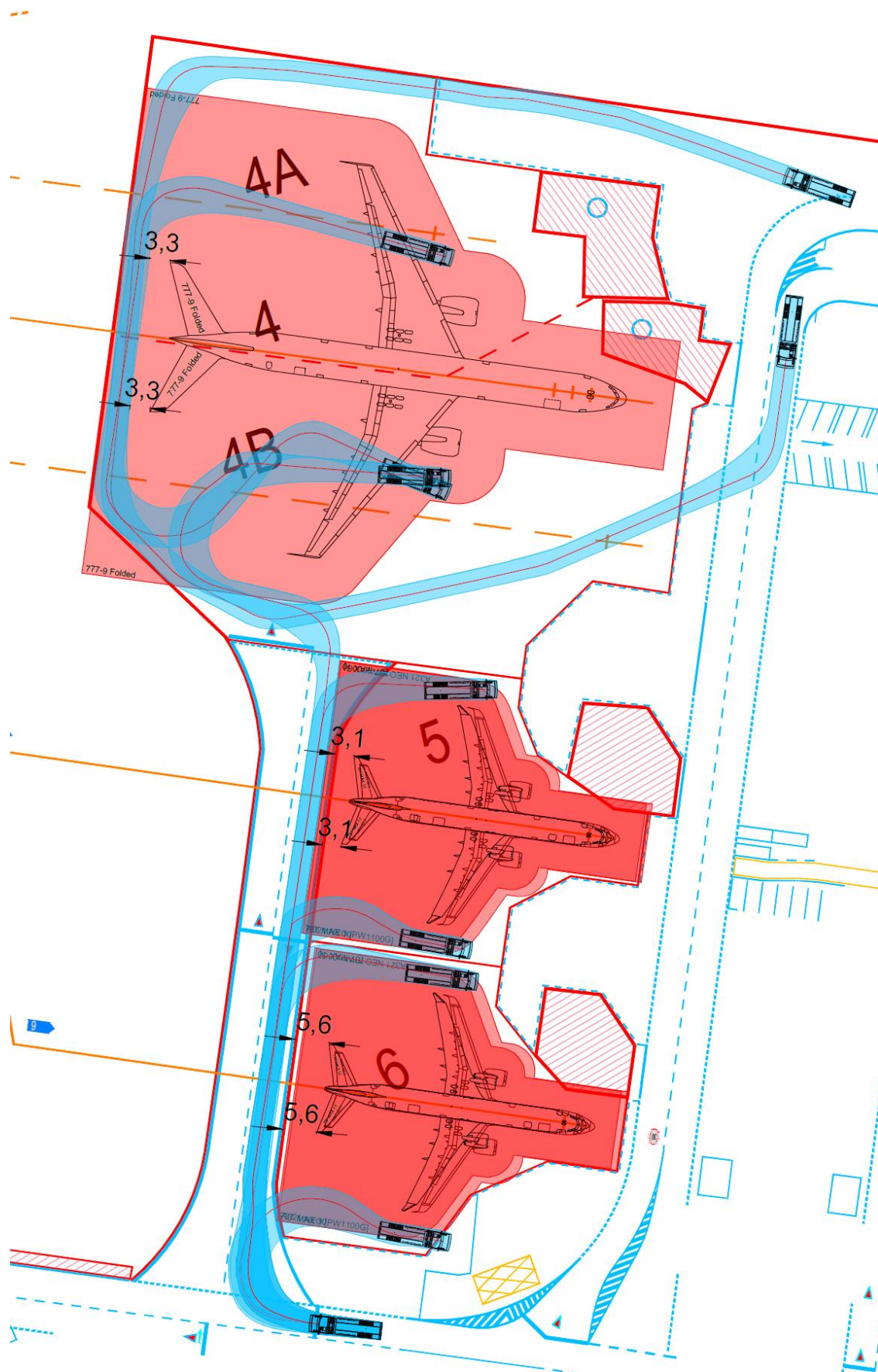
Obrázek 62: Vytlačování ze stání 4B (Airbus A321 NEO).

7.5. Průjezdnost autocisterny LPH kolem letadla na stání

Základní scénáře příjezdu autocisterny na stání uvedené v kapitole 5.3. platí zejména pro stání sektoru B1 (stání 9, 10, 11, 12). Vytvořením zadní obslužné komunikace se nabízí efektivnější varianta příjezdu autocisterny na stání 4, 4A, 4B, 5 a 6.

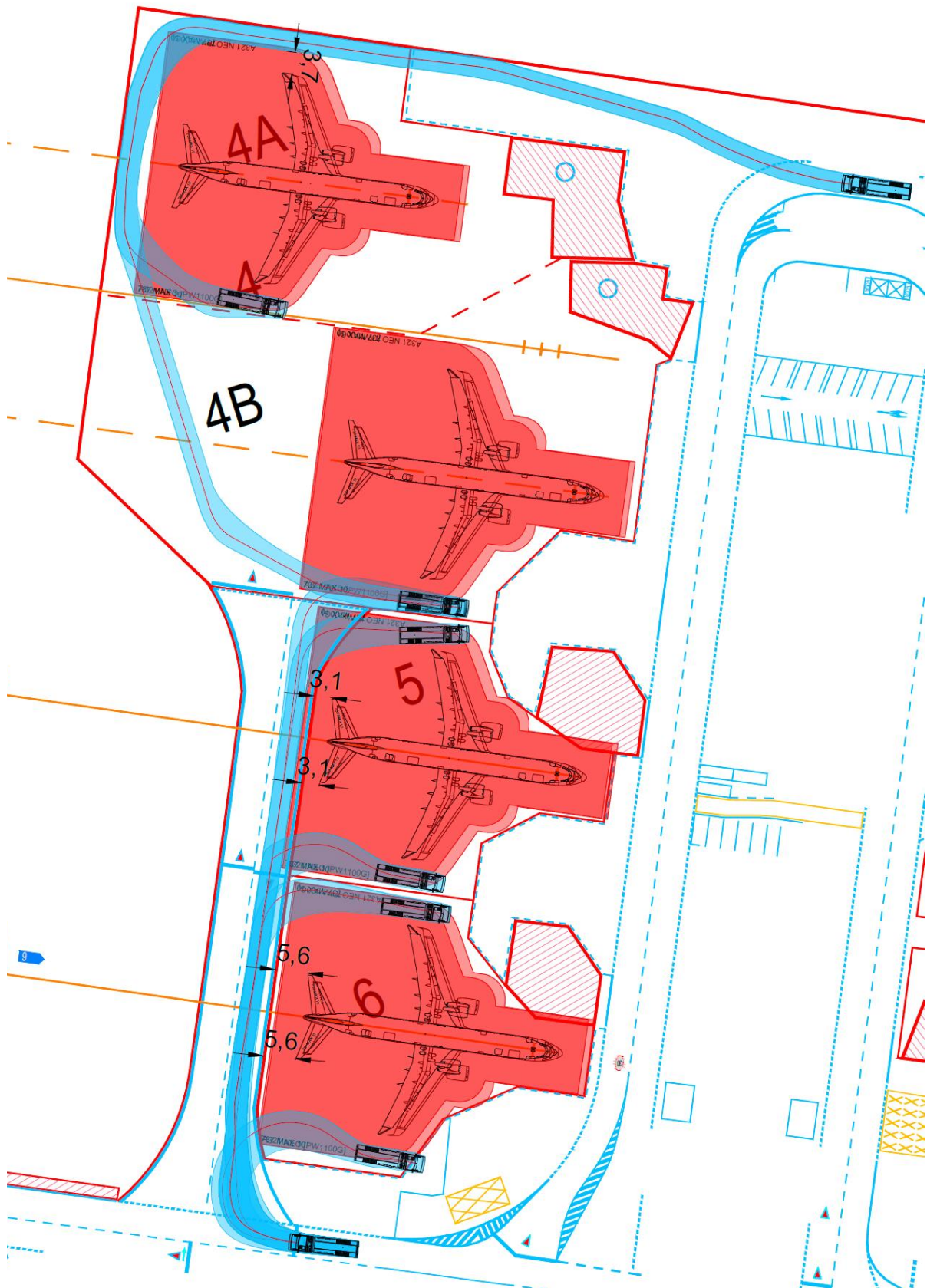
Jako důkaz průjezdnosti kolem letadel je nasimulováno několik možných scénářů příjezdu autocisterny LPH k letadlu – model cisterny je Acterra 7K a použitá letadla v simulaci jsou Airbus A321 NEO, Boeing 737 MAX 10 a Boeing 777-9 Folded (červený obrys okolo letadel je ve vzdálenosti 4,5 m, resp. 7,5 m dle kódového písmene letadla).

- Stání 4, 5 a 6:



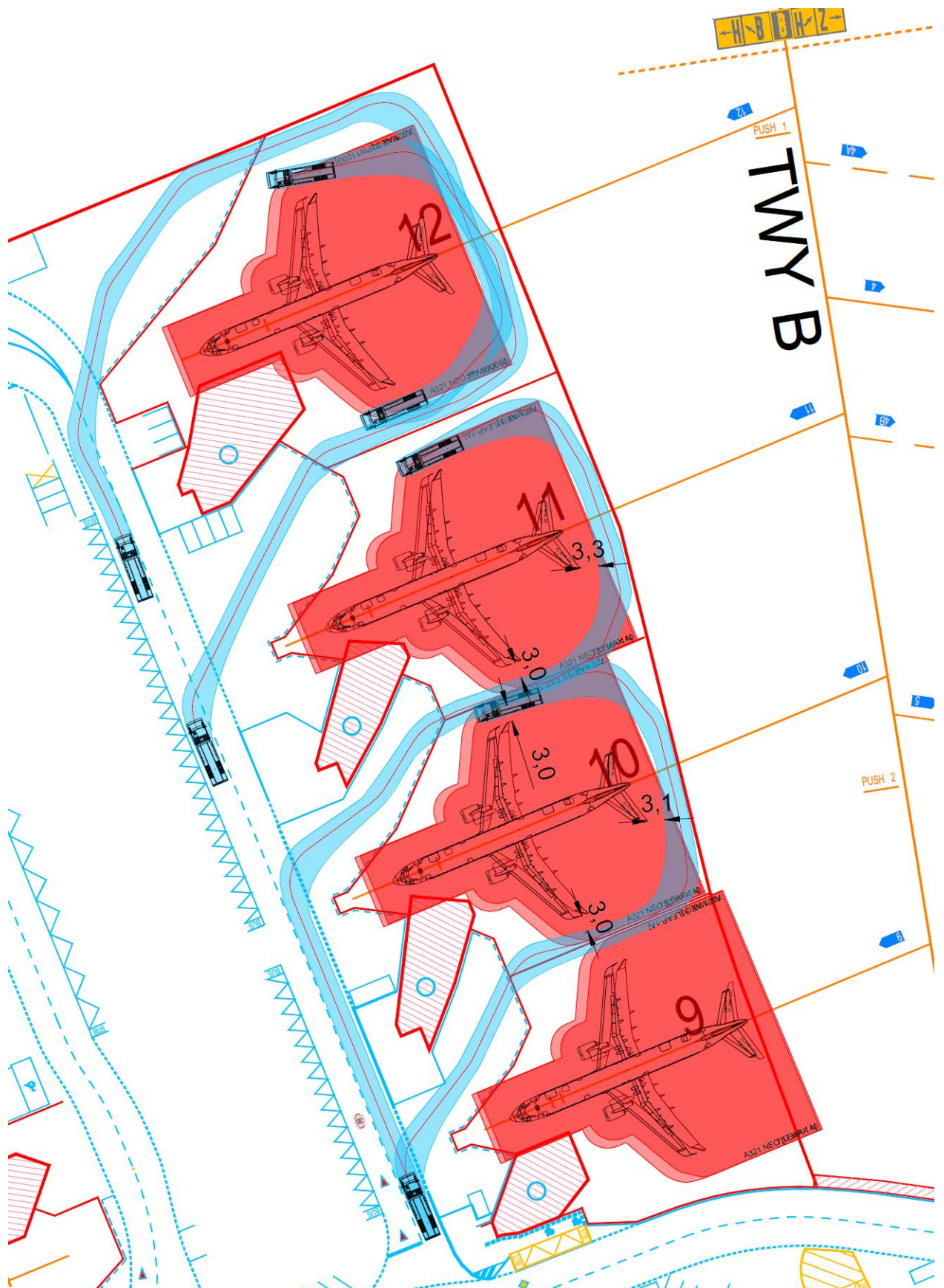
Obrázek 63: Průjezdnost autocisterny kolem letadel na stání 4, 5 a 6.

- Stání 4A, 4B, 5, 6:



Obrázek 64: Průjezdnost autocisterny kolem letadel na stání 4A, 4B, 5, 6.

- Stání 9, 10, 11, 12:



Obrázek 65: Průjezdnost autocisterny kolem letadel na stání 9, 10, 11, 12.

7.6. Souhrn navrhovaných změn

Souhrn veškerých změn a zásahů do infrastruktury:

- a) Odstranění:
 - 1) pojezdového pruhu TWY B2
- b) Nové umístění:
 - 1) pojezdové pruhu TWY B1;
 - 2) hranice odbavovací plochy a pojezdové dráhy;
 - 3) hranice všech stání v sektoru A2;
 - 4) hranice stání 12 / 11;
 - 5) pohotovostních stání MMP v sektoru A2;
 - 6) os stání 4, 4A, 4B, 5 a 6, a příčky zastavení na těchto stání;
 - 7) zadní obslužné komunikace na úrovni stání 5 a 6.
- c) Přestavba:
 - 1) původních stání 4, 4A a 5 na stání typu MARS se značením 4A, 4 a 4B;
 - 2) nástupních mostů v sektoru A2;
 - 3) křižovatky TWY Z-H-B podle nového pojezdového pruhu TWY B.
- d) Přejmenování:
 - 1) stání a pojezdového pruhu TWY B1 (viz kapitola 7.3.).

Po celkovém dokončení rekonfigurace podle vytvořeného návrhu lze očekávat:

- a) rozšíření portfolia letadel umístěných na novém stáním 4;
- b) zefektivnění provozu na původních stání 4, 4A a 5 – nové stání typu MARS;
- c) více příjezdových cest MMP k letadlům při odbavení na stání v sektoru A2;
- d) větší prostor kolem letadel na stání v sektoru A2.

8. ZÁVĚR

Diplomová práce zanalyzovala současný stav infrastruktury a provozu na odbavovací ploše Terminálu 1 letiště Václava Havla z pohledu nového navrženého konceptu provozu na dané ploše. Návrhy na změny infrastruktury a provozu byly zaměřeny konkrétně na oblast odbavovací plochy přilehlé k Prstu A a Prstu B, resp. k sektoru A1, A2 a B1.

Hlavním cílem práce bylo navrhnout rekonfiguraci současné infrastruktury, která by přinesla systematické změny a upravené postupy, jejichž přínos bude mít pozitivní vliv na provozní bezpečnost a efektivitu. Těmito změnami se rozumí zejména podpora k unifikaci postupů, eliminaci případných omezení nebo výjimek a celková rekonfigurace stání se zohledněním budoucího vývoje leteckého provozu s důrazem na zachování předpisových rozestupů od letadel.

V teoretické části práce byla zpočátku definována obecná problematika této práce, byl představen současný stav odbavovací plochy sektoru A1, A2 a B1 s relevantními procesy (vytlačování letadel, provoz MMP po odbavovací ploše atd.), následuje návrh na konkrétní opatření dle provedené analýzy současného stavu. Dále byly sepsány požadavky a doporučení legislativy související s touto problematikou, byla vysvětlena metodika návrhu, která prezentuje způsob, jakým budou návrhy vytvořeny, zanalyzovány a zhodnoceny. Pomocí vizuálních simulací byly návrhy také ověřeny z hlediska provozuschopnosti a bezpečnosti.

Pro vytvoření samotných návrhů bylo zapotřebí připravit konkrétní opatření na základě identifikovaných oblastí, kde může dojít k potenciálnímu zlepšení provozu a infrastruktury. Při vytváření návrhů byla snaha změny hodnotit z několika aspektů a hlavně dbát na dodržování legislativy. Jsou představeny celkem dva návrhy na rekonfiguraci infrastruktury – návrh na rekonfiguraci odbavovací plochy sektoru A1 a odbavovací plochy sektoru A2, B1.

Za pomocí vizuální simulace byla do výkresu odbavovací plochy umístěna žádoucí letadla, resp. kritická letadla požadovaného kódového písmene tak, aby splňovala předpisové rozestupy. Kolem těchto letadel byly vyznačeny hranice jednotlivých stání – při této fázi návrhu bylo možné zjistit, kolik prostoru zbývá pro pojezdový pruh, potenciální rozšíření některých stání či jiné prvky infrastruktury jako například obslužné komunikace. Pokud byl nedostatek prostoru pro pojezdový pruh, bylo nutné na úkor toho zmenšit hloubku některých stání.

Každý návrh byl zkoumán a zhodnocen dle metodiky porovnáním současného a navrhovaného stavu z pohledu jak jednotlivých stání, tak z pohledu kompletní plochy.

Následují analýzy vizuálních simulací pojíždění letadel, vytlačování letadel a průjezdnosti autocisterny LPH okolo letadel, na základě kterých byla ověřena provozuschopnost a bezpečnost daných procesů. Na závěr obou návrhů byl sepsán souhrn navrhovaných změn.

Všechny uvedené návrhy byly průběžně konzultovány s letištěm Václava Havla, čímž jsou i validovány jako provozuschopné a přínosné.

Zaměření práce bylo omezeno pouze na sektory A1, A2 a B2 z důvodu příliš velkého prostoru infrastruktury a zestručnění i tak obsáhlé problematiky. Pokud by letiště chtělo aplikovat tyto návrhy do svého provozu, muselo by vytvořit další studii na nástupní mosty dané oblasti a studii zaměřenou na konkrétní technické / stavební řešení související s rekonfigurací. V návaznosti na tuto práci lze podobným způsobem vytvořit návrh na Prst C, Prst D, vzdálená stání (*angl. remote stands*) nebo pokračovat v řešení dané problematiky jako např. uspořádání vnitřních prostor Terminálu 1 dle nových stání.

Věřím, že tato práce najde alespoň částečné uplatnění v praxi.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- EASA. (25. Květen 2018). *Certifikační specifikace a poradenský materiál pro návrh letiště (CS ADR-DSN - 4. vydání)*. Načteno z Úřad pro civilní letectví: https://www.caa.cz/wp-content/uploads/2019/07/Decision_ED_2017_021_RAnnex_CS.pdf
- EASA. (nedatováno). *Our Mission: Your Safety*. Získáno 12. Zář 2020, z EASA: <https://www.easa.europa.eu/light/easa>
- Epstein, S. (4. Zář 2019). *The real reason Airbus is retiring its A380 superjumbo jet*. Načteno z Wired: <https://www.wired.co.uk/article/airbus-a380-retirement#:~:text=The%20main%20reason%20the%20company,ordering%20them%2C%E2%80%9D%20Lange%20says.>
- Fitzpatrick, A. (14. Únor 2019). *The World's Biggest Passenger Plane, the A380, Is Dead. Here's What Killed It*. Načteno z Time: <https://time.com/5529439/airbus-a380-retired/>
- Hanousek, L. (2019). *Diplomová práce: Návrh deflektoru výtokových plynů*. Praha: ČVUT.
- Horonjeff, R., McKelvey, F. X., Sproule, W. J., & Young, S. B. (2010). *Planning and design of Airports, fifth edition*. McGraw-Hill Companies, Inc.
- IATA. (28. Červenec 2020). *Recovery Delayed as International Travel Remains Locked Down*. Načteno z IATA: <https://www.iata.org/en/pressroom/pr/2020-07-28-02/>
- IATA. (nedatováno -a). *Airside Infrastructure*. Získáno 20. Říjen 2020, z IATA: <https://www.iata.org/contentassets/d1d4d535bf1c4ba695f43e9beff8294f/airside-infrastructure.pdf>
- IATA. (nedatováno -b). *Aircraft technology roadmap to 2050*. Získáno 2. Listopad 2020, z IATA: <https://www.iata.org/contentassets/8d19e716636a47c184e7221c77563c93/technology20roadmap20to20205020no20foreword.pdf>
- ICAO. (2005). *Aerodrome design manual Part 2 - Taxiways, aprons and holding bays (4th edition)*. UN Secretary General.
- Johns, C. (25. Únor 2013). *Manoeuvres on MARS*. Načteno z Airport International: <https://airportsinternational.keypublishing.com/2013/02/25/manoeuvres-on-mars/>
- Kazda, A., & Caves, R. E. (2013). *Airport Design And Operation (2nd edition)*. McGraw-Hill.
- Letecká informační služba. (nedatováno). *Předpisy*. Získáno 29. Zář 2020, z <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
- Letecká informační služba, ŘLP ČR. (12. Listopad 2017). *LKPR - Praha/Ruzyně*. Získáno 5. Zář 2020, z AIP: https://aim.rlp.cz/ais_data/aip/data/valid/a2-pr-txt1.pdf

- Letecká informační služba, ŘLP ČR. (11. Červenec 2019). *PRAHA/Ruzyně*. Získáno Září 2020, z AIP: https://aim.rlp.cz/ais_data/aip/data/valid/a2-pr-txt2.pdf
- Letecká informační služba, ŘLP ČR. (8. Říjen 2020-a). *TAXI ROUTES FOR A340-600, A380, AN124, B747-8, B777-300/300ER, C5*. Načteno z AIP: https://aim.rlp.cz/ais_data/aip/data/valid/a2-pr-trca.pdf
- Letecká informační služba, ŘLP ČR. (13. Srpen 2020-b). *Aircraft parking/docking chart - ICAO*. Načteno z AIP: https://aim.rlp.cz/ais_data/aip/data/valid/a2-pr-pdc1.pdf
- Letiště Praha, a.s. (2017). *Směrnice: Provoz kritických typů letadel*.
- Letiště Praha, a.s. (6. Únor 2019). *Letiště Václava Havla Praha je pátým nejrychleji rostoucím letišťem v Evropě v kategorii 10 – 25 milionů odbavených cestujících*. Načteno z prg.aero: <https://www.prg.aero/letiste-vaclava-havla-praha-je-patym-nejrychleji-rostoucim-letistem-v-evrope-v-kategorii-10-25>
- Letiště Praha, a.s. (2019a). *Dopravní řád letiště Praha Ruzyně*. Letiště Praha, a.s.
- Letiště Praha, a.s. (2019b). *Směrnice: Řízení provozu na odbavovací ploše Sever*. Letiště Praha, a.s.
- Letiště Praha, a.s. (16. 1 2020). *Tisková zpráva*. Načteno z Letiště Praha: <https://www.prg.aero/letiste-vaclava-havla-praha-odbavilo-za-rok-2019-rekordnich-178-milionu-cestujicich>
- Letiště Praha, a.s. (nedatováno). *Technical information*. Získáno 20. Září 2020, z Letiště Praha: <https://www.prg.aero/technical-information>
- Letiště Praha, a.s. (nedatováno). *Údaje o společnosti*. Získáno 20. Září 2020, z Letiště Praha: <https://www.prg.aero/udaje-o-spolecnosti>
- Nooyens, T. (10. Březen 2020). *Live Webinar: Planning MARS Stands*. Transoft Solutions.
- O'Hare, M., & Hardingham-Gill, T. (6. Říjen 2018). *First look at folding wings on Boeing's 777X jetliner*. Načteno z CNN travel: <https://edition.cnn.com/travel/article/boeing-777x-jetliner/index.html#:~:text=It's%20a%20wing%20thing&text=Its%20hinged%20wingtips%20alone%20measure,Airbus%20A350%2C%20according%20to%20Boeing>.
- Pallini, T. (17. Červenec 2020). *Even more iconic planes are disappearing from the sky earlier than planned as the coronavirus continues to wreak airline havoc*. Načteno z Business Insider: <https://www.businessinsider.com/coronavirus-havoc-forces-airlines-to-retire-iconic-planes-sooner-2020-3>

The Boeing Company. (nedatováno -a). *777X by design*. Získáno 11. Listopad 2020, z Boeing: <https://www.boeing.com/commercial/777x/by-design/#/folding-wing>

The Boeing Company. (nedatováno -b). *Boeing: Commercial*. Získáno 8. Listopad 2020, z Boeing: <https://www.boeing.com/commercial/>

Transportation Research Board. (2011). *Risk Assessment Method to Support Modification of Airfield Separation Standards*. Získáno 26. Říjen 2020, z icao.int: https://www.icao.int/SAM/Documents/2011/AGAASEROSTUDIES/ACRP_rpt_051.pdf

Transportation Research Board of the National Academies. (2013). *Apron Planning and Design Guidebook*. Washington, D.C.

Úřad pro civilní letectví. (2020a). *Úřad pro civilní letectví*. Načteno z CAA: <https://www.caa.cz/>

Úřad pro civilní letectví. (28. Září 2020b). *L14 - Letiště*. Načteno z Letecká informační služba: https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-14/data/print/L-14_cely.pdf

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|---|----|
| Obrázek 1: Pojezdové pruhy k Terminálům 1 a 2. (Letecká informační služba, ŘLP ČR, 2020-b) | 16 |
| Obrázek 2: Sektory odbavovací plochy Sever. (Letiště Praha, a.s., 2019b) | 18 |
| Obrázek 3: Příklad postavení letadla a orientace popisu příček zastavení na stání "nose-in". (Letiště Praha, a.s., 2019b)..... | 22 |
| Obrázek 4: Situace při obsazení stání 3 letounem A380. (Letiště Praha, a.s., 2019b) | 24 |
| Obrázek 5: Situace při odbavování uvedených letadel na stání 4A. (Letiště Praha, a.s., 2019b) | 25 |
| Obrázek 6: Proces vytlačování ze stání 7 a 9. (Letiště Praha, a.s., 2019b)..... | 28 |
| Obrázek 7: Bezpečnostní vzdálenost od letadla na stání s vypnutými motory. (Letiště Praha, a.s., 2019a)..... | 31 |
| Obrázek 8: Bezpečná vzdálenost od dveří letadla a nouzových východů. (Letiště Praha, a.s., 2019a) | 31 |
| Obrázek 9: Vzdálenost od křidel při čerpání / odčerpávání paliva. (Letiště Praha, a.s., 2019a) | 32 |
| Obrázek 10: Rozmístění MMP na odbavovacím stání letadel. (Letiště Praha, a.s., 2019a).. | 34 |
| Obrázek 11: Příklad značení stání typu MARS. (Letiště Praha, a.s., 2019a)..... | 37 |
| Obrázek 12: Příklad značení stání letadel. (Letiště Praha, a.s., 2019a) | 37 |
| Obrázek 13: Výřez z mapy LKPR AD 2-20-1. (Letecká informační služba, ŘLP ČR, 2020-a) | 38 |
| Obrázek 14: Vzdálenost mezi vnějším kolem hlavního podvozku letounu a okrajem pojezdové dráhy. (EASA, 2018)..... | 41 |
| Obrázek 15: Šířka pojezdových drah. (EASA, 2018)..... | 42 |
| Obrázek 16: Typická obsluha středně velkého letadla. (vlastní tvorba) | 46 |
| Obrázek 17: Vzdálenost od pojezdového pruhu k hranici zadní obslužné komunikace (FAA). (Transportation Research Board, 2011)..... | 48 |
| Obrázek 18: Příklad zadní obslužné komunikace – letiště ve Vídni LOWW. (screenshot z Google map) | 49 |

| | |
|---|----|
| Obrázek 19: Ukázka rozsahu výtokových plynů při rozjezdu (breakaway) na letadlech A380-800, A321 NEO a B737 MAX 10..... | 50 |
| Obrázek 20: Rozměry potřebné pro dimenzování prostoru stání letadel. (ICAO, 2005) | 53 |
| Obrázek 21: Příklad stání typu MARS..... | 56 |
| Obrázek 22: Vysvětlivky k simulacím programu AviPLAN Airside Pro..... | 64 |
| Obrázek 23: Vysvětlivky k simulacím programu AviPLAN Airside Pro..... | 65 |
| Obrázek 24: Výřez z přílohy 1..... | 66 |
| Obrázek 25: Výřez z výkresu návrhu 1 (stání 1A, 1, 1B)..... | 68 |
| Obrázek 26: Výřez z výkresu návrhu 1 (stání 3A, 3, 3B)..... | 70 |
| Obrázek 27: Situace současného vytlačování ze stání 1B a 3B..... | 74 |
| Obrázek 28: Současné vytlačení letadel na PUSH 1 a 2..... | 75 |
| Obrázek 29: Pojíždění na stání 1A (Airbus A321 NEO). | 76 |
| Obrázek 30: Pojíždění na stání 1A (Boeing 737 MAX 10)..... | 77 |
| Obrázek 31: Pojíždění na stání 1 (Boeing 777-9 Folded)..... | 77 |
| Obrázek 32: Vytlačování ze stání 1A (Airbus A321 NEO). | 78 |
| Obrázek 33: Vytlačování ze stání 1A (Boeing 737 MAX 10)..... | 78 |
| Obrázek 34: Vytlačování ze stání 1B (Airbus A321 NEO)..... | 79 |
| Obrázek 35: Vytlačování ze stání 1 (Boeing 777-9 Folded)..... | 79 |
| Obrázek 36: Pojíždění na stání 3 (Airbus A380-800). | 80 |
| Obrázek 37: Pojíždění na stání 3 (Boeing 777-9 Extended)..... | 81 |
| Obrázek 38: Vytlačování ze stání 3 (Airbus A380-800)..... | 81 |
| Obrázek 39: Vytlačování ze stání 3 (Boeing 777-9 Extended). | 82 |
| Obrázek 40: Průjezdnost autocisterny LPH kolem letadel na stání 1 a 3..... | 83 |
| Obrázek 41: Průjezdnost autocisterny LPH kolem letadel na stání 1A, 1B, 3A a 3B. | 84 |
| Obrázek 42: Ukázka zvětšené plochy infrastruktury (fialová barva, šrafovaný vzor). | 86 |
| Obrázek 43: Výkres návrhu 2..... | 87 |
| Obrázek 44: Výřez z výkresu návrhu 2 (nová stání 4A, 4, 4B). | 91 |
| Obrázek 45: Výřez z výkresu návrhu 2 (nová stání 5, 6). | 92 |

| | |
|--|-----|
| Obrázek 46: Výřez z výkresu návrhu 2 (stání 9, 10, 11, 12)..... | 94 |
| Obrázek 47: Situace současného vytlačování ze stání 6 a 12..... | 98 |
| Obrázek 48: Situace současného vytlačování ze stání 6 a 4A. | 99 |
| Obrázek 49: Situace současného vytlačování ze stání 9 a 12..... | 99 |
| Obrázek 50: Situace současného vytlačování ze stání 9 a 4A. | 100 |
| Obrázek 51: Současné vytlačení letadel na PUSH 1 a 2..... | 101 |
| Obrázek 52: Pojíždění na stání 4 (Boeing 777-9 Folded)..... | 102 |
| Obrázek 53: Vytlačování ze stání 4 (Boeing 777-9 Folded)..... | 103 |
| Obrázek 54: Pojíždění na stání 9 (Airbus A321 NEO)..... | 104 |
| Obrázek 55: Pojíždění na stání 6, 9 (Airbus A321 NEO)..... | 105 |
| Obrázek 56: Vytlačování ze stání 6 (Airbus A321 NEO). | 105 |
| Obrázek 57: Vytlačování ze stání 6 (Airbus A321 NEO). | 106 |
| Obrázek 58: Analýza vytlačování ze stání 12 a současné pojíždění letadel na TWY H a TWY B..... | 107 |
| Obrázek 59: Vytlačování ze stání 10 (Airbus A321 NEO). | 108 |
| Obrázek 60: Vytlačování ze stání 11 (Airbus A321 NEO). | 108 |
| Obrázek 61: Vytlačování ze stání 4A a 5 (Airbus A321 NEO). | 109 |
| Obrázek 62: Vytlačování ze stání 4B (Airbus A321 NEO). | 110 |
| Obrázek 63: Průjezdnost autocisterny kolem letadel na stání 4, 5 a 6. | 111 |
| Obrázek 64: Průjezdnost autocisterny kolem letadel na stání 4A, 4B, 5, 6..... | 112 |
| Obrázek 65: Průjezdnost autocisterny kolem letadel na stání 9, 10, 11, 12..... | 113 |

SEZNAM TABULEK

| | |
|--|----|
| Tabulka 1: Pojezdové pruhy terminálu 1 a 2. (Letecká informační služba, ŘLP ČR, 2019) ... | 15 |
| Tabulka 2: Kódové značení letišť. (EASA, 2018) | 19 |
| Tabulka 3: Kategorie stání letadel. (Letiště Praha, a.s., 2019b) | 19 |
| Tabulka 4: Stání letadel u Prstu A a Prstu B. (Letiště Praha, a.s., 2019b)..... | 20 |
| Tabulka 5: Příklad kódů letadel označujících více konkrétních typů letadel. (Letiště Praha, a.s., 2019b) | 22 |
| Tabulka 6: Pozice pro vytlačování letadel ze stání typu "nose-in" Terminálu 1. (Letiště Praha, a.s., 2019b)..... | 27 |
| Tabulka 7: Pravidla přidělování pozic při postupu současného vytlačování. (Letiště Praha, a.s., 2019b) | 29 |
| Tabulka 8: Bezpečná vzdálenost před/za spuštěnými motory letadel. (Letiště Praha, a.s., 2019a) | 30 |
| Tabulka 9: Značení na odbavovací ploše. (Letiště Praha, a.s., 2019a, stránky 38-46) | 35 |
| Tabulka 10: Minimální vzdálenosti pojezdových drah. (EASA, 2018) (Úřad pro civilní letectví, 2020b) | 43 |
| Tabulka 11: Minimální vzdálenosti od křídel letadla na odbavovací ploše. (Úřad pro civilní letectví, 2020b) | 43 |
| Tabulka 12: Skupina letadel kódového písmene C. (data převzata z programu AviPLAN Airside Pro)..... | 60 |
| Tabulka 13: Skupina letadel kódového písmene E. (data převzata z programu AviPLAN Airside Pro)..... | 61 |
| Tabulka 14: Skupina letadel kódového písmene F. (data převzata z programu AviPLAN Airside Pro)..... | 62 |
| Tabulka 15: Vybraná vytlačovací zařízení použitá v simulacích. (data převzata z programu AviPLAN Airside Pro)..... | 63 |
| Tabulka 16: Souhrn přejmenování stání a pojezdového pruhu..... | 97 |

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Detailní výkres návrhu 1

Příloha 2: Srovnání současného a navrhovaného stavu

Příloha 3: Portfolio letadel na stání 1A, 1B, 3A a 3B

Příloha 4: Portfolio letadel na stání 1 a 3

Příloha 5: Detailní výkres návrhu 2

Příloha 6: Srovnání současného a navrhovaného stavu

Příloha 7: Portfolio letadel na stání 4A, 4B, 5, 6, 9, 10, 11, 12

Příloha 8: Portfolio letadel na stání 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12