



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ

Bc. Jakub Kuchař

**REKONFIGURACE ODBAVOVACÍ PLOCHY
VÝCHOD NA LETIŠTI PRAHA/RUZYNĚ**

Diplomová práce

2023



K621.....Ústav letecké dopravy

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Jakub Kuchař

Studijní program (obor/specializace) studenta:

navazující magisterský – PL – Provoz a řízení letecké dopravy

Název tématu (česky): **Rekonfigurace odbavovací plochy Východ na letišti Praha/Ruzyně**

Název tématu (anglicky): Reconfiguration of Apron East at Prague/Ruzyně Airport

Zásady pro vypracování

Při zpracování diplomové práce se řiďte následujícími pokyny:

- Cílem práce je navrhnout celkovou rekonfiguraci odbavovací plochy Východ na letišti Praha/Ruzyně včetně rozvržení jednotlivých stání letadel a vybavení stání technologiemi pro odbavování letadel.
- Předpisové požadavky na stání letadel a pojezdové dráhy.
- Prostorové nároky na odbavování nákladních letadel.
- Návrh rekonfigurace odbavovací plochy.
- Návrh umístění zdrojů zabudovaných v zemi a systému VDGS.
- Zhodnocení dopadu změn na provoz letiště.

- 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: EASA, Certification Specifications and Guidance Material for Aerodrome Design (CS-ADR-DSN)
ICAO, Doc 9157, Aerodrome Design Manual, Part 2 – Taxiways, Aprons and Holding Bays
ICAO, Doc 10121, Manual on Ground Handling

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Bc. Sébastien Lán**
Ing. Slobodan Stojić, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: **16. července 2021**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání diplomové práce: **15. května 2023**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia




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



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

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.


Bc. Jakub Kuchař
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 1. prosince 2022

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval Letišti Václava Havla Praha za poskytnuté materiály k vypracování této práce. Zvláště pak děkuji panu Ing. Bc. Sébastienovi Lánovi za odborné vedení a konzultování diplomové práce a za rady, které mi poskytoval po celou dobu práce. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své mamince a blízkým přátelům za morální podporu, které se mi dostávalo po celou dobu studia a při psaní této práce.

Prohlášení

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

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

Nemám závažný důvod proti použití 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) ve znění pozdějších předpisů.

V Praze dne 15. května 2023



.....
podpis

ČESKÉ VYSOKÉ ÚČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

Rekonfigurace odbavovací plochy Východ na letišti

Praha/Ruzyně

Diplomová práce

Květen 2023

Bc. Jakub Kuchař

Abstrakt

Předmětem diplomové práce je návrh rekonfigurace odbavovací plochy Východ na Letišti Václava Havla Praha, zabudování vybraných systémů do plochy a umístění VDGS. Důraz je kladen na rozšíření možností odbavení velkých nákladních letadel a zachování možnosti na odbavení většího počtu malých letadel zároveň. Veškeré návrhy se drží současných závazných dokumentů. Provoz na ploše po navrhované rekonfiguraci je simulován. Z práce plyne, že po rekonfiguraci je odbavovací plocha provozem efektivnější, a letiště se tím stává více konkurenceschopné v oblasti nákladní letecké přepravy.

Klíčová slova

Odbavovací plocha, letiště, letadlové stání, odbavení, VDGS, hydrantový systém, LKPR, PRG, nákladní terminál, nákladní letadlová doprava

CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE

Faculty of Transportation Sciences

Reconfiguration of Apron East at Prague/Ruzyně Airport

Diploma thesis

May 2023

Bc. Jakub Kuchař

Abstract

The subject of the thesis is the design of the reconfiguration of the apron East at the Václav Havel Airport Prague, the incorporation of selected systems and the VDGS into the area. Emphasis is placed on expanding the possibility of handling large cargo aircraft and maintaining the possibility of managing a larger number of small aircraft at the same time. All proposals adhere to the current binding documents. Operations on the apron after the proposed reconfiguration are simulated. The thesis shows that after the reconfiguration, the apron is more efficient in operation and the airport becomes more competitive in the air cargo sector.

Keywords

Apron, airport, aircraft stand, ground handling, VDGS, hydrant system, LKPR, PRG, cargo terminal, air freight transport

OBSAH

Seznam použitých zkratk	11
Úvod	12
1 Současná situace odbavovací plochy Východ	13
1.1 Současný design a uspořádání	13
2 Legislativa	15
2.1 Certifikační specifikace a poradenský materiál pro návrh letišť (CS-ADR-DSN)	15
2.2 ICAO DOC 10121 Manual on Ground Handling	16
2.3 ICAO Doc 9157 Aerodrome Design Manual, Part 2 – Taxiways, Aprons and Holding Bays	17
2.4 ICAO Doc 9977 Manual on Civil Aviation Jet Fuel Supply	19
2.5 EI 1540 Design, construction, commissioning, maintenance and testing of aviation fuelling facilities	19
3 Doporučující, poradní materiály a směrnice	21
3.1 Letecká informační příručka (AIP)	21
3.1.1 Vizuální naváděcí systém na stání (VDGS)	21
3.1.2 Provoz kritických typů letadel	21
3.2 Směrnice – Dopravní řád letiště Praha Ruzyně	23
3.2.1 Značky a značení na obslužných letištních komunikacích a odbavovacích plochách	23
3.2.2 Příklady značení stání letadel	25
3.2.3 Bezpečná vzdálenost před/za motory letadel v chodu	25
3.2.4 Bezpečnostní zóny kolem stojících letadel s vypnutými motory	26

3.3	Směrnice – Odmrazování letadel na LKPR	27
3.4	Doporučující materiál – Výrobci letadel – Stání letadel.....	28
3.4.1	Boeing B747-8F	28
3.4.2	Boeing 777-8/9.....	30
3.4.3	Antonov AN-124.....	32
3.5	Navádění letadel na stání.....	32
4	Plnění letadel palivem.....	33
4.1	Hydrantový systém.....	34
5	Rekonfigurace odbavovací plochy Východ na Letišti Praha/Ruzyně	36
5.1	Hlavní problémy a omezení současného řešení.....	36
5.2	Návrh rekonfigurace odbavovací plochy Východ – přehled	40
5.3	Simulace průjezdů po posunuté TWY Z	45
5.4	Návrh umístění zdrojů zabudovaných v zemi a systému VDGS	46
5.5	Stání E1	51
5.5.2	Vytlačování ze stání E1	54
5.5.3	Stání E1A a E1B	55
5.6	Stání E2	58
5.6.2	Vytlačování ze stání E2.....	60
5.6.3	Stání E2A.....	61
5.7	Stání E3	64
5.7.1	Vytlačování ze stání E3.....	66
5.7.2	Stání E3A a E3B	67
5.8	Stání E4	69

5.8.1	Vytlačování ze stání E4	71
5.9	Stání E5	73
5.9.1	Vytlačování ze stání E5	74
5.10	Možnost odbavení přídílí letadla	75
5.10.1	Antonov AN 124	75
5.10.2	Boeing 747-8F	76
6	Výsledek rekonfigurace OPV	77
6.1	Zhodnocení dopadu změn na provoz letiště	77
7	Diskuse	79
8	Závěr	80
	Seznam použité literatury	81
	Seznam tabulek	84
	Seznam grafů	85
	Seznam obrázků	85
	Seznam příloh	88

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

PRG	Letiště Praha/Ruzyně / Letiště Václava Havla Praha IATA zkratka
LKPR	Letiště Praha/Ruzyně / Letiště Václava Havla Praha ICAO zkratka
OPV	Odbavovací plocha Východ
CS ADR-DSN	Certifikační specifikace a poradenský materiál pro návrh letišť
HUB	Centrální/domovské letiště aerolinky
GSA	Obchodní zástupce aerolinky
FRA	Letiště Frankfurt
AMS	Letiště Amsterdam
LEJ	Letiště Lipsko
VIE	Letiště Vídeň
IST	Letiště Istanbul
LHR	Letiště Heathrow – Londýn
PVG	Letiště Šanghaj
PEK	Letiště Peking
VDGS	Vizuální naváděcí systém na stání
APIS	Dokovací systém / Aircraft Parking and Information System
EHP	Evropský hospodářský prostor
ICAO	Mezinárodní organizace pro civilní letectví
IATA	Mezinárodní asociace leteckých dopravců
MMP	Mobilní mechanizační prostředek
AIP	Letecká informační příručka
DA1	Odmrazovací oblast 1 / De-icing area 1
DA2	Odmrazovací oblast 2 / De-icing area 2
RWY	Dráha
TWY	Pojezdová dráha
GPU	Pozemní zdroj elektrické energie
RVR	Dráhová dohlednost / Runway Visual Range

ÚVOD

Letiště Praha/Ruzyně, oficiálním názvem Letiště Václava Havla Praha (PRG/LKPR) představuje hlavní vstupní bod pro leteckou dopravu do České republiky a zároveň zpracovává největší množství nákladních zásilek mezi všemi českými letišti. K tomuto účelu je vybaveno vlastní nákladní odbavovací plochou – „Odbavovací plocha Východ“ (OPV), na které působí tři nákladní terminály: Skyport, Menzies a Enes. Tato plocha slouží primárně k technickému a obchodnímu odbavení nákladních letadel.

Poslední dekádu můžeme pozorovat u pasažérských letů, že jsou stále častěji operovány na bázi Point to Point a ubývá letů s přestupem. To se nákladních letů netýká, jelikož je zcela běžné, že se náklad letecky přepravuje několik dní z místa A do místa B. Dává to možnost aerolinkám maximálně optimalizovat cesty. Vše se sveze na centrální letiště aerolinky (HUB), kde se optimalizuje naložení letadla, aby se využilo maximálního potenciálu letu. Odtud letí plné letadlo do HUBu na druhé straně světa a následně jsou zásilky distribuovány na okolní letiště, kde si zásilky už vyzvedávají koncoví příjemci nebo speditéři.

Letiště Václava Havla Praha dnes zvládá současně odbavit pouze jedno malé, dvě střední a jedno větší letadlo, případně dvě větší a jedno střední letadlo při využití alternativních stání. Za určitých omezení provozu na OPV lze odbavit i velké letadlo typu 747-8F. To není mnoho a tato skutečnost limituje možný další rozvoj a konkurenceschopnost nákladní letecké přepravy z Prahy.

Cílem této práce je návrh celkové rekonfigurace odbavovací plochy Východ včetně stání letadel, zabudování nových technologií do plochy a vybavení stání systémem VDGS.

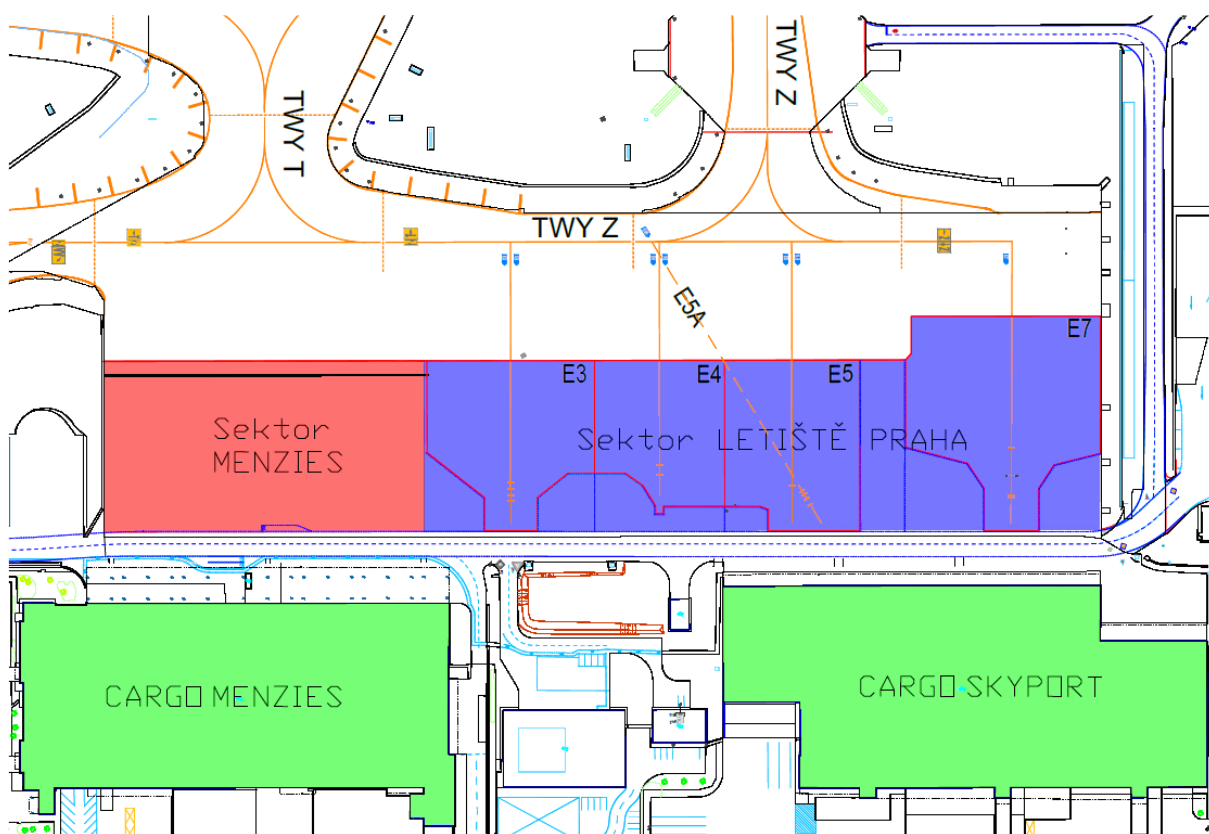
Tato práce se snaží odstranit výše zmíněné problémy a nedostatky současného řešení a využít potenciál OPV na maximum. Toho je docíleno rozšířením OPV do hloubky a do šířky s využitím OPV v celé své šířce. To umožní současně odbavovat dvě střední a tři velká letadla nebo pět malých a dvě velká letadla.

1 SOUČASNÁ SITUACE ODBAVOVACÍ PLOCHY VÝCHOD

Odbavovací plocha Východ (OPV) se nachází na východním konci severní části letiště vedle Terminálu 1. Plocha slouží primárně k odbavení nákladních letů a letů s poštou. Pokud plocha není vytížena běžným provozem, je možné ji efektivně využít pro velká armádní letadla nebo pro technická zastavení.

1.1 SOUČASNÝ DESIGN A USPOŘÁDÁNÍ

Dnes se na odbavovací ploše Východ nachází celkem pět stání, čtyři základní E3, E4, E5, E7a jedno alternativní E5A, všechna tato stání jsou Nose-in. Pokud je využito alternativního stání E5A, nelze využít stání E4 a E5. Prostor OPV je vyobrazen na Obrázku 1.1. Každé stání má svou kategorii, která určuje, jak velké letadlo je schopné odbavit. Tyto kategorie jsou uvedeny v Tabulce 1.1



Obrázek 1.1 Konfigurace Odbavovací plochy Východ, letiště Václava Havla – PRG / LKPR [1]

Tabulka 1.1 Kategorie stání letadel na OPV [1]

Stání	Základní konfigurace	Alternativní konfigurace
E3	D52	D52
E4	C36	-
E5	D38	-
E5A	-	E65
E7	E65	C36 / E65
CELKEM STÁNÍ	4	3

V sektoru Menzies na odbavovací ploše, jak je znázorněno na Obrázku 1.1, byla dříve stání E1 a E2, která byla zrušena. Tento prostor byl dán k užívání společnosti Menzies, která zde skladuje pozemní techniku pro odbavení letadel. Tento prostor má plochu necelých 9030 m².

Osa pojezdové dráhy (TWY) je od hranice stání vzdálená 47,5 m. Plocha současné užívané OPV je 20400 m², maximální šířka je 270 m a hloubka 86 m. Rozměry jednotlivých stání jsou uvedeny v Tabulce 1.2 (měřeno v nejdelších místech).

Tabulka 1.2 Rozměry současných stání

Stání	Hloubka [m]	Šířka [m]	Plocha [m ²]
E3	68	68	3612
E4	61	52	2780
E5	68	54	3513
E7	86	78	5082

K obsluze jednotlivých stání se používají Plochy pohotovostních stání mobilních mechanizačních prostředků (MMP). Tyto plochy mohou být sdílené mezi více stáními a také na jedno stání připadá více těchto pohotovostních ploch, toto je znázorněno „+“ v Tabulce 1.3.

Tabulka 1.3 Současné plochy pohotovostních stání MMP pro jednotlivá stání letadel

Stání	Jednotlivé plocha MMP [m ²]	Součet ploch [m ²]
E3	612 + 460	1072
E4	770	770
E5	168 + 1230	1398
E7	901 + 670 + 1230	2801

OPV není osazena vizuálním naváděcím systémem na stání (VDGS) jako na vybraných stáních u Terminálů 1 a 2 na odbavovací ploše Sever, proto navádění letadel na stáních stále probíhá vizuální gestikulací signalisty (Supervizora ramp control) pilotovi.

2 LEGISLATIVA

Nedílnou součástí jakékoliv projektové či stavební práce na letišti jsou legislativní požadavky. Jelikož se toto letiště nachází na území Evropské unie, musí splňovat nejen národní předpisy ale i předpisy Agentury Evropské unie pro bezpečnost letectví.

2.1 CERTIFIKAČNÍ SPECIFIKACE A PORADENSKÝ MATERIÁL PRO NÁVRH LETIŠŤ (CS-ADR-DSN)

Letiště Václava Havla Praha je konstruováno v souladu s CS-ADR-DSN, takže z tohoto dokumentu je nutné v základu vycházet. Odbavovacím plochám je zde věnována Hlava E, která čítá tři strany. Text se často odkazuje na dokumenty od Mezinárodní organizace pro civilní letectví (ICAO), které danou problematiku řeší mnohem hlouběji, a dále se odkazují na odbornější texty. V tomto dokumentu jsou pouze základní informace, jako je například oblast kolem jednotlivých kódových písmen letadel, jak je vidět v Tabulce 2.1, do které nesmí zasahovat žádné překážky nebo sklony povrchu odbavovací plochy. [2]

Tabulka 2.1 Minimální rozestupy pro stání letadel [2]

Kódové písmeno	Rozpětí křídel	Minimální prostor kolem letadla od překážky
A	$x < 15 \text{ m}$	3 m
B	$15 \text{ m} \leq x < 24 \text{ m}$	3 m
C	$24 \text{ m} \leq x < 36 \text{ m}$	4,5 m
D	$36 \text{ m} \leq x < 52 \text{ m}$	7,5 m
E	$52 \text{ m} \leq x < 65 \text{ m}$	7,5 m
F	$65 \text{ m} \leq x < 80 \text{ m}$	7,5 m

Tento dokument řeší i pojezdové dráhy a pruhy, tomuto tématu se věnuje Hlava D, v této části se nachází důležitá tabulka, ve které jsou pro tuto práci důležité sloupce 11 a 13, jelikož na OPV je jak pojezdová dráha Z, tak i pojezdový pruh Z. Tyto sloupce jsou uvedeny v částečné Tabulce 2.2.

Tabulka 2.2 Minimální vzdálenosti pojezdových drah pro kódové písmeno E a F [2]

Kódové písmeno	Osa pojezdové dráhy od osy pojezdové dráhy [m]	Osa pojezdové dráhy, jiné, než je pojezdový pruh, od objektu [m]	Osa pojezdového pruhu od osy pojezdového pruhu [m]	Osa pojezdového pruhu od objektu [m]
(1)	(10)	(11)	(12)	(13)
E	76	43,5	72,5	40
F	91	51	87,5	47,5

Hlava M se zabývá návěstidly. Bezpečnostním cílem osových návěstidel pojezdové dráhy je zajistit vedení pro bezpečné pojíždění letadel. Osová návěstidla pojezdové dráhy by měla být zřízena na pojezdové dráze a odbavovací ploše, které jsou určeny pro provoz za podmínek dráhové dohlednosti (RVR) nižší než 350 m takovým způsobem, aby poskytovaly nepřetržité vedení od osy RWY ke stáním letadel. Osová návěstidla pojezdové dráhy by měla být zřízena na pojezdové dráze určené pro provoz v noci za podmínek RVR 350 m nebo více, a zejména na složitých křižovatkách pojezdových drah.

Osová návěstidla pojezdové dráhy by měla být normálně umístěna na osovém značení pojezdové dráhy s výjimkou případu, kde to není možné. Potom by měla být osazena ve vzdálenosti maximálně 30 cm od osy pojezdové dráhy. Osová návěstidla pojezdové dráhy by měla mít v přímých úsecích pojezdové dráhy podélné rozestupy nejvýše 30 m s tím, že na pojezdových drahách určených pro provoz za podmínek RVR nižších než 350 m by neměl být podélný rozestup návěstidel větší než 15 m. V obloucích pojezdových drah by měla pokračovat osová návěstidla pojezdové dráhy od konce přímého úseku pojezdové dráhy v konstantních vzdálenostech od vnějšího okraje oblouku. Rozestupy mezi návěstidly by měly být takové, aby bylo zajištěno jasné vyznačení oblouku. Za podmínek RVR 350 m nebo méně, poloměru oblouku 400 m nebo méně, jsou rozestupy mezi osovými návěstidly pojezdové dráhy ne více než 7,5 m. Tyto rozestupy by měly být do vzdálenosti 60 m před a za obloukem.

Postranní návěstidla pojezdové dráhy by měla být zřízena na odbavovacích plochách určených pro provoz v noci. Postranní návěstidla pojezdové dráhy nemusí být zřízena, jestliže při uvážení povahy provozu je zajištěno dostatečné vedení osvětlením povrchu nebo jiným způsobem. Postranní návěstidla pojezdové dráhy a odbavovací ploše by měla být rozmístěna ve stejných podélných rozestupech nepřevyšujících 60 m. Postranní návěstidla pojezdové dráhy by měla být umístěna co nejbližší k okrajům pojezdových drah a odbavovacích ploch, nebo vně jejich okrajů ve vzdálenosti nejvýše 3 m. [2]

2.2 ICAO DOC 10121 MANUAL ON GROUND HANDLING

V této práci je pracováno s prvním vydáním z roku 2019. Dokument říká, že pokud jsou použita pevná odbavovací zařízení, jako je hydrantový systém nebo elektrické napájení ze země, je třeba zavést a provádět vhodný program údržby pro každé pevné zařízení.

V sekci o zásobování palivem se odkazuje na ICAO dokument 9977.

V části Konstrukce odbavovacích ploch pro bezpečný provoz je řečeno, že při navrhování nových nebo úpravě stávajících odbavovacích ploch by provozovatelé letišť měli zohlednit kritéria umožňující zajištění bezpečnosti činností pozemního odbavení na stáních. Tato kritéria

zahrnují například dostatečný prostor mezi stáními, který umožní bezpečný a efektivní pohyb personálu a vybavení, a místa pro uskladnění MMP. Odstavné plochy pro MMP by měly být umístěny na odbavovací ploše s jasně vymezenými nebo označenými plochami pro zařízení potřebná na přilehlých stáních.

Při navrhování odstavných ploch pro MMP je třeba zohlednit několik kritérií, a to umístění odstavné plochy mimo bezpečnostní linii stání a napojení odstavné plochy na obslužnou komunikaci pro usnadnění přístupu k odbavovací ploše. Dále se zde dokument odkazuje na ICAO dokument 9157.

Následně je zde řečeno, že použití pevných zařízení pro obsluhu letadel může zmírnit přetížení odbavovací plochy a zkrátit dobu obratu letadel. Pokud je odbavovací plocha využívána různými letadly, měla by být provedena studie kompatibility, která určí vhodná umístění zařízení. [3]

2.3 ICAO DOC 9157 AERODROME DESIGN MANUAL, PART 2 – TAXIWAYS, APRONS AND HOLDING BAYS

Na tento dokument je v CS-ADR-DSN několikrát odkazováno. Při návrhu rekonfigurace bylo užito páté vydání z roku 2020. Je zde detailněji vysvětleno, jaké požadavky je nutné splnit při navrhování pojezdových drah, odbavovacích ploch a dalších prvků letiště. Hlavní požadavky jsou tyto čtyři:

- **Safety**
Návrh odbavovací plochy by měl zohledňovat bezpečnostní postupy pro manévrování letadel na odbavovací ploše. Bezpečnost v tomto kontextu znamená, že letadla musí dodržovat stanovené odstupy a stanovené postupy pro vjezd na odbavovací plochu, pohyb na ní a odjezd z ní. Služby poskytované letadlům na stání na odbavovací ploše by měly zahrnovat bezpečnostní postupy, zejména pokud jde o doplňování paliva do letadel. Zpevněné plochy by se měly svažovat směrem od budov terminálu a jiných staveb, aby se zabránilo šíření požáru paliva na odbavovací ploše. Při umísťování odbavovací plochy, kde mohou být letadla chráněna před nepovolanými osobami, by se mělo přihlížet také k bezpečnosti letadel. Toho se dosáhne fyzickým oddělením veřejně přístupných ploch od ploch odbavovací plochy.
- **Efektivita**
Konstrukce odbavovací plochy by měla přispět k vysokému stupni efektivity při odbavování letadel, volnost pohybu, minimální pojížděcí vzdálenosti a minimální zpoždění letadel. Pokud lze konečné uspořádání stání letadel určit během počáteční fáze plánování letiště, měly by být inženýrské sítě a služby instalovány v pevných zařízeních. Palivové rozvody a hydranty,

přípojky stlačeného vzduchu a systémy elektrické energie musí být pečlivě předem naplánované, protože tyto systémy jsou často umístěny pod povrchem odbavovací plochy. Vysoké počáteční náklady na tyto systémy budou kompenzovány zvýšenou účinností letadlového stání, čímž umožní větší využití odbavovací plochy. Dosažení takové efektivity zajistí maximální ekonomickou hodnotu odbavovací plochy.

- Geometrie

Plánování a konstrukce jakéhokoliv typu odbavovací plochy závisí na řadě geometrických hledisek. Například délka a šířka pozemku, který je k dispozici pro vybudování odbavovací plochy, může vylučovat volbu určitých koncepcí uspořádání odbavovací plochy. Pro nové letiště je možné na základě povahy poptávky vypracovat nejefektivnější uspořádání, a poté vyčlenit plochu pozemku, která je pro tento plán ideální. Rozšíření nebo doplnění odbavovacích ploch na stávajících letištích však obvykle nebude ideální vzhledem k omezením daným tvarem a velikostí dostupných pozemků. Celková plocha potřebná pro odbavovací plochu je funkcí nejen velikosti letadel, odstupových vzdáleností a způsobu stání, ale také geometrických rozměrů plochy, na které se letadla nacházejí, uspořádání os stání letadel, pojezdových drah a pruhů, ochranných plotů, ploch používaných pro stání servisních vozidel a komunikací pro pohyb pozemních vozidel.

- Flexibilita

Plánování odbavovacích ploch by mělo zahrnovat vyhodnocení následujících charakteristik flexibility:

Rozsah velikostí letadel – počet a velikost stání pro letadla by měly odpovídat počtu a velikosti typů letadel, u nichž se předpokládá, že budou odbavovací plochu používat. Musí být vytvořen kompromis mezi extrémami. Prvním extrémem je použití jedné velikosti stání pro letadla, které je dostatečně velké pro největší typ letadla, a druhým je použití tolika různých velikostí stání, kolik je typů letadel.

Dalším klíčovým prvkem flexibilního systému odbavovacích ploch je možnost rozšíření pro uspokojení budoucích potřeb. Aby se zabránilo zbytečnému omezení potenciálu růstu určité odbavovací plochy, měla by být odbavovací plocha navržena v modulárních etapách tak, aby se následné etapy staly nedílnými doplňky stávající odbavovací plochy s minimálním narušením probíhajících činností.

Dále je zde řečeno, na jakých faktorech závisí velikost odbavovací plochy:

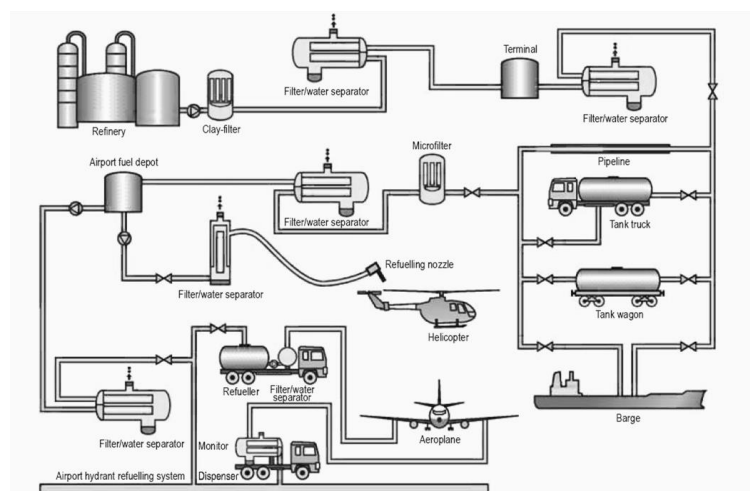
- velikost a manévrovací vlastnosti letadla používajícího odbavovací plochu,
- intenzita dopravy na odbavovací ploše,
- požadavky na bezpečný rozestup,
- typy vstupů a výstupů na stání letadel,
- požadavky na pozemní činnost letadel,

- pojezdové pruhy a obslužné komunikace. [4]

2.4 ICAO DOC 9977 MANUAL ON CIVIL AVIATION JET FUEL SUPPLY

Slouží jako „rozcestník“ pro příslušné průmyslové postupy, přičemž zahrnuje všechny záležitosti týkající se kontroly kvality leteckých paliv, provozu a školení v celém systému dodávek a distribuce od rafinerie až po čerpání letadel, viz Obrázek 2.1. V práci je užito první vydání z roku 2012.

Jelikož je součástí této práce i zabudování hydrantového systému na odbavovací ploše, zajímá nás kapitola 5 „Airport storage and hydrant systems“



Obrázek 2.1 Schéma dodavatelského a distribučního řetězce leteckého paliva [5]

Požadavky na konstrukci systému by se měly uplatňovat při jakýchkoli budoucích úpravách nebo větších opravách či modernizaci stávajících zařízení a vybavení, a odpovídajícím způsobem splnit požadavky na údržbu. [5] Tyto požadavky na letištní palivové sklady a hydrantové systémy jsou popsány v EI 1540.

2.5 EI 1540 DESIGN, CONSTRUCTION, COMMISSIONING, MAINTENANCE AND TESTING OF AVIATION FUELLING FACILITIES

V rámci práce je pracováno s pátým vydáním z roku 2014. V závislosti na rozsahu provozu na letišti se obvykle používají tyto metody doplňování paliva: cisterny, hydrantový systém nebo pevné výdejní místo.

Využití cisteren umožňuje využití vzdálenějšího a hůře přístupného místa pro přečerpávání paliva z letištních skladů do cisteren a pak následné čerpání ze samotných cisteren do letadel.

Hydrantový systém umožní vynechat článek cisterny, kdy je palivo rozvedeno potrubím a čerpadly v zemi a je přístupné na jednotlivých odbavovacích stáních v tzv. hydrantových šachtách přímo pro přečerpání do letadla. Čerpání pak probíhá prostřednictvím hydrantové obsluhy s mnohem menším vozem než celá cisterna. Hydrantové systémy jsou vystaveny hydraulickým rázovým tlakům nebo tlakovým rázům, když je přívod do letadla uzavřen, proto by v ideálním případě měla být vzdálenost mezi letištním skladem paliva a místem tankování co nejkratší.

Použití pevných výdejních míst je obvykle omezeno na menší letiště. Mohou být jediným zdrojem paliva nebo mohou doplňovat cisterny. Výdejní jednotka musí být vybavena vhodným typem filtru, hadicovým navijákem, měřičem, propojovacím kabelem uzemnění, bezpečnostním uzávěrem a mrtvým bodem (v případě tlakového plnění). Letadlo, které potřebuje palivo, se dostaví do tankovacího prostoru. Často se jedná o samoobslužný provoz s omezeným přístupem. Taková zařízení by měla být umístěna na odlehleém místě, aby se minimalizovalo riziko poškození v případě mimořádné situace.

Hydrantové systémy jsou předposledním krokem v řetězci dodávek leteckého paliva do letadel a jako takové musí splňovat všechny požadavky na návrh, konstrukci a provoz systému pro manipulaci s leteckým palivem, aby byla vždy zajištěna kvalita a čistota leteckého paliva. Dokončení konstrukce hydrantového systému může vyžadovat certifikační schválení regulační organizací před tím, než může být uveden do provozu.

Jakmile je hydrantový systém vybudován, není snadno přístupný pro kontrolu nebo pro účely údržby, a proto je třeba dodržovat správnou praxi při navrhování a výstavbě.

Hydrantový systém je definován jako zakopané palivové potrubí s přidruženými ventily, výtlačnými čerpadly, filtry, vypouštěcími a odvzdušňovacími místy, ventilovými komorami, šachtami a šachtovými ventily, přístrojovým vybavením, řídicím systémem, systémem nouzového vypnutí, systémem katodové ochrany a automatizovaným systémem testování integrity hydrantů pro účely bezpečného a účinného doplňování paliva do letadel. Hydrantový systém začíná na vstupu do hydrantového čerpadla, končí hydrantovým šachtovým ventilem používaným pro tankování letadel a ventilem nízkého bodu používaným pro odběr vzorků a údržbu. Hydrantový systém může také zahrnovat odbočky k hydrantovému ventilu zkušebního zařízení, ale bez zkušebního zařízení a zpětného potrubí, a k izolačnímu ventilu zařízení pro plnění paliva, ale bez filtrace, měřiče, hadic a spojek. Hydrantové systémy mohou také zahrnovat pevná výdejní místa.

Palivo je do hydrantového systému dodáváno pod tlakem z letištního skladu paliva prostřednictvím pevného potrubí, které je obvykle uloženo v zemi, do hydrantových šachet

umístěných na každém tankovacím místě letadla. Tyto čerpací stanice jsou obvykle umístěny na odbavovací ploše v blízkosti budov terminálu pro cestující nebo nákladní dopravu, aby bylo možné tankovat palivo během odbavení letadla. Letadlo je zásobováno palivem pomocí jednoho nebo v některých případech dvou hydrantových výdejních vozů. Ta jsou připojena ohebnou hadicí k hydrantovému ventilu umístěnému v hydrantové šachtě a k adaptéru pro tankování letadla. [6]

3 DOPORUČJÍCÍ, PORADNÍ MATERIÁLY A SMĚRNICE

Stejně jako legislativní dokumenty je potřeba pracovat i s doporučujícími a poradními materiály od výrobců letadel, jak je vhodné odbavovat jejich letadla a jaké mají nároky a požadavky, a se směrnicemi samotného letiště, které říkají a určují jakým způsobem probíhá provoz na plochách a popisují základní pravidla letiště.

3.1 LETECKÁ INFORMAČNÍ PŘÍRUČKA (AIP)

Jedná se o dokument, který obsahuje veškeré potřebné informace pro pilota k letecké navigaci v dané zemi. V České republice tuto příručku vydává Řízení letového provozu ČR, s.p.

Skládá se ze tří částí, Část 1 – Všeobecné údaje, Část 2 – Trate a Část 3 – Letiště. V poslední části se nachází i letiště LKPR, s dokumentem „AD 2-LKPR-15 – LKPR AD 2.20 Pravidla pro místní provoz“. Tento dokument, který je dále rozebrán, obsahuje veškeré základní informace provozu na místních komunikacích.

3.1.1 Vizualní naváděcí systém na stání (VDGS)

Na LKPR je primárně provozován naváděcí systém APIS++ (aircraft parking and information systém) a to na stáních: 1, 1A, 1B, 3, 3A, 3B, 4, 4A, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 14A, 15, 17, 18, 19, 19A, 20, 21, 21A, 22, 22A, 22B, 23, 24, 24A, 24B, 26, 27, 28, 29, 30, 31. Na jediném stání je použit systém APIS-R [7]. „V případě provozu za nízké dohlednosti je vizualní naváděcí systém APIS++ uveden mimo provoz. Služba řízení na dotčených stáních je během provozu za nízké dohlednosti zajištěna vozidlem FOLLOW ME, vizualní naváděcí systém APIS-R je v provozu i během provozu za nízké dohlednosti.“ [7]

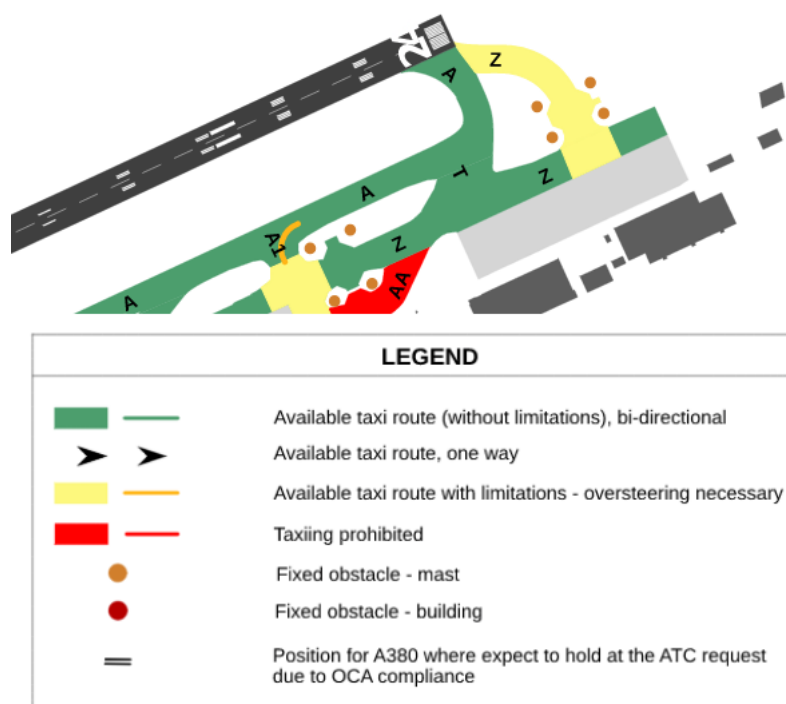
3.1.2 Provoz kritických typů letadel

„LKPR je běžně použitelné pro letadla do velikosti typu Boeing 747-400 (rozpětí 65 m, délka trupu 71 m). Za podmínek níže stanovených je povolen provoz typů Airbus 380,

Airbus 340-600, Airbus 350-1000, Boeing 777-300/300ER, Boeing 747-8, Antonov 124, Lockheed C5.

[...]

Pro uvedené kritické typy letadel jsou použitelné pouze trasy poježdění dle mapy LKPR AD 2-20-1“ [7], pro tuto práci důležitá oblast je znázorněna na Obrázku 3.1



Obrázek 3.1 Výstřižek oblasti kolem OPV z LKPR AD 2-20-1 [8]

„Vedení vozidlem FOLLOW ME je povinné pro typy Airbus 380, Boeing 747-8, Antonov 124, Lockheed C5 pouze na pojezdových drahách na odbavovací ploše a pojezdových pruzích.

[...]

Na základě výsledků studie provozní bezpečnosti se při poježdění na TWY aplikuje bezpečná vzdálenost konce křídla od pevné překážky 7,5 m.

[...]

Posádky letadel jsou žádány, aby v obloucích používaly techniku nadjíždění. Bezpečná vzdálenost od okraje TWY a překážek je zaručena v případě, kdy geometrický střed hlavního podvozku letadla pojíždí po osovém značení. Z důvodu zvýšení bezpečnosti je nadjíždění doporučeno i pro všechna letadla kódového písmene E.“ [7]

3.2 SMĚRNICE – DOPRAVNÍ ŘÁD LETIŠTĚ PRAHA RUZYNĚ

„Dokument upravuje pravidla silničního provozu na LKPR v neveřejném prostoru na obslužných letištních komunikacích, na pohybové a manipulačních plochách a na účelových komunikacích ve veřejném prostoru letiště. Definiuje pravidla pohybu MMP, značky a značení, bezpečnostní zóny letadel a ruční signály pro pohyb MMP.“ [9]

3.2.1 Značky a značení na obslužných letištních komunikacích a odbavovacích plochách.

Tyto značky a značení budou dodrženy i při návrhu úprav na OPV tak, aby se mohlo plynule navázat na současnou podobu.

Hranice pásu pojezdové dráhy:

Červená plná čára šířky 40 cm určující pás pojezdové dráhy, viz Obrázek 3.2



Obrázek 3.2 Hranice pásu pojezdové dráhy [9]

Hranice stání letadla:

Červená plná čára šíře 20 cm určující prostor stání letadla, stejná jako na Obrázku 3.2, jen užší.

Hranice alternativního stání letadla:

Červená přerušovaná čára šíře 20 cm určující hranici alternativního stání letadla, stejná jako na Obrázku 3.2, jen užší a přerušovaná.

Pohotovostní stání MMP:

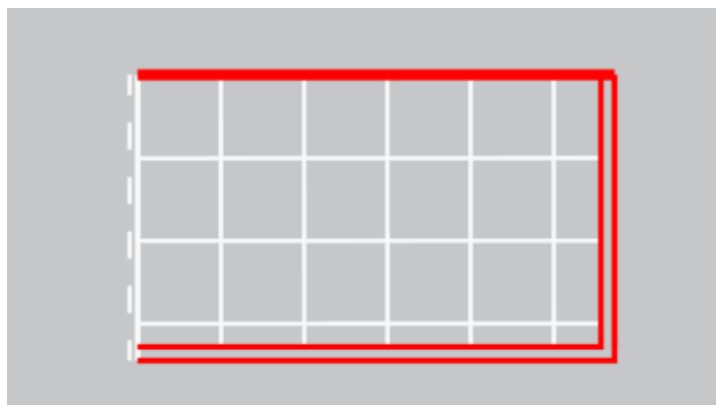
Červená plná čára v kombinaci s bílou čarou vyznačují hranici pohotovostního stání MMP a osob. Toto stání slouží pouze ke shromáždění MMP a osob podílejících se na odbavování letadla.



Obrázek 3.3 Pohotovostní stání MMP [9]

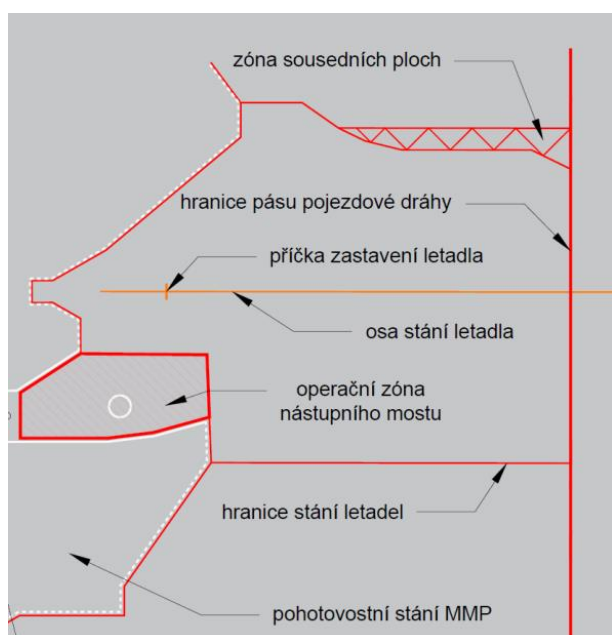
Alternativní pohotovostní stání MMP:

Alternativní pohotovostní stání MMP slouží pouze ke shromáždění MMP a osob podílejících se na odbavování letadla stojícího na hlavním stání letadla.

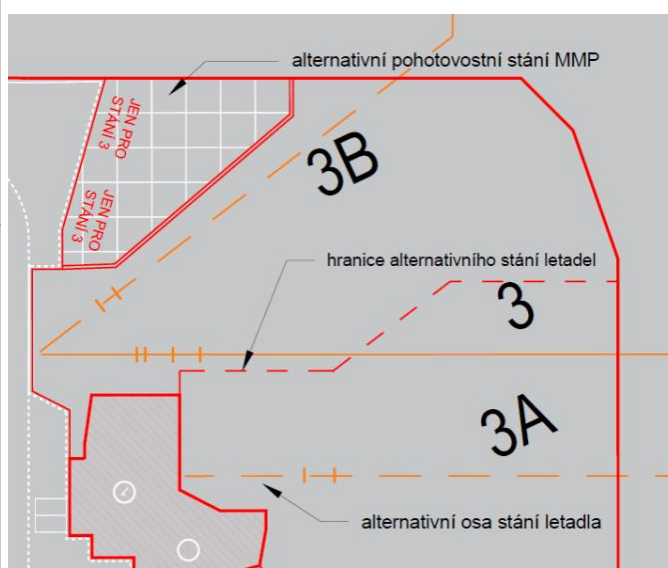


Obrázek 3.4 Alternativní pohotovostní stání MMP [9]

3.2.2 Příklady značení stání letadel



Obrázek 3.5 Příklady značení stání letadel A [9]



Obrázek 3.6 Příklady značení stání letadel B [9]

Návrh rekonfigurace, který je závěrem této práce, se drží zavedeného značení odbavovacích ploch užívaného na LKPR a nezavádí žádné nové znaky, značky a značení.

3.2.3 Bezpečná vzdálenost před/za motory letadel v chodu

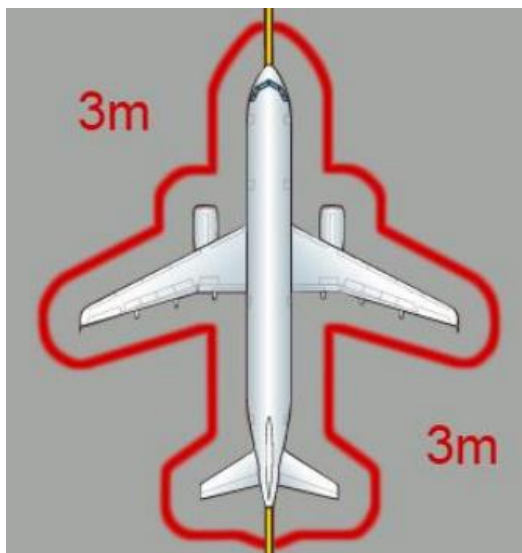
Jelikož na stání letadla zajíždějí většinou za pomoci vlastních motorů, je třeba dbát i této vzdálenosti, protože letadlo při zastavení na stání má stále spuštěné pohonné jednotky. Tato vzdálenost nesmí sahat mimo stání letadla a zasahovat do pohotovostních stání MMP.

Tabulka 3.1 Bezpečná vzdálenost před/za motory letadel v chodu [9]

	velká proudová kódové písmeno: D,E,F,G	střední proudová kódové písmeno: C	malá proudová kódové písmeno: A,B / turbovrtulová /s pístovými motory
vstupní proud	7,5 m	7,5 m	5,0 m
letadla na stání letadel a během vytlačování	75 m	55 m	30 m
letadla pojíždějící na TWY	100 m		
A380 pojíždějící na TWY	130 m		
letadla na RWY/motorová zkouška	300 m		

3.2.4 Bezpečnostní zóny kolem stojících letadel s vypnutými motory

„Bezpečnostní zóna kolem stojícího letadla je definována fiktivní čarou bezpečnosti lemující ve vzdálenosti 3 m obrys celého letadla“, znázorněno na Obrázku 3.7



Obrázek 3.7 Bezpečnostní zóna kolem stojícího letadla [9]

„V této bezpečnostní zóně se mohou pohybovat pouze MMP, které vyžadují přímý kontakt s letadlem za účelem údržby, kontrol, oprav a poskytování technického nebo obchodního odbavení letadla, a to pouze v místě přímého kontaktu. Tyto MMP mohou vjet/vyjet do/z této bezpečnostní zóny až po zastavení motorů letadla a po zajištění kol podvozku brzdícími klíny.

Z důvodu omezeného vizuálního rozhledu a blízkosti letadla s možností jeho poškození jsou řidiči vybraných typů MMP povinni při vjíždění/vyjíždění do/z bezpečnostní zóny se řídit pokyny oprávněné osoby, která pomocí ručních signálů naviguje příslušného řidiče MMP. Standardní ruční signály musí být použité dle kapitoly IX. Vybrané typy MMP:

- pro nakládání letadel (pásový/paletový nakladač, vysokozdvížený vozík);
- k nástupu/výstupu cestujících;
- s vysokým dosahem (catering/ambulift);
- provádějící obsluhu toaletních systémů a zásobování pitné vody;
- provádějící tažení a vytlačování letadel.

Personál zajišťující obsluhu letadla musí počítat s měnící se výškou letadla během nakládky a vykládky, je proto důležité dodržet bezpečnou vzdálenost mezi letadlem a MMP.

[...]

Podjíždět letadla mohou pouze MMP, u kterých je to stanoveno provozním postupem.

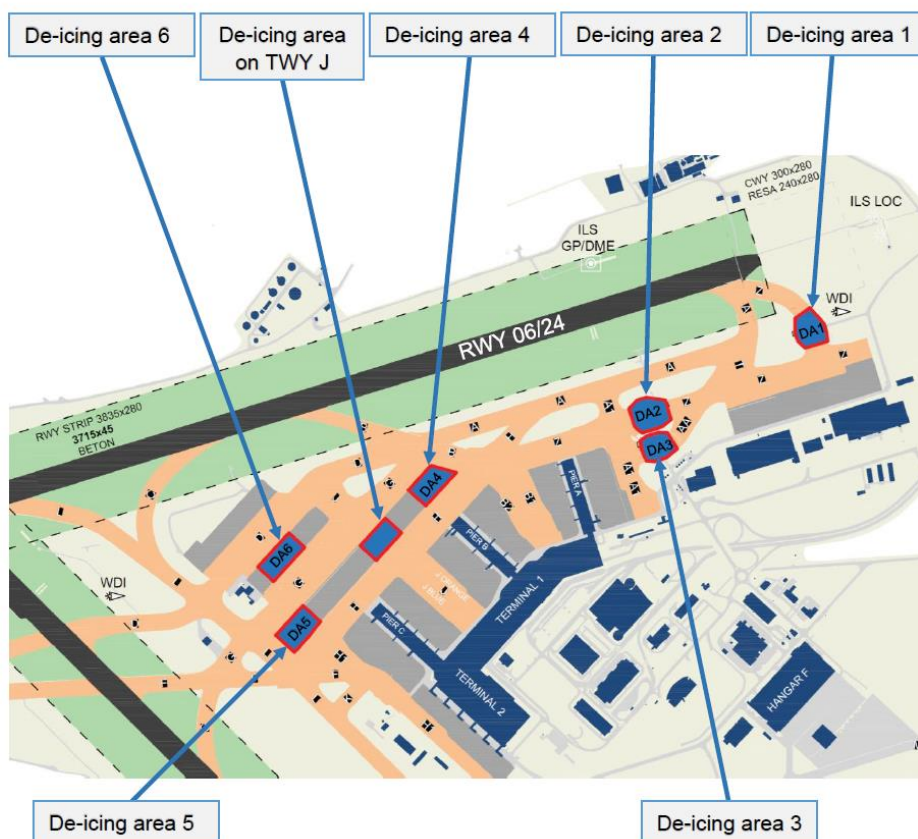
Tato zóna neplatí pro ambulift, pokud má vozidlo při příjezdu k letadlu aktivovaný funkční kamerový systém a pro MMP, která provádějí odmrazování letadel.“ [9]

3.3 SMĚRNICE – ODMRAZOVÁNÍ LETADEL NA LKPR

Předmětem Směrnice je popsat postupy při odmrazování letadel (de-icing) a protinámrazové ošetření (anti-icing) na PRG a doplnit informace publikované v AIP a postupu zimní údržby ploch na letišti. [10]

Pro tuto práci nás zajímá pouze areál Sever, ve kterém se OPV nachází. Je zde hned několik oblastí určených k odmrazování a to:

- De-icing area 1,
- De-icing area 2,
- De-icing area 3,
- De-icing area 5,
- TWY J – povoleno pouze ve výjimečných případech,
- na všech stáních OPV – pouze pro letadla zde odbavena a ve výjimečných případech.



Obrázek 3.8 Odmrazovací stání v areálu SEVER [10]

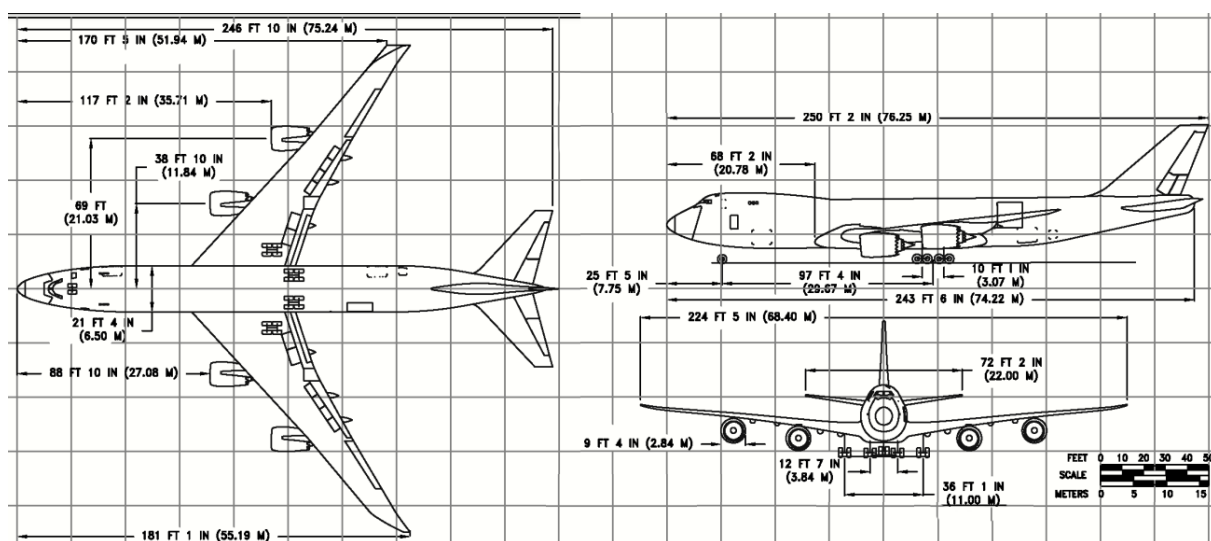
Odmrazování kritických typů primárně probíhá na DA2, v případě typů A340-600, A350-1000, a B777-300/300ER lze odmrazovat i na DA1. Odmrazování typů A380, AN124 a C5 na DA2 je možné pouze v postavení ve směru pojiždění na RWY 24. [10]

3.4 DOPORUČUJÍCÍ MATERIÁL – VÝROBCI LETADEL – STÁNÍ LETADEL

Stání letadel budou posuzována především na kritické typy letadel, ať jde o rozpětí křídel nebo délku letadla. Pokud budou stání vyhovovat těmto kritickým modelům, budou vyhovovat i ostatním nekritickým typům. V tomto případě jde především o B747-8F a B777F, jedno stání je dimenzováno i pro A380, ale ty se zde obchodně odbavovat nebudou, spíše jde o záložní / technické odstavení letadla.

3.4.1 Boeing B747-8F

Jedním z největších typů nákladních letadel, které se mohou na PRG pravidelně vyskytnout je B747-8F.

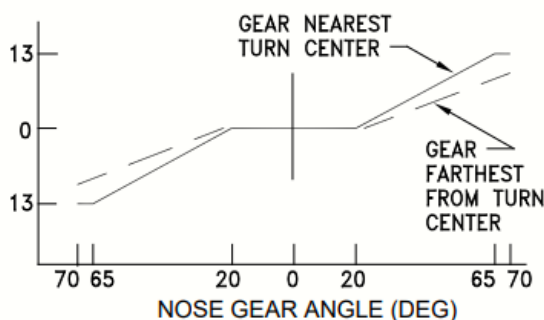


Obrázek 3.9 B747-8F – obecné rozměry [11]

Hlavní charakteristiky:

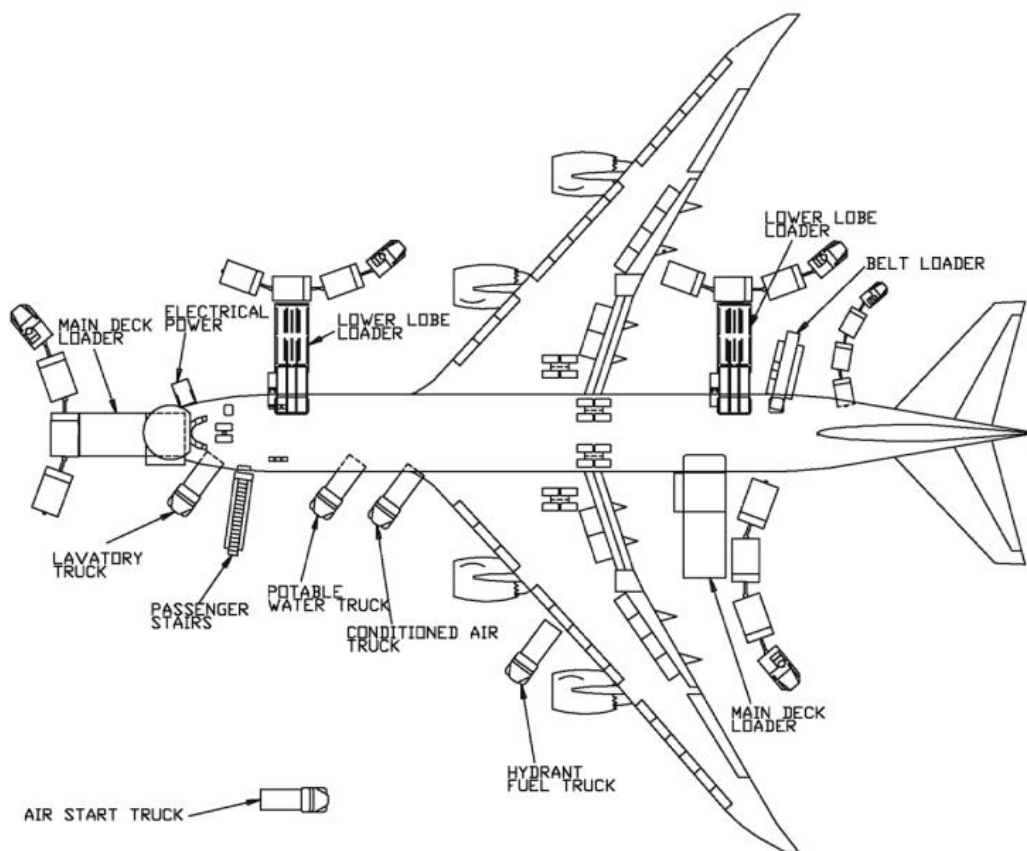
- Rozpětí: 68,4 m;
- Délka: 76,25 m;
- Minimální poloměr otáčení předního kola: 30,8 m;
- Minimální poloměr otáčení vnějšího kola hlavního podvozku: 16,8 m;
- Minimální poloměr otáčení nosu letadla: 37,5 m;
- Minimální poloměr otáčení vnějšího konce křídla: 48,5 m;
- Minimální poloměr otáčení vnějšího konce výškového kormidla: 43,9 m.

Podvozek B747-8F je složen z příďového a hlavního podvozku, kde hlavní podvozek je tvořen dvěma páry. Jeden pár pevného podvozku je umístěn pod křídly a jeden pár podvozku je pak pod trupem, ten se při pojíždění otáčí až o 13°, což umožňuje lepší manévrovatelnost při pojíždění a zastavování letadla. Během vzletu a přistání je podvozek pod trupem vycentrován a uzamčen. Příďový podvozek se otáčí až o 70°. Podvozek pod trupem, se začíná zapojovat do zatáčení letadla tehdy, když je příďový podvozek natočen o 20°, jak je vidět na Obrázku 3.10.



Obrázek 3.10 B747-8F – Závislost otáčení hlavního podvozku na příďovém podvozku [11]

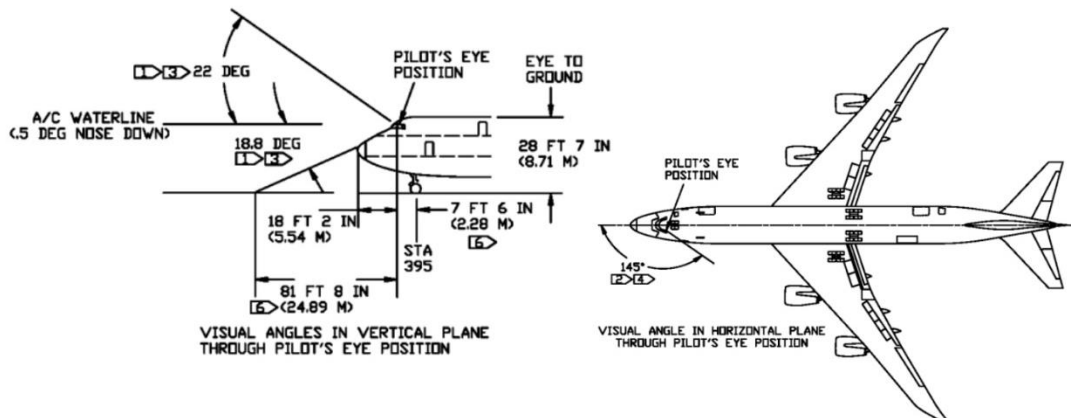
Podle předpisů, viz Tabulka 2.1 musí být kolem letadla obálka 7,5 m, do které žádné jiné letadlo nezasáhne při stání a pojíždění. Na Obrázku 3.11 je znázorněno výrobcem typické odbavení tohoto letadla.



Obrázek 3.11 B747-8F – uspořádání klasického pozemního odbavení [11]

Toto letadlo pojme 46 leteckých palet.

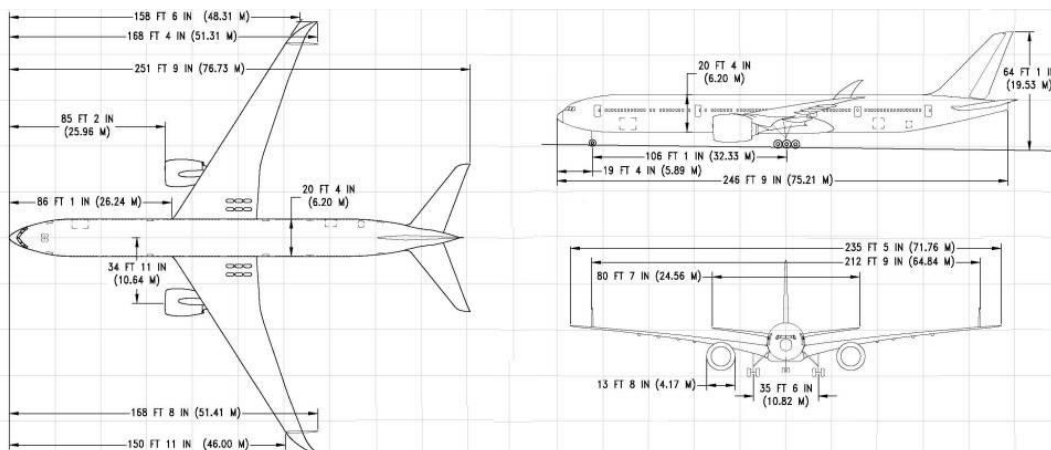
Výhledové úhly z pilotní kabiny jsou znázorněny na Obrázku 3.12, tyto úhly budou pak důležité pro umístění VDGS



Obrázek 3.12 B747-8F – vertikální a horizontální výhledové úhly [11]

3.4.2 Boeing 777-8/9

Jde o jedno z novějších letadel. Na tomto letadle je nejzajímavější jeho koncepce skládání konců křídel. Za druhé světové války letadla, která létala z letadlových lodí, měla na palubě lodi složená křídla tak, aby se jich na palubu vešlo co nejvíce, a zde tomu není jinak. Letadlo má sklopné konce křídel tak, aby se na pojezdových drahách a odbavovacích plochách mohlo chovat jako letadlo kódového písmene E do rozpětí křídel do 65 m, ale mělo lepší efektivitu provozu díky rozpětí po rozložení necelých 72 m, což už odpovídá kódovému písmenu F. Tato kódová písmena jsou rozebrána v Tabulce 1.1

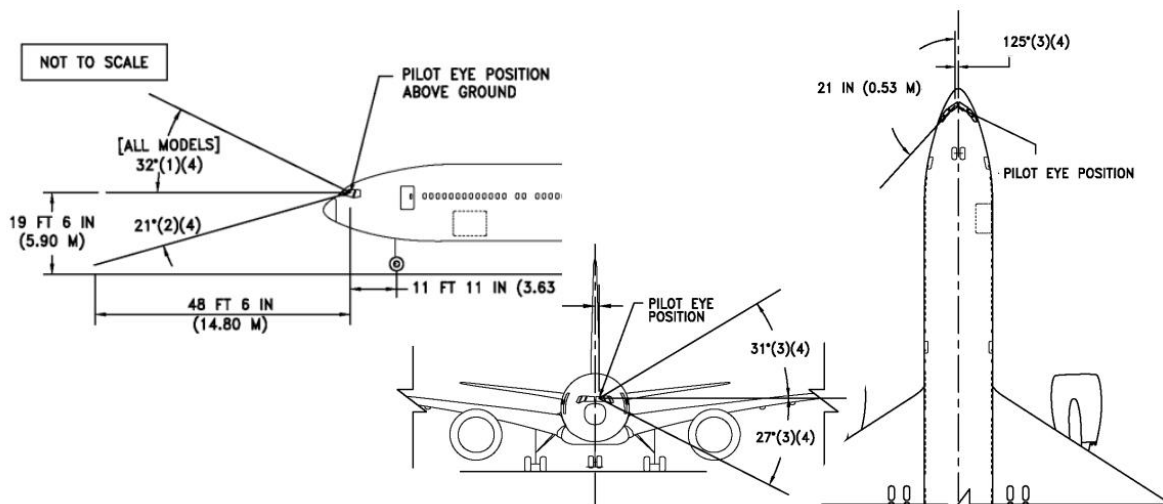


Obrázek 3.13 B777-9 – obecné rozměry [12]

Jakmile letadlo po přistání dosáhne rychlosti nižší než 50 uzlů, systém automaticky začne konce křídel skládat, tento přechod letadlu trvá 20 sekund. [12]

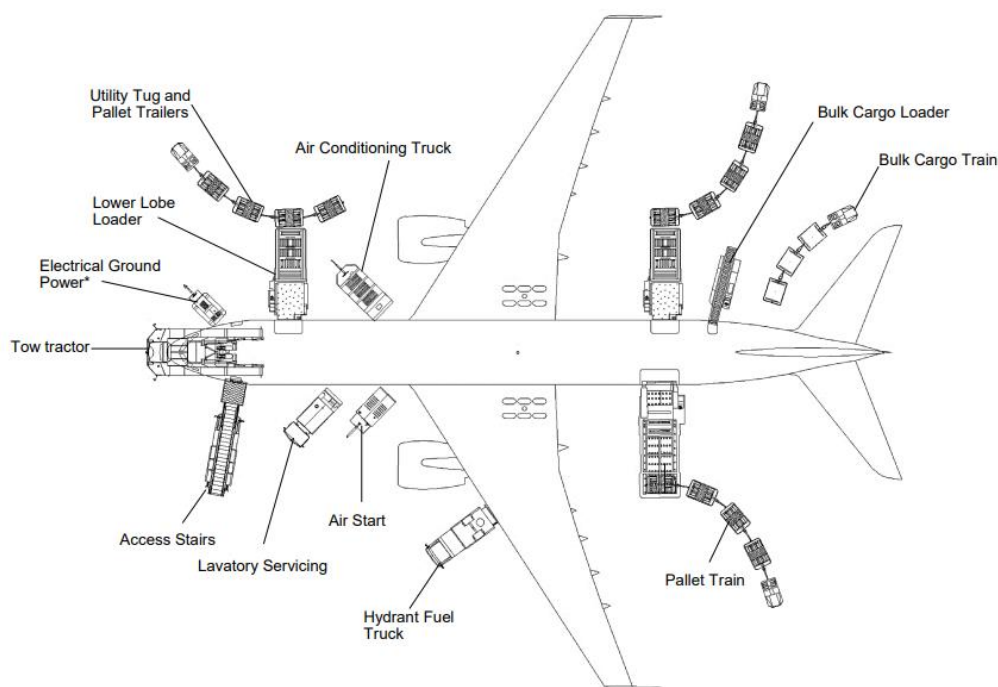
Rozpětí křídel u tohoto letadla pro nás tedy není kritickým rozměrem, tím je délka letadla, která je 76,73 m. Toto letadlo ke svému otočení o 180° potřebuje zpevněnou plochu o minimální šířce 58 m. [13]

Výhledové úhly z pilotní kabiny jsou znázorněny na Obrázku 3.14, tyto úhly budou pak důležité pro umístění VDGS



Obrázek 3.14 B777-9 – Vertikální a horizontální výhledové úhly [12]

Vzorové umístění pozemní techniky pro odbavování letadel rodiny Boeing 777 v nákladní úpravě je na Obrázku 3.15

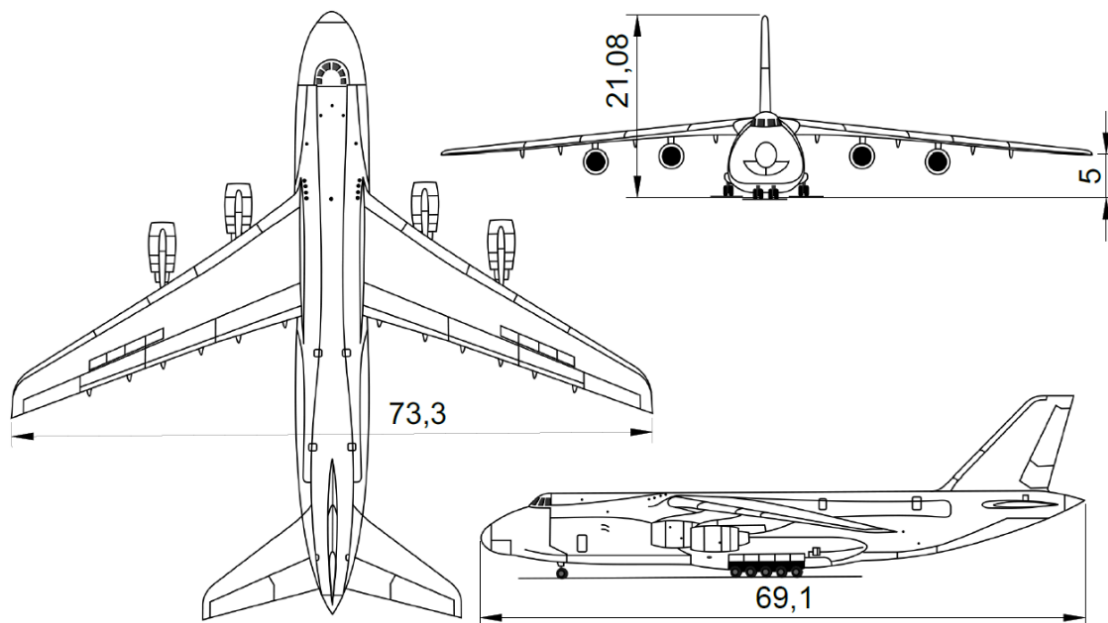


Obrázek 3.15 B777-8F – uspořádání klasického pozemního odbavení [13]

3.4.3 Antonov AN-124

Letadlo AN-124 je největší letadlo, které se na letišti v současnosti může objevit. Pokud dimenze stání pro pravidelné lety budou mít část nevyužitého prostoru, je na místě jedno stání dimenzovat tak, aby tam mohl AN-124 stát a neomezoval provoz na OPV.

Kritický rozměr tohoto letadla je jeho rozpětí, které činí 73,3 m. Na délku měří 69,1 m, což je méně než B747-8F, jak je vidět na Obrázku 3.16.



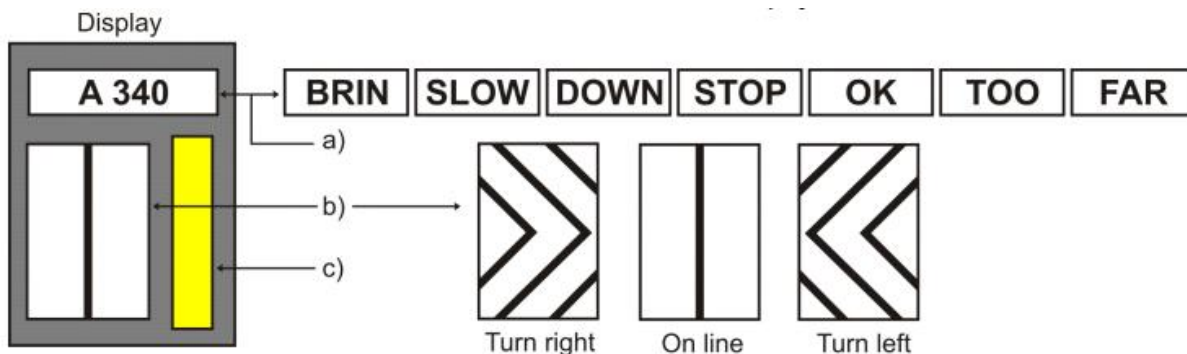
Obrázek 3.16 AN-124 – obecné rozměry

Pro toto letadlo výrobce neposkytuje schéma typického odbavení, což dává smysl, jelikož většina letů tohoto letadla je netypická a každé odbavení si žádá jiné postupy a techniku.

3.5 NAVÁDĚNÍ LETADEL NA STÁNÍ

Vizuální naváděcí systém na odbavovací ploše (VDGS) je systém, který poskytuje informace pilotovi pokoušejícímu se zastavit letadlo na letištním stání vizuálními metodami.

Na LKPR se primárně využívá systém APIS++, proto bude uvažován i na OPV. Vizuální rozhraní tohoto systému vypadá jako na Obrázku 3.17.



Obrázek 3.17 APIS++ Vizuální rozhraní [7]

- a) Displej zobrazující: Číslo stání, typ letadla, sérii letadla (v některých případech i počet dveří), číslo linky, “STOP/BRIN”, “SLOW/DOWN”, “STOP”, “OK”, “TOO/FAR”, vzdálenost k místu zastavení, plánovaný čas odletu, destinaci, TOBT a TSAT. Časy jsou uváděny v UTC.
- b) Indikátor směrového vedení.
- c) Indikace vzdálenosti: indikátor je celý žlutý, je-li letadlo vzdáleno alespoň 15 m od místa zastavení.

Maximální rychlost pojíždění na stání je 11 km/h (6 KT). V případě vyšší rychlosti pojíždění není zaručena správná funkce systému pro navádění letadel na stání. Překročí-li rychlost pojížděcího letadla 11 km/h (6 KT), displej zobrazí “SLOW/DOWN”.

Indikátor vzdálenosti je celý žlutý, je-li letadlo vzdáleno alespoň 15 m od místa zastavení. Když je vzdálenost 13 m od místa zastavení, žlutá indikace vzdálenosti se začne od spodu zkracovat. Na displeji problikává pouze typ letadla.

Překročí-li letadlo limit pro správné stání, displej zobrazí “TOO/FAR”. V takovém případě bude vyžádán posun letadla do správného místa zastavení.

Displej se automaticky vypne po zastavení letadla.

Směrové vedení je určeno pouze pro levou sedačku. [7]

4 PLNĚNÍ LETADEL PALIVEM

Většina vrtulníků, menší letadla s turbínovými motory a všechna letadla s pístovými motory jsou plněna samospádem z horní strany křídel. To znamená, že při plnění je do nádrží přiváděn otevřený proud paliva, který velmi víří hladinu, a dochází tak k velkému odparu. To způsobuje ztráty až 2 % paliva. Zároveň je tento způsob plnění pomalejší než tlakový, proto jsou dopravní letadla plněna primárně tlakově, je to rychlejší a dochází k menším ztrátám. Dopravní letadla

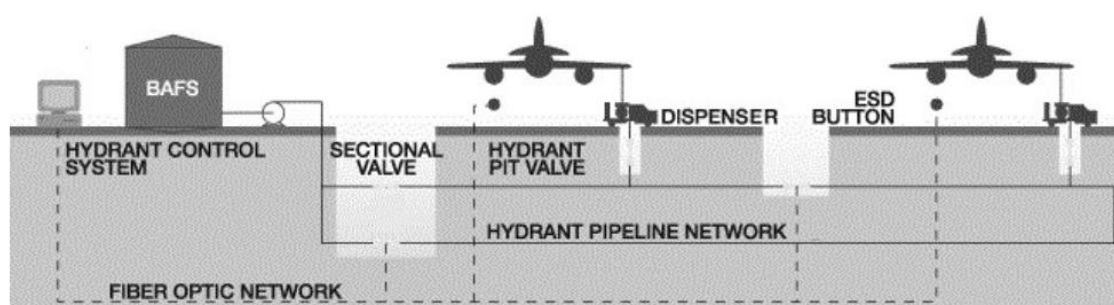
stále mají možnost plnění samospádem, ale ta se v praxi využívá maximálně při údržbě nebo opačně pro odčerpání paliva například při mimořádné události.

Vstupní otvor pro tlakové čerpání paliva se nachází na spodní straně křídel. U úzkotrupých/dvoumotorových letadel je zpravidla vedle motoru na pravém křídle nebo osově souměrně na obou křídlech. U širokotrupých/čtyřmotorových letadel se nachází dva otvory na každém křídle. Pokud je letadlo vybaveno centrální nádrží pro vyšší dolet, je tato nádrž plněna interně přečerpáním z nádrží na křídlech.

Po načerpání požadovaného množství paliva se ventil automaticky uzavře. Pokud by došlo k přeplnění nádrží, přebytečné palivo přeteče odvodušňovacím potrubím do pomocných ventilačních nádrží na konci křídel, díky tomu se zamezí rozlití paliva na odbavovací plochu. Tyto nádrže slouží primárně ke kompenzaci tepelné roztažnosti paliva. Po přetečení těchto nádrží začne palivo vytékat z křídla ventilačním otvorem.

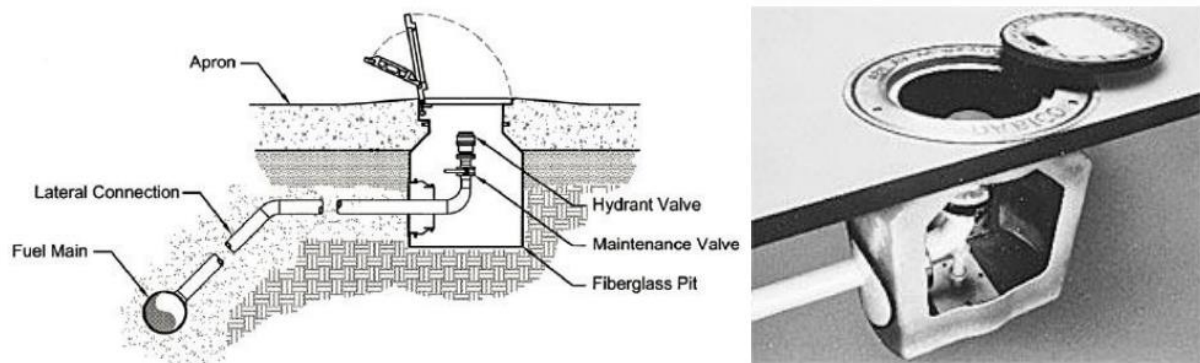
4.1 HYDRANTOVÝ SYSTÉM

Na letištích s významným podílem pravidelné mezinárodní dopravy existují v zásadě dva způsoby doplňování paliva. První možností je použití cisteren, které přečerpávají palivo z vlastní nádrže do letadla, které je s cisternou spojeno hadicí. Druhou možností je využití speciálního podzemního potrubního systému, který dodává palivo ze skladu paliva přímo do letadla. K propojení nádrže letadla s podzemním potrubním systémem se používá speciální vozidlo – dávkovač. Jedna hadice spojuje vozidlo a nádrže letadla, druhá spojuje vozidlo s hydrantovým ventilem. Tento ventil je zapuštěn v odbavovací ploše ve speciální sklolaminátové jámě. Schéma letištního hydrantového systému je znázorněno na Obrázku 4.1



Obrázek 4.1 Schéma letištního hydrantového systému [14]

Hlavní potrubí vytváří uzavřenou smyčku kolem odbavovací plochy. Tím je zajištěna cirkulace paliva v systému. Kromě toho existuje mnoho bočních přípojek spojujících hlavní potrubí s hydrantovými šachtami.



Obrázek 4.2 Hydrantová šachta [14]

Hydrantové systémy jsou považovány za optimální způsob doplňování paliva, protože poskytují ekologický, rychlý a spolehlivý způsob doplňování paliva s celkovým pozitivním dopadem na bezpečnost a efektivitu každodenního provozu letiště.

Se zavedením hydrantového systému jsou spojeny různé druhy výhod. Jednak je celková doba doplňování paliva kratší, dále se zvyšuje bezpečnost na letištní ploše, protože se používají menší a lehčí dávkovač, které nepřevážují žádné hořlavé palivo. Rovněž dopady na životní prostředí jsou nižší díky nižším emisím. Po vybudování a zavedení hydrantového systému bude letiště potřebovat pro stejný rozsah provozu méně dávkovačů než cisteren. Na rozdíl od cisteren nemusí dávkovač jezdit mezi čerpací stanicí pro nákladní automobily a odbavovací plochou. Navíc dávkovače, jakožto menší vozidla, mohou být zaparkovány v blízkosti stání letadel, které obsluhují, zatímco velké cisterny musí být vzhledem ke své velikosti zaparkovány ve vzdálenějších oblastech k tomu určených.

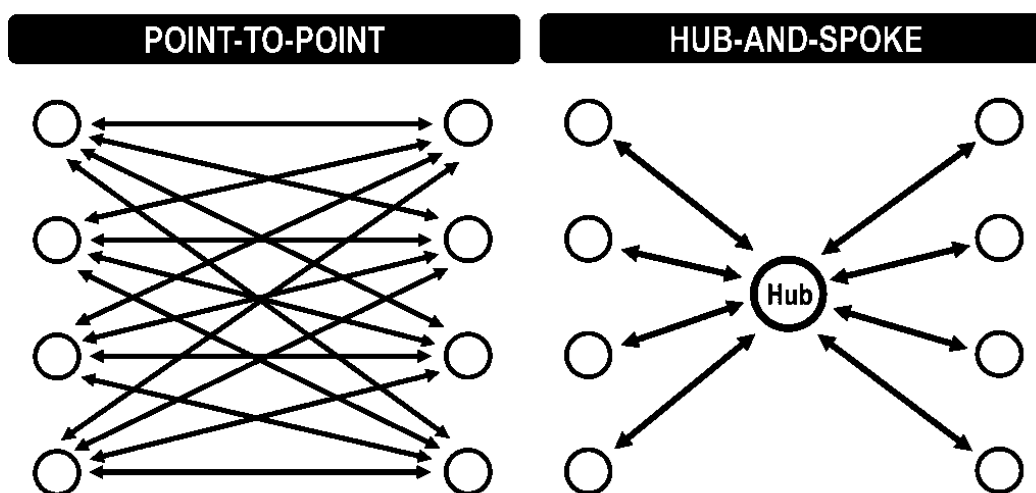
Zavedení hydrantového doplňování však neznamená, že se letiště může zbavit všech cisteren. Několik z nich musí být stále přítomno v případě potřeby odčerpání letadel nebo při údržbě či poruše části hydrantového systému. Záložní cisterny mají delší životnost a nižší provozní náklady z důvodu jejich nižšího využití. [14]

V této práci zavádíme hydrantový systém pouze na OPV, ne na celé letiště, takže v tomto případě se zatím o žádnou úsporu netýká, jelikož bude potřeba nakoupit novou techniku na obsluhu tohoto systému. Cisteren se letiště nezbaví, jelikož budou stále obsluhovat zbytek letiště. Zde jde spíše o investici do budoucího rozvoje letiště a rozložení nákladů na vybudování infrastruktury do delšího časového rámce.

5 REKONFIGURACE ODBAVOVACÍ PLOCHY VÝCHOD NA LETIŠTI PRAHA/RUZYNĚ

5.1 HLAVNÍ PROBLÉMY A OMEZENÍ SOUČASNÉHO ŘEŠENÍ

Na rozdíl od přepravy cestujících, kde je trendem přeprava Point to Point, se u nákladních přeprav stále preferuje přeprava Hub-and-Spoke, rozdíl mezi těmito přístupy k přepravám je znázorněn na Obrázku 5.1. Praha není HUBové letiště, ale destinační – Spoke. Bohužel díky své poloze uprostřed Evropy je pro Pražské letiště velice těžké se prosadit jako konečné letiště pro reálné nákladní lety.



Obrázek 5.1 Rozdíl mezi přepravou Point-to-Point a HUB-and-Spoke [20]

Současným trendem v rámci větších uzavřených ekonomických celků, jako jsou Spojené státy americké nebo v našem případě Evropský hospodářský prostor (EHP), je vykonávat poslední nebo první část letecké přepravy kamionem.

Uvedeme na příkladu exportu. Chceme zaslat zásilku do Šanghaje (PVG) přes společnost DHL. Speditér od aerolinky dostane let PRG – LEJ – PVG. Zásilku doručí aerolince na terminál na Pražském letišti (PRG), ale ta se už nedostane na odbavovací plochu do letadla a neodletí. Místo toho je umístěna na kamion, který jede Praha (PRG) – Lipsko (LEJ). V LEJ je zásilka vyložena z kamionu a zde je dána do letadla do PVG., tomu se říká Air Cargo Road Feeder Service neboli v češtině Silniční přeprava nákladu pro leteckou přepravu.

Z Prahy je blízko hned do několika velkých HUBů v rámci Evropy a denně se do těchto míst vypravují kamiony. Nejčastěji jde o Frankfurt (FRA), Amsterdam (AMS), Lipsko (LEJ) nebo Vídeň (VIE).

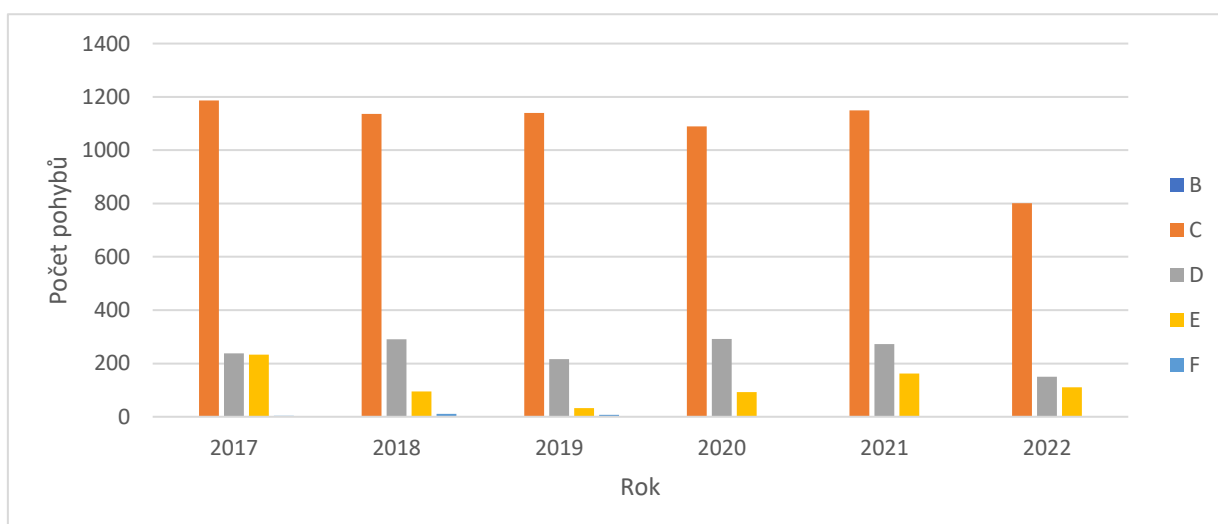
Bohužel z těchto zásilek a „letů“ PRG nevidí žádné obraty či zisky. Zásilky jsou v Praze zabezpečeny a zkontrolovány pro leteckou přepravu, ale z toho mají zisk a obrat pouze provozovatelé nákladních terminálů Skyport, Menzies a ENES, na letišti žádné letadlo nepřistálo a nebylo odbaveno, žádné poplatky letišti nejdou.

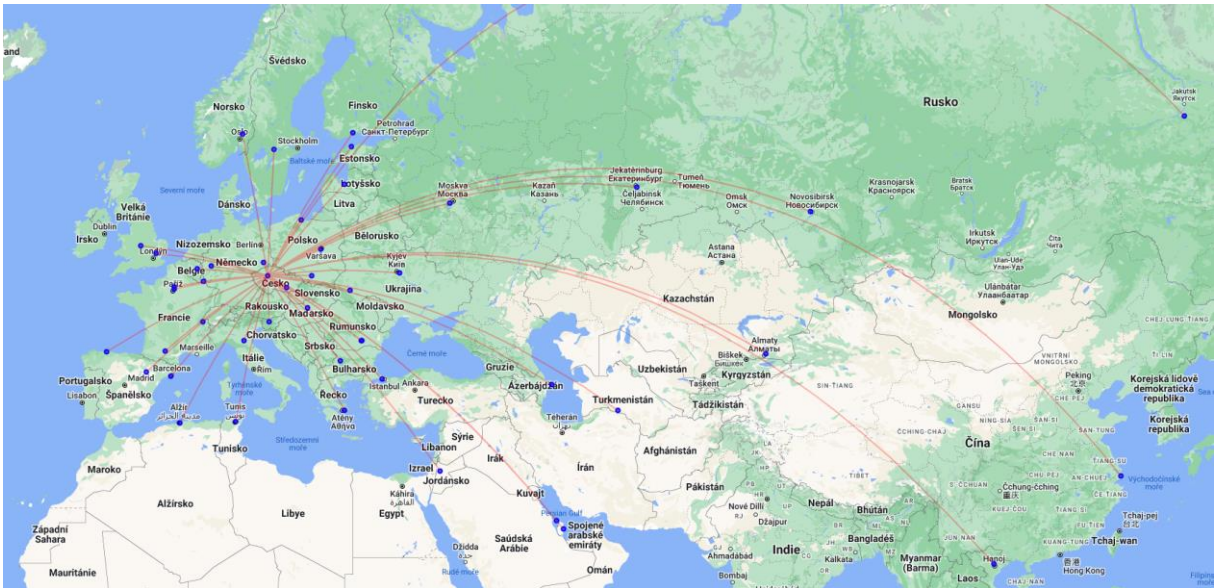
Jiné to může být u aerolinek, které nemají svůj HUB v rámci Evropy. Stále se děje, že aerolinka svezí kamionem zásilky do FRA a teprve odtud letí letadlo, případem může být Air China, která z Prahy svezí zásilky kamionem do FRA, až z FRA letí letadlo do Pekingu (PEK) nebo PVG. Ale zároveň je tu mnohem větší šance pro letišti zaujmout v zahraničí a přilákat přímé lety z HUB letišť. Případem je Turkish Airlines, které létají už poměrně dlouho přímé nákladní lety PRG – Istanbul (IST).

Tyto vzdálenější destinace by měly být hlavním zaměřením PRG, pokud chce tuto dopravu rozvíjet. K tomu ale také patří schopnost odbavit větší letadla, která tyto trasy obsluhují. Z dat v Grafu 5.1 lze na první pohled vidět, že za posledních 5 let primárně odbavovanými letadly byly letadla kategorie C. Ty se primárně využívají na kratší vzdálenost, což lze velice hezky znázornit z poskytnutých dat letišti za posledních 5 let, kam taková letadla mířila na Obrázku 5.2, šlo primárně o lety po Evropě a pár letů na Blízký a Dálný východ.

Je důležité zachování i kamionové přepravy mezi letišti, jelikož umožňuje přepravu nákladu z/do PRG pro Prahu exotickými aerolinkami, které nikdy na PRG nepřistály. Tím se maximalizuje obslužnost světa z PRG.

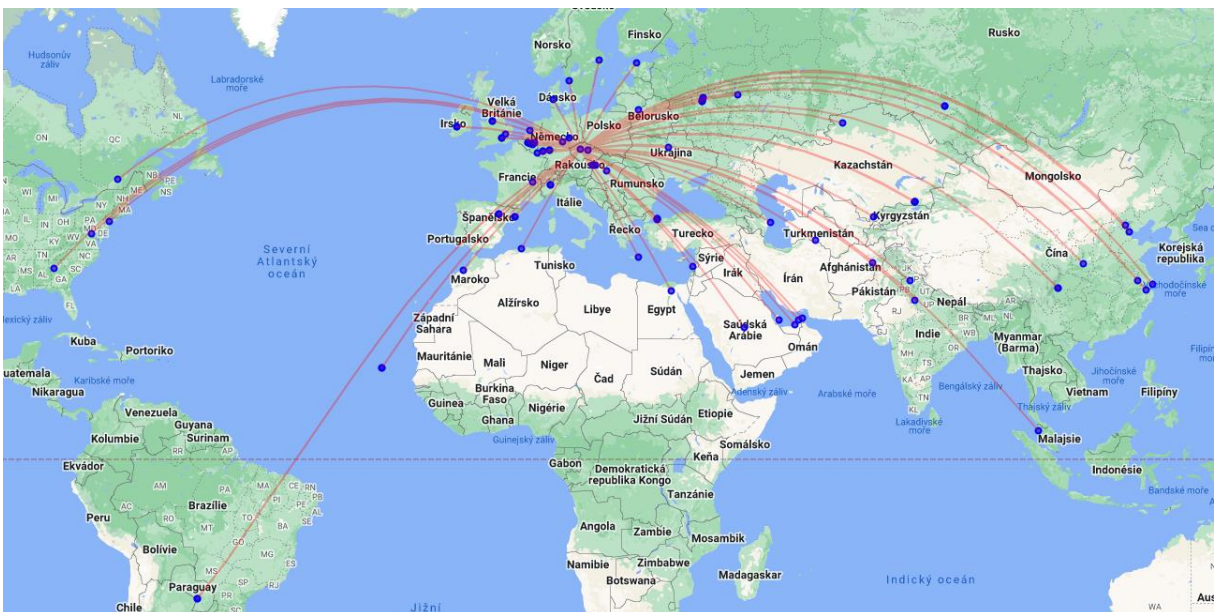
Graf 5.1 Počet odbavených typů letadel za období





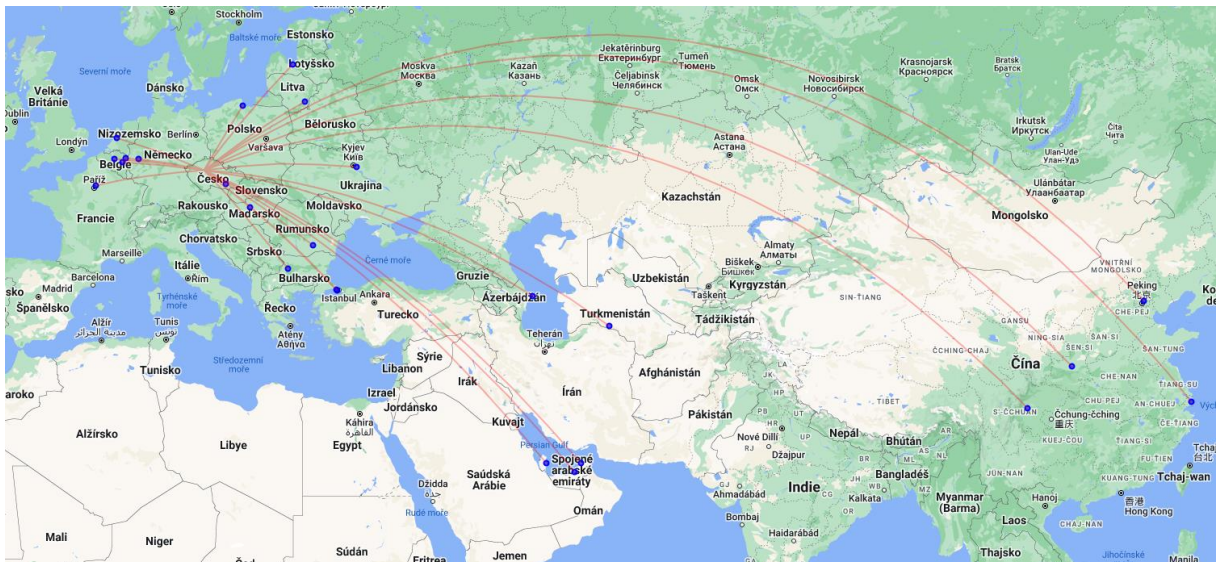
Obrázek 5.2 Lety letadel kategorie C 2017 - 2022

Letadla kategorie D jsou univerzálnější a dají se efektivně využít jak na kratší tak na delší přelety. Hlavními letadly využívanými na dlouhé lety jsou letadla kategorie E a F. Ty za uplynulých 5 let obsloužili destinace znázorněné na Obrázku 5.3. Na porovnání těchto dvou map je vidět velký rozdíl v destinacích.



Obrázek 5.3 Lety letadel kategorie E a F 2017 - 2022

Je třeba upozornit, že znázorněné mapy neberou v potaz počet uskutečněných letů do daných destinací, stačí jeden let do destinace a už je na mapě zaznamenána. Pokud by nás zajímaly jen pravidelnější destinace (v tomto případě destinace, kam se letělo alespoň 10x v období 2017 až 2022 včetně), můžeme se podívat na Obrázku 5.4, z něj je zřejmé, že nejde o mnoho destinací a jsou orientovány převážně na východ.



Obrázek 5.4 Pravidelné destinace všech kategorií 2017 - 2022

Datům z Grafu 5.1 odpovídá i skutečnost, že současná konfigurace umožňuje bezproblémové odbavení letadel do kategorie D. Kategorie E a F jsou odbavovány jen za určitých podmínek a omezení.

V Grafu 5.1 je vidět, že letadla kategorie C a D markantně převyšují ostatní kategorie. I když byl rok 2022 velice silný na letecké přepravy, co se globálního trhu týče, tak z Grafu 5.1 lze vyčíst, že pro PRG byl nejslabším rokem.

Využití stání na OPV od roku 2017 do roku 2022. K výpočtu využití stání bylo přistoupeno tak, že byla brána v potaz doba celého dne, jelikož OPV funguje neustále. I když se snažíme vyvarovat nočním vzletům a přistáním, kvůli nadměrnému hluku pro okolí letiště, z dat vyplývá, že nákladní lety přilétají a odlétají v průběhu celé noci. Výpočet je jednoduchý, viz Rovnice 1, kde a je doba obsazení stání, b je suma časového úseku, kdy mohlo být stání využito.

$$V = \frac{a}{b} \cdot 100 [\%] \quad [1]$$

Některá stání fungovala pouze dva roky z šesti, v takovém případě b je doba dvou let. V případě primárního a alternativního stání, pokud je obsazeno primární stání, nelze obsadit alternativní a vice versa, celkový čas obsazení primárního a všech sekundárních je sečten a tento součet je dosazen do Rovnice 1 na pozici a . Výsledky jsou uvedeny v Tabulce 5.1.

Tabulka 5.1 Průměrné využití OPV v období 2017 až 2022

Stání	Rok						Průměrné využití stání za celou jeho dobu fungování
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
E1, E1A, E1B	63,43%	44,74%					51,50%
E2, E2A, E2B	14,92%	26,46%	51,59%				30,99%
E3	5,78%	8,78%	23,93%	46,01%	45,58%	3,12%	22,20%
E4	3,43%	6,54%	4,94%	5,69%	5,45%	3,21%	4,88%
E5, E5A	8,92%	4,16%	2,99%	3,69%	9,51%	7,79%	6,18%
E6, E6A	1,54%	3,83%	6,45%	5,31%			4,28%
E7, E7A, E7B	23,33%	8,34%	4,18%	6,39%	7,17%	4,19%	8,93%
Průměrné využití OPV za rok	17,34%	14,69%	15,68%	13,42%	16,93%	4,58%	11,24%

V případě průměrného využití OPV za rok, byla doba b vynásobena počtem stání v tom roce použitelných. Data v Tabulce 5.1 korelují s daty v Grafu 5.1, je vidět klesající tendence obsazenosti s tím, že v roce 2021 to vypadalo velice nadějně a v roce 2022 přišla finanční krize a válka, které výrazně ovlivnily objem leteckých přeprav.

Aktuální konfigurace OPV umožňuje odbavit pouze 2 větší letadla zároveň, a to pouze do rozpětí 65 m. Při větších letadlech už je nutné zavádět omezení provozu. Tato skutečnost neumožňuje další rozvoj PRG v této oblasti služeb a je potřeba OPV uzpůsobit potřebám větších nákladních letadel, umožnit současné odbavení několika letadel kódového písmene F zároveň bez nutnosti omezení provozu, a ukázat aerolinkám, že PRG je dobrou, alternativou k velkým HUBům, které mají své nemalé problémy, ale zároveň zachovat až rozšířit kapacitu OPV pro nákladní letadla s rozpětím do 36 m, kterým se vůči jiným kategoriím v Praze aktuálně nejvíce daří.

5.2 NÁVRH REKONFIGURACE ODBAVOVACÍ PLOCHY VÝCHOD – PŘEHLED

Návrh rekonfigurace je založen na základě legislativních požadavků státu a EU, dále pak na směrnících, které na letišti aktuálně platí, a doporučujících materiálech, jako jsou dostupné charakteristiky letadla pro plánování letišť, které poskytují výrobci pro svá letadla.

Základem pro návrh byly výkresové podklady zachycující aktuální stav OPV, které k tomuto účelu poskytlo Letiště Praha. Tyto podklady byly zpracovány v programu AutoCAD s AviPLAN Airside Pro od společnosti Transoft solutions.

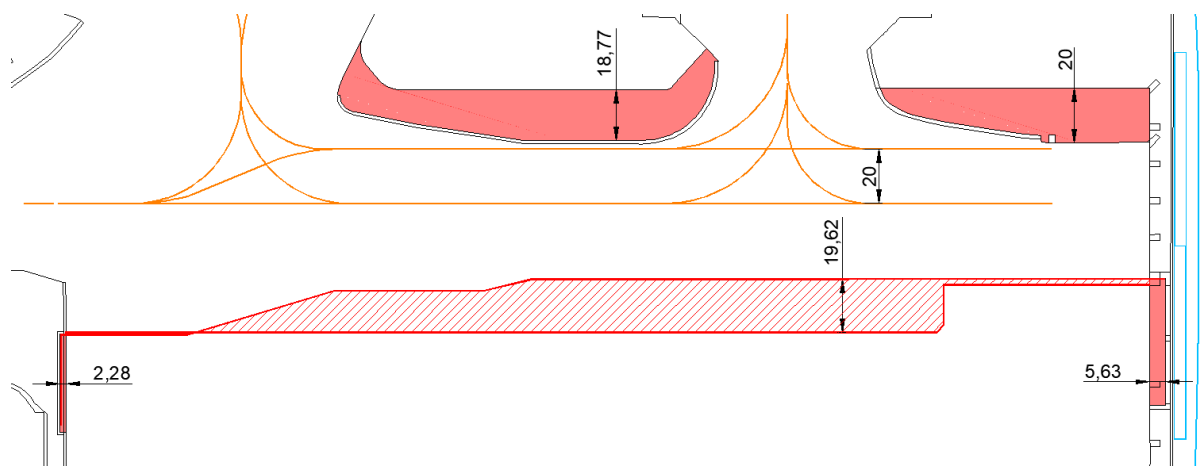
Konečná navrhovaná rekonfigurace OPV je složena z 5 hlavních stání, kdy tři z nich mají i alternativní stání. Při maximální obsazenosti je OPV schopna odbavit sedm letadel najednou. Tato stání jsou rozepsána v Tabulce 5.2

Tabulka 5.2 Kategorie stání letadel na rekonfigurované OPV

Stání	Základní konfigurace	Alternativní konfigurace
E1	D52	-
E1A	-	C36
E1B	-	C36
E2	D52	-
E2A	-	C36
E3	F69	-
E3A	-	C36
E3B	-	C36
E4	F80	F80
E5	F69	F69
CELKEM STÁNÍ	5	7

S tím že pokud je obsazeno stání E1B nelze využít primárního stání E2 a lze využít pouze alternativní stání E2A.

V rámci rekonfigurace OPV se počítá s jednou zásadní stavební úpravou tohoto prostoru nad rámec zabudování zdrojů do země, a to rozšíření plochy k dráze o 20 m v délce od křížení TWY T a Z až po konec pojezdového pruhu Z. K tomuto rozšíření došlo za účelem posunutí TWY Z dále od hranice stání, aby tato hranice mohla být také posunuta, a tím došlo k rozšíření prostoru využitelného pro odbavení letadel. Dále došlo k menšímu rozšíření OPV do šířky pro pozemní techniku, aby měla prostor kolem letadel při odbavení. Tyto stavební úpravy jsou znázorněny na Obrázku 5.5. Celkově došlo k rozšíření plochy o cca 4000 m² (červená plocha na Obrázku 5.5) a bylo tím získáno takřka 5000 m² (červená šrafa na Obrázku 5.5) užité odbavovací plochy pro stání letadel.

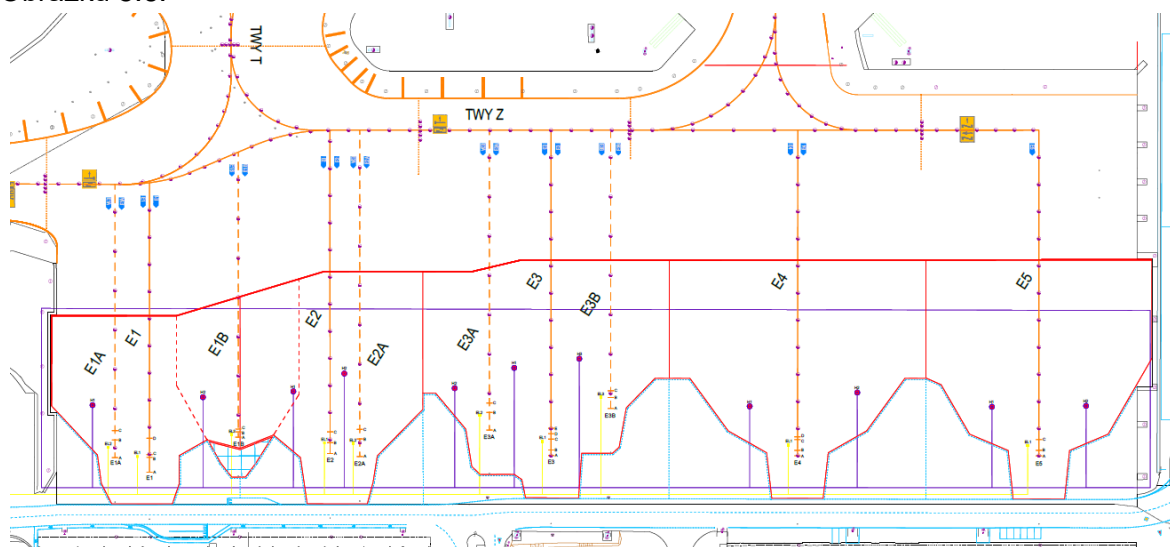


Obrázek 5.5 Rozšíření původní OPV v rámci návrhu rekonfigurace

Toto rozšíření přiblíží TWY Z k DA1 natolik, že pokud letadlo bude odmrazováno na DA1, nejde projet křížením TWY Z s pojezdovým pruhem Z na stání E5 a E4. Letadlo bude muset vyčkat na uvolnění DA1, než bude moci pokračovat na stání. Pokud k této situaci dojde, jde pouze o vyčkání na jedno letadlo, než bude odmrazeno. Pokud by na odmrazení na DA1 čekalo více letadel, letadlo bude čekat ve frontě, stejně jako při současném řešení. K posunutí DA1 nebylo přistoupeno, protože už by pak přímo zasahovalo do vyčkávacího stání na RWY 24 a bylo by nutné přebudovat veškeré současné zázemí DA1 hlavně odvod použitých kapalin z DA1.

Práce uvažuje s užitím OPV v celé své šíři oproti současnému řešení, kdy je část plochy dána k užívání společnosti Menzies jako sklad pozemní techniky. Letiště může přinést mnohem větší přínos jako plnohodnotná odbavovací plocha a pozemní technika se může uskladnit na místech, které nelze jinak vhodně využít.

Celkový návrh rekonfigurace si lze prohlédnout v Příloze 1 a 2. Výstupem práce jsou dva návrhy rekonfigurace, kdy se liší ve stání E1B. Příloha 1 počítá v prostoru stání E1B s alternativním pohotovostním stáním MMP, kdy E1B není obsazeno, a Příloha 2 počítá s rozdělením této plochy do prostoru stání E1 a E2 napevno. Náhled situace je uveden v Obrázku 5.6.



Obrázek 5.6 Návrh rekonfigurace odbavovací plochy Východ

Rozdíl mezi oběma návrhy je znázorněn v detailu na Obrázku 5.7.

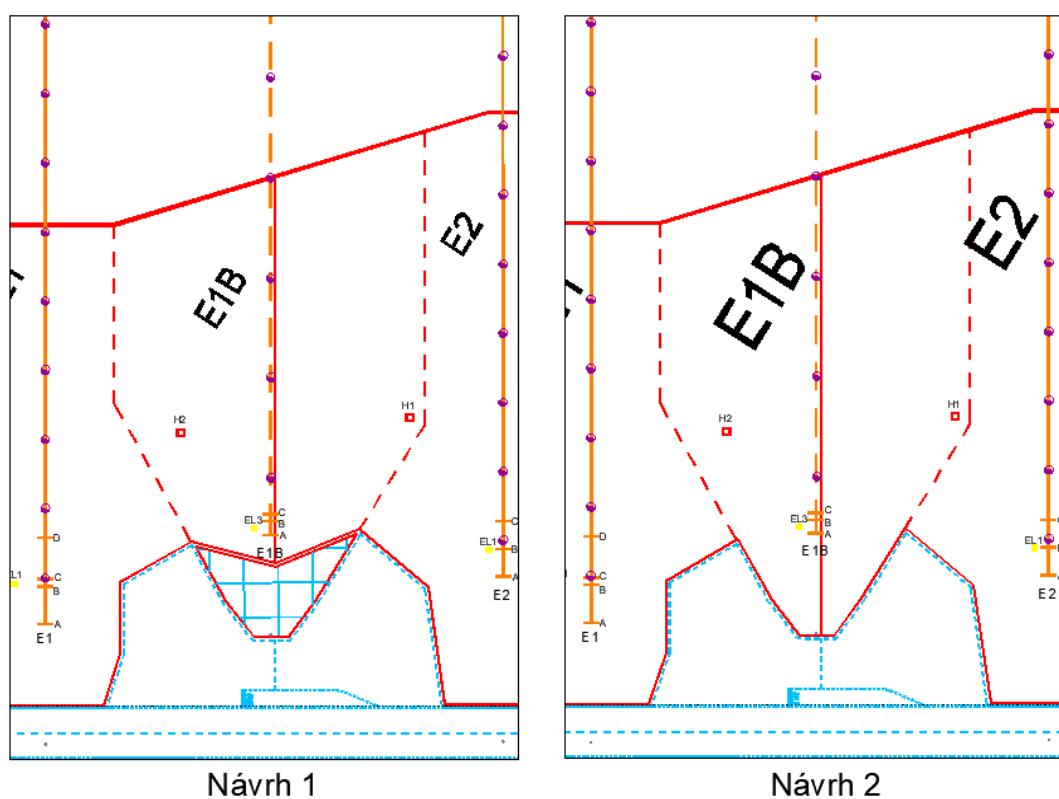
Osa TWY je od hranice stání vzdálená 47,8 m až 52,3 m. Plocha navrhované OPV je 34200 m², maximální šířka je 406 m a maximální hloubka 88 m. Pro porovnání se současným stavem rozměry jednotlivých stání uvedeny v Tabulce 5.3 (měřeno v nejdelších místech).

Tabulka 5.3 Rozměry navrhovaných stání

Stání	Hloubka [m]	Šířka [m]	Plocha [m ²]
E1	80	70	4082 ^[1] / 4178 ^[2]
E2	85	67	4742 ^[1] / 4823 ^[2]
E3	88	91	6160
E4	88	95	6050
E5	88	83	5547

[1] uvedený obsah plochy je pro Návrh 1,

[2] uvedený obsah plochy je pro Návrh 2.



Obrázek 5.7 Rozdíl mezi návrhy rekonfigurace

Navrhované plochy pohotovostních stání MMP jsou uvedeny v Tabulce 5.4, jsou zde uvedeny pouze základní stání, podrobnější rozbor je dále uveden pro každé stání zvlášť.

Tabulka 5.4 Plochy pohotovostních stání MMP v návrzích rekonfigurace pro jednotlivá stání letadel

Stání	Jednotlivé plocha MMP [m ²]	Součet ploch [m ²]
E1	414 + 465 ^[1] / 372 ^[2]	879 ^[1] / 786 ^[2]
E2	470 ^[1] / 386 ^[2] + 457	927 ^[1] / 843 ^[2]
E3	766 + 936	1702
E4	1116 + 1126	2242
E5	879 + 653	1532

[1] uvedený obsah plochy je pro Návrh 1,

[2] uvedený obsah plochy je pro Návrh 2.

V rámci návrhu rekonfigurace se hýbe s osou TWY Z, bylo nutné přemístění i osových návěstidel TWY. Osová návěstidla byla umístěna na novou osu TWY Z, stejně tak se upravila jejich poloha i na křížení TWY Z a T. Návěstidla jsou umístěna v souladu s předpisy tak, aby bylo dodrženo RVR nižší 350 m. Předpis je v tomto tématu benevolentní. V obloucích menších poloměrů 400 m, což jsou veškeré oblouky konstruované v rámci této práce, návěstidla jsou umístěna tak, aby byl oblouk dobře čitelný i za nižší dohlednosti. Mezi návěstidly je méně než 7,5 m, jak předpis žádá. Rovné úseky TWY Z jsou do vzdálenosti 60 m od oblouků, tudíž zde jsou návěstidla od sebe 7,5 m

Obdobným způsobem bylo přistoupeno k posunutí postranních návěstidel pojezdové dráhy. Návěstidla by měla být rozmístěna ve stejných rozestupech nepřevyšující 60 m. Vzdálenost mezi návěstidly v obloucích byla zvolena konzistentně se zbytkem letiště. Kde se mění geometrie okraje TWY, jsou postranní návěstidla zhuštěny. Návěstidla mezi sebou mají od 19 m na rovném úseku až po 10 m v obloucích

Jelikož bylo nutné do návěstidel na OPV zasahovat, osy stání na OPV byly také doplněny o osová návěstidla tak, jak tomu je na některých stáních na odbavovací ploše Sever. Návěstidla na osách primárních stání mají rozestup 10 m, na osách sekundárních stání mají 14,5 m. Předpis žádá ne více jak 15 m. Rozdíl v rozestupech byl zvolen tak, aby piloti na první pohled byli schopni rozeznat osu primárního a sekundárního stání za zhoršené dohlednosti. Zároveň se nabízí možnost zapínání návěstidel na osách stání pouze v případě, že je na ono stání směřováno letadlo, a to zejména pro zlepšení přehlednosti OPV pro pilota za nižší dohlednosti.

Celkové osvětlení plochy OPV je zajištěno reflektory umístěnými vysoko na sloupech, které jsou situovány na jihovýchodním okraji OPV.

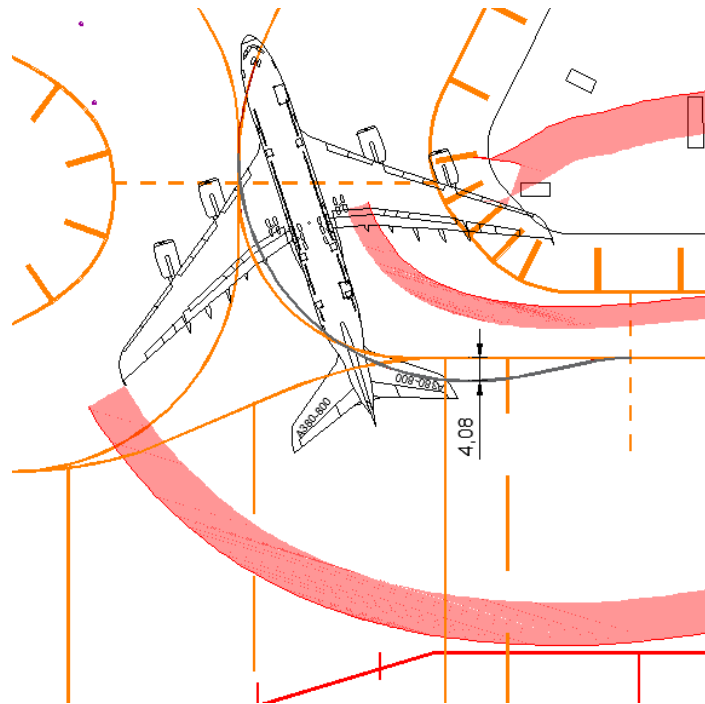
Pro každé jedno stání byla vytvořena simulace pozemního odbavení, která ukazuje pohyb pozemní techniky kolem letadla. Pro každé stání je uvažováno kritické letadlo daného stání, což znamená letadlo, které má největší rozpětí křídel nebo je nejdelší pro dané stání (délka

letadla se uvažuje jen v případech, kdy pozemní technika letadlo zezadu objíždí). Pokud by takové letadlo bylo vojenské nebo pasažérské, vezme se to největší nákladní letadlo umístěné na stání. Vojenská letadla mají své atypické odbavení, které se liší případ od případu. Pasažérská letadla jsou na stání umístěna spíše jako záloha nebo možnost odstavení letadla. Pro případ, kdy by pro ně v danou chvíli neexistovala vhodnější varianta, s obchodním odbavením pasažérských letů se zde nepočítá. Kritické typy letadel byly vybrány pro stání E1 a E2 Boeing 767-300BCF, pro stání E1A, E1B, E2A, E3A a E3B Boeing 737-800BCF a pro stání E3, E4 a E5 Boeing 747-8F. Pokud technika dokáže bez problému manévrovat kolem kritického letadla, není důvod, aby byl problém u menšího nekritického typu.

5.3 SIMULACE PRŮJEZDŮ PO POSUNUTÉ TWY Z

Po posunu TWY Z se změnilы směrové poměry na křižovatce TWY Z a T. Bylo nutné ověřit, zda všechna letadla, která PRG může obsloužit, jsou schopny projet tímto úsekem. Zejména jde o oblouk při přímém odbočení od východu TWY Z na TWY T, protože se zmenšil jeho poloměr. Všechna testovaná letadla kromě A380 obloukem projela úspěšně a bez nutnosti využití asymetrického tahu motoru a maximálního vytočení předového podvozku. To zajišťuje všem letadlům kromě A380 bezpečnostní rezervu pro extrémní zatočení, aby posádka v případě potřeby mohla využít maximální vytočení hlavního podvozku a asymetrický tah motorů.

Pro A380 jsou dvě možnosti, oblouk je schopna projet po TWY, ale musí využít plného vytočení předového podvozku a asymetrického tahu motorů. Nebo se může zavést postup právě jen pro toto jedno letadlo, že si do oblouku lehce nadjede, jak je naznačeno na Obrázku 5.8 šedou barvou. I při nadjetí jsou dodrženy bezpečnostní rozestupy. Pokud A380 využije tohoto nadjetí, zůstane jí bezpečnostní rezerva pro extrémní zatočení, aby posádka v případě potřeby mohla využít maximální vytočení hlavního podvozku a asymetrický tah motorů.



Obrázek 5.8 Nadjetí A380 do kritického oblouku

Na tuto bezpečnostní rezervu je třeba myslet, jelikož simulace přesně drží letadlo na ose TWY a okamžitě reaguje na změny směru bez jakéhokoliv zpoždění, nebere v potaz lidský faktor.

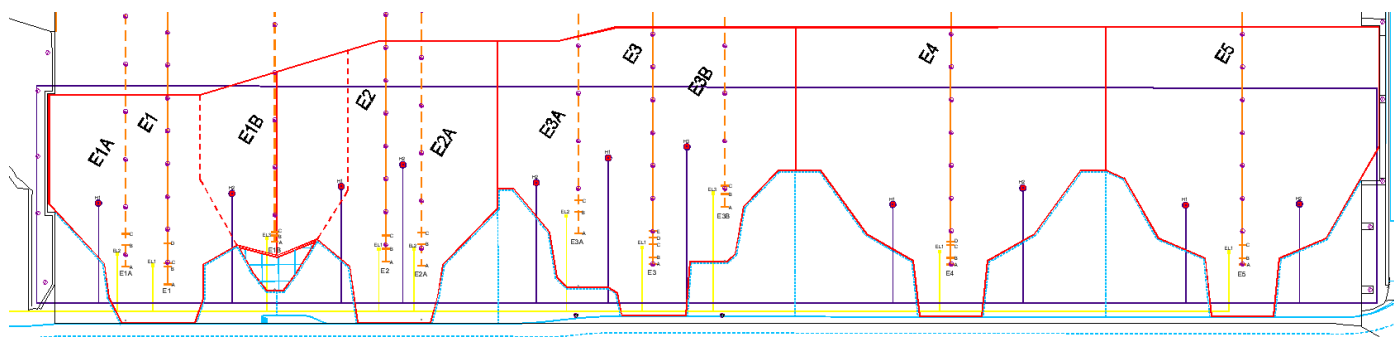
Přehled průjezdů tímto úsekem a posunutá TWY Z je k nahlédnutí v Příloze 3 pro kritická a velká letadla.

5.4 NÁVRH UMÍSTĚNÍ ZDROJŮ ZABUDOVANÝCH V ZEMI A SYSTÉMU VDGS

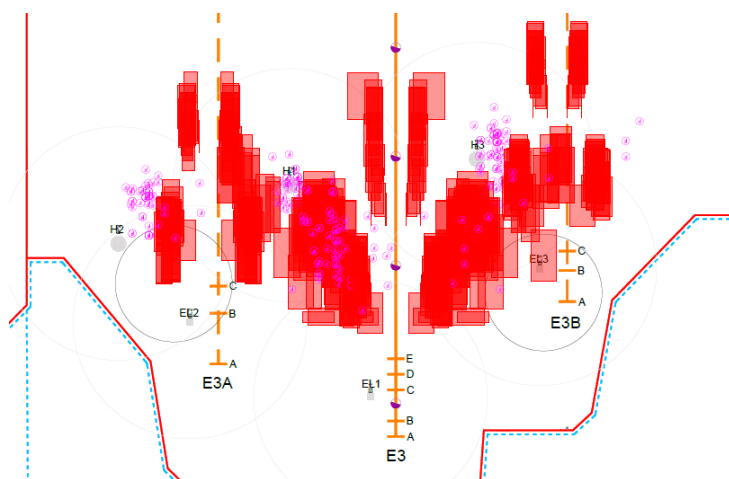
Součástí zadání práce jsou i zabudované zdroje v zemi a systém VDGS. Každé stání má podrobněji znázorněno umístění těchto zdrojů a systémů ve vlastní kapitole.

Jako hydrantový systém byl zvolen okružní systém, protože na OPV se neočekává neustálé čerpání paliva, a hydrantový systém potřebuje, aby se palivo v potrubí neustále pohybovalo, čímž se zamezí usazování nečistot nebo vody v potrubí. Návrh tohoto řešení je znázorněn na Obrázku 5.9, kde je hydrantový systém znázorněn fialovou barvou. Zároveň toto řešení umožňuje v budoucnu jednodušší rozšíření hydrantového systému dál na odbavovací plochu Sever. Jednotlivé hydranty jsou na ploše umístěny na základě umístěných letadel. Jsou umístěny tak, aby dosáhly do palivových ventilů letadel na stáních umístěných a zároveň aby nedošlo k situaci, že by byl hydrant po zastavení letadla pod motorem, kde by byl nepoužitelný. Příklad takové studie je na Obrázku 5.10, kde je vidět umístění hydrantů H1, H2 a H3 a červeně jsou vyznačeny plochy prostory motorů umístěných letadel na stáních.

Zdroj elektrické energie pro letadla je přiveden na každé stání k ose stání. Šachta s kabelem je umístěna tak, aby kabel dosáhl na všechna letadla umístěná na příčkách stání. Nejlépe si lze prohlédnout v Příloze 1 a 2, tento zdroj je znázorněn žlutě.



Obrázek 5.10 Návrh hydrantového systému na OPV



Obrázek 5.9 Studie umístění hydrantů vůči motorům letadel umístěných na stání

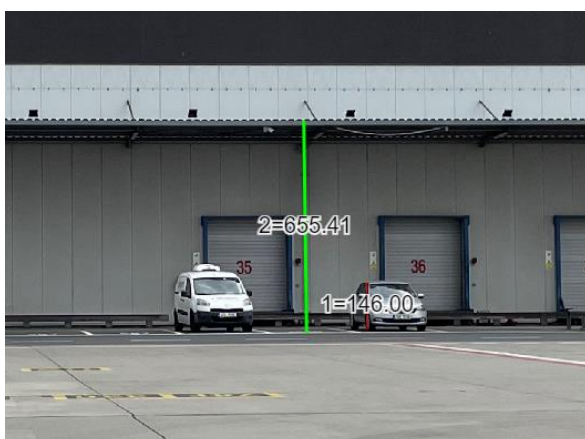
Každé stání se plánuje vybavit systémem VDGS. Počítá se, že displeje APISu++ budou umístěny na nástřešky nákladních terminálů v prostoru mezi terminály na sloupy. Tento záměr se musel ověřit. Bylo nastaveno, že nejvzdálenější příčka stání od displeje APIS++ nebude dál jak 40 m, kdy je displej stále dobře čitelný. Následně bylo důležité zjistit, zda veškerá umístěná letadla na stáních mají dobrý výhled na nástřešky, na kterých bude nainstalován displej APISu++. Jelikož je displej situován přímo proti kapitánovi letadla (levá sedačka v kokpitu), bylo nutné ověřit pouze vertikální výhledové úhly z letadla. Seznam všech dostupných výhledových úhlů pro umístěná letadla je v Tabulce 5.5. Letadla, u kterých je „veřejně nedostupné“ výrobce veřejně tyto informace neposkytuje a jsou dostupné pouze v zákaznickém centru pro uživatele a partnery. Letadla, kde je uvedeno „veřejně nedohledatelné“ se nepodařilo tyto informace dohledat nebo ověřit z oficiálních zdrojů.

Tabulka 5.5 Výhledové úhly letadel umístěných na stojáncích [15; 16; 17; 18; 19]

letadlo	výška očí pilota od země [m]	spodní výhledový úhel [°]	horní výhledový úhel [°]	vzdálenost od předového podvozku, kdy pilot vidí na zem [m]
707 celá rodina	4,2	15	18	21
717 celá rodina	3,5	16,4	18,2	11,3
727 celá rodina	3,84	15	18	16,4
736 MAX 10	3,99	15	18	16,09
737 MAX 7/8/9	4,04	15	18	16,06
737-100 až 500	3,74	15	18	15,55
737-600 až 900	3,74	15	18	15,55
747-100/200/300/SP	8,66	18	22	29
747-400/400ER	8,66	18,3	22	28,15
747-8/8F	8,71	18,8	22	27,17
757 celá rodina	4,5	23	33	16,72
767 celá rodina	5,54	21	34	16,69
777-200/200ER/300	5,9	21	32	18,43
777-200LR/300ER/777F	5,5	21	32	19,03
777X-8/9	5,9	21	32	18,43
787-10	5,54	21	25,4	16,69
787-8	5,41	21	25,4	16,02
787-9	5,48	21	25,4	16,53
A220 celá rodina	4	17	25	13,9
A300 celá rodina	5,5	19,3	25	20,26
A310 celá rodina	5,72	19,3	25	20,42
A318 celá rodina	4,56	20	30	15,21
A319 celá rodina / NEO	4,56	20	30	15,21
A320 celá rodina / NEO	4,56	20	30	15,21
A321 celá rodina / NEO	4,56	20	30	15,21
A330-200/300/800/900	5,3	20	25	20,42
A330-200F	5,3	20	25	22,42
A340-200/300	5,3	20	25	20,42
A340-500/600	5,68	20	25	20,58
A350-900/1000	5,86	20	27	18,83
A380	7,17	19,5	31	22,33
AN12	veřejně nedostupné			
AN124	veřejně nedostupné			
ART 72	veřejně nedostupné			
ATR 42	veřejně nedostupné			
C130H	veřejně nedohledatelné			
C17-A GLOBEMASTER	veřejně nedohledatelné			
C-5A Galaxy	veřejně nedohledatelné			
CRJ-900	2,6	16	23,8	10,32

letadlo	výška očí pilota od země [m]	spodní výhledový úhel [°]	horní výhledový úhel [°]	vzdálenost od předového podvozku, kdy pilot vidí na zem [m]
DC10/MD10 celá rodina	6,3	20	36	23,8
DC9 celá rodina	3,2	14	23	14,33
E170 – E195	3,91	15	27,8	15,79
EMB120	2,8	19	24	7,22
ERJ145	2,86	14	23	9,1
IL62M	veřejně nedohledatelné			
IL76MD	veřejně nedohledatelné			
IL86	veřejně nedohledatelné			
IL96-300	veřejně nedohledatelné			
KC135	veřejně nedohledatelné			
L 1011-200	veřejně nedohledatelné			
L 1011-500	veřejně nedohledatelné			
MD11 celá rodina	6,3	20	36	23,8
MD80 celá rodina	3,48	17,6	17,7	10,5
MD90 celá rodina	3,48	16,9	17,7	10,87
TU-134	veřejně nedohledatelné			
TU-154M	veřejně nedohledatelné			
TU-204	veřejně nedohledatelné			
TU-334	veřejně nedohledatelné			

Díky těmto údajům následně bylo ověřeno, zda je možné umístit displeje APIS++ přímo pod nástřešky terminálů. Bohužel oficiální informace o výšce nástřešku terminálů nebyly k dispozici, a tak bylo zjištěno z fotodokumentace prostoru, viz Obrázek 5.11 a Obrázek 5.12.



Obrázek 5.11 Výška nástřešku terminálu Skyport

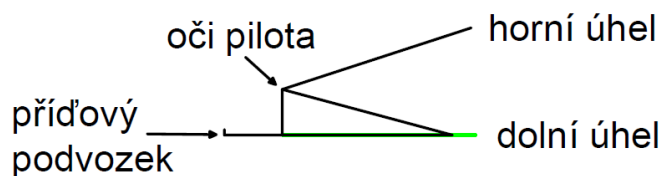


Obrázek 5.12 Výška nástřešku terminálu Menzies

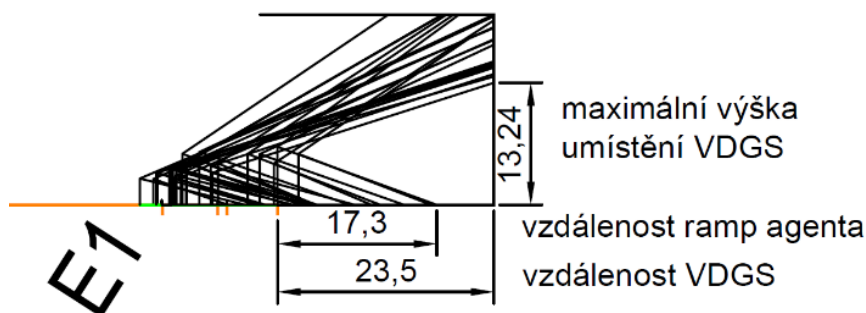
U terminálu Skyport se nachází vozidlo Škoda Fabia a její výšku známe 146 cm, pak jen stačí ve stejné vzdálenosti od kamery určit vzdálenost nástřešku od země a trojčlenkou dojít k hrubé výšce. Stejně tak u terminálu Menzies stojí Škoda City go, která je vysoká 147 cm a stejným

postupem i zde byla zjištěna hrubá výška nástřešku. Na Skyportu je výška 655 cm a na Menziesu je výška 600 cm.

Ověření možného umístění VDGS proběhlo přenesením údajů z tabulky do jednoduchého výkresu, viz Obrázek 5.13. Poté tyto výkresy byly umístěné na stání, podle ustavených letadel a minimum horních úhlů zorných polí určilo, v jaké maximální výšce může být displej od APIS++ umístěn. Zároveň maximum dolních úhlů určilo minimální vzdálenost signalisty od první příčky stání. Toto je znázorněno na Obrázku 5.14. Poloha signalisty je důležitá z důvodu, že musí být stále na stání a nesmí zasahovat do pohotovostních stání MMP. Pokud by zasahovala, stání by muselo být rozšířeno. Není možné, aby připravená pozemní technika byla překážkou pro signalistu.



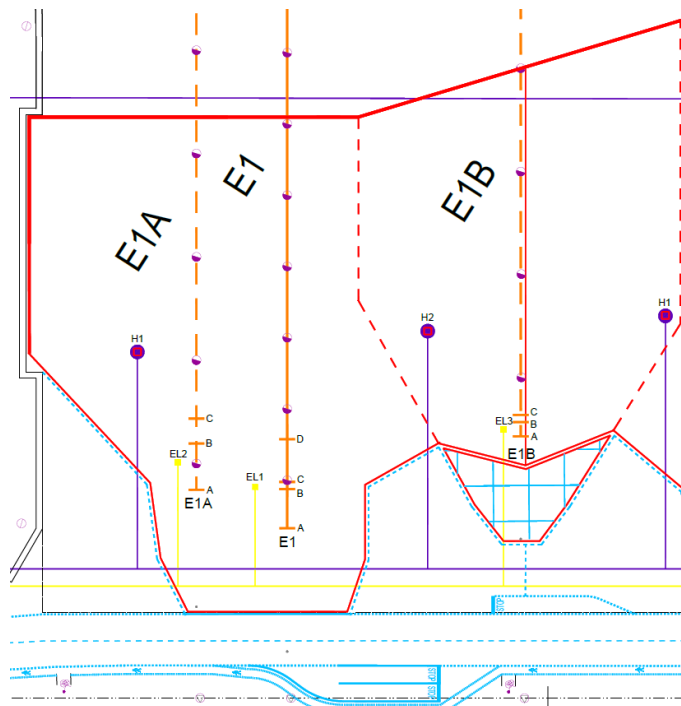
Obrázek 5.13 výhledové úhly z kabiny letadla



Obrázek 5.14 Průnik úhlů, který nám určí polohu signalisty a VDGS

5.5 STÁNÍ E1

Stání E1 obsahuje jedno hlavní stání a dvě alternativní E1A a E1B. Stání E1 je určeno pro letadla do kódového písmene D a do rozpětí křídel 52 m. Stání E1A a E1B jsou určeny pro letadla do kódového písmene C a do rozpětí křídel 36 m. Schéma stání je na Obrázku 5.15.



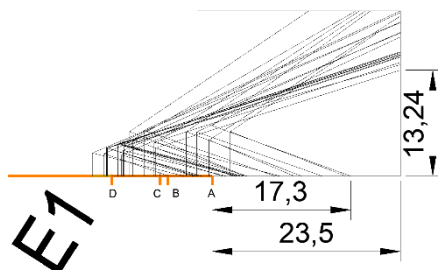
Obrázek 5.15 Stání E1, E1A, E1B

V Tabulce 5.6 je uvedeno, jaká letadla a na jakou příčku jsou umístěna na stání E1

Tabulka 5.6 Letadla umístěna na stání E1

Příčka	Vzdálenost	Letadla
A	0,00m	767-400ER
B	5,50m	767-300, 767-300 BCF, 767-300 Freighter, 767-300ER, 767-300ERW, IL 86
C	6,50m	757-300, 757-300W, A300-600F, A300-600R, A300-B2/B4, C-17A Globemaster III, DC 10-30, IL 62M, L 1011-200, MD 10-30F, MD 90-30 707-320B, 717-200, 727-100, 727-100C, 727-200, 727-200W, 737 MAX 10, 737 MAX 7, 737 MAX 8, 737 MAX 9, 737-300W, 737-400, 737-500W, 737-600, 737-700, 737-700ER, 737-800, 737-800SSW, 737-900, 737-900SSW, 737-900W, 737-BBJ2, 737-BBJ2W, 737-BBJ3, 737-BBJW, 757-200, 757-200PF, 757-200W, 767-200, 767-200ER, A220-100, A220-300, A310-200, A310-200F, A310-300, A318-100, A319 NEO, A319-100, A319-100S, A320-200, A320-200S, A321-200S, AN 12, C-130H Hercules, CRJ-900, DC 9-51, E170 STD, E175 EWT, E175-E2, E190 STD, E195 LR, E195-E2, EMB 120, ERJ 145 XR, IL 76MD, KC-135 (707), L 1011-500, MD 81, MD 82, MD 83, MD 87, MD 88, TU-134A, TU-154M, TU-204, TU-334
D	12,50m	

Umístění letadel bylo následně použito pro získání minimální vzdálenosti signalisty od příčky A a výšky, do které lze displej VDGS nainstalovat. Toto zobrazuje Obrázek 5.16. Vyšlo, že signalista nemůže být blíže jak 17,3 m od příčky A, aby na něj z letadla pilot viděl. Stejně tak vyšlo, že VDGS displej nesmí být výše než 13,24 m. Z toho plyne, že displej může být umístěn na nástřešek terminálu.

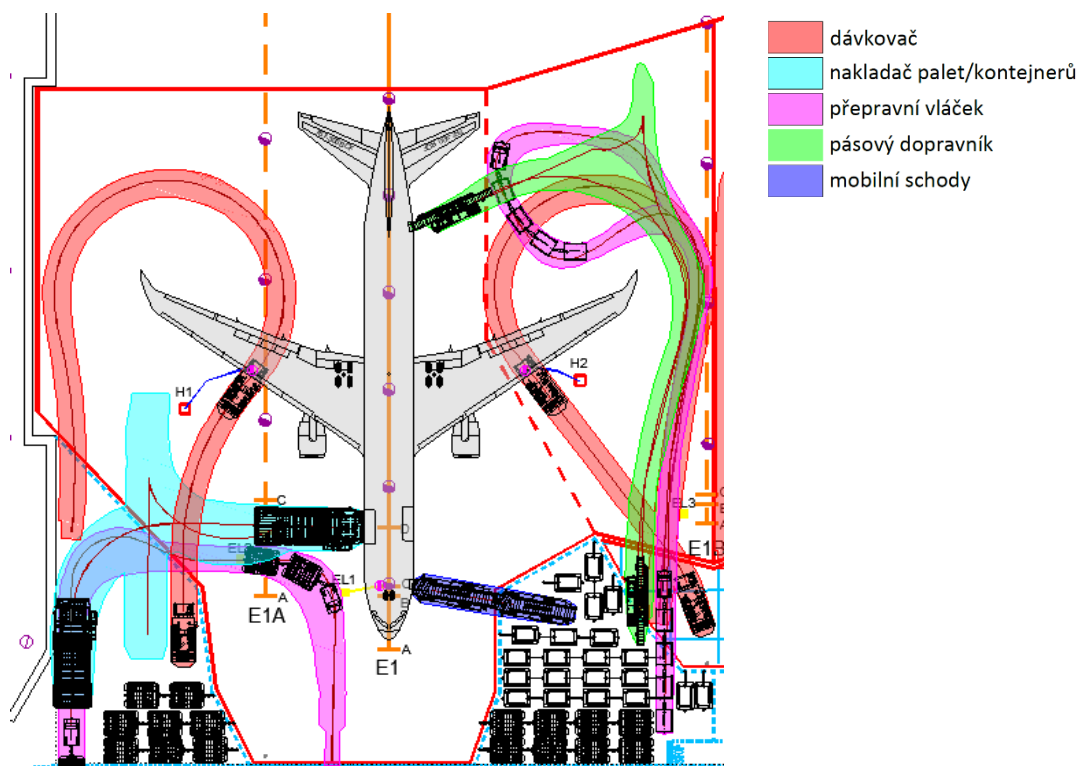


Obrázek 5.16 Výhledové úhly na E1

5.5.1.1 Návrh 1 rekonfigurace

V Návrhu 1 je počítáno s tím, že část alternativního stání E1B lze využít jako plochu alternativního pohotovostního stání MMP pro odbavení letadel na E1. Pokud je obsazeno E1, nelze obsadit E1B.

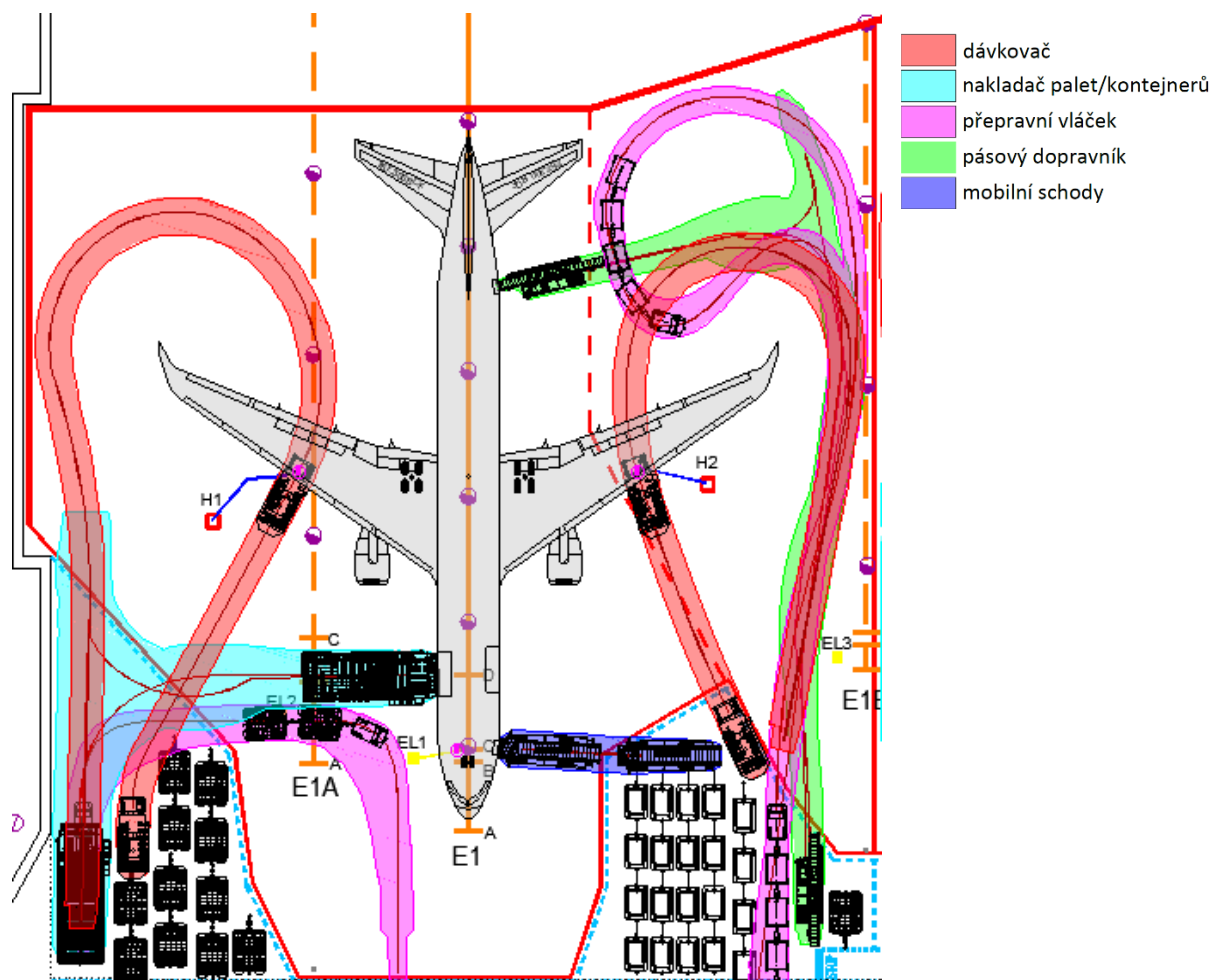
Pro stání E1 byla vytvořena simulace pozemního odbavení v této konfiguraci, viz Obrázek 5.17. Na pohotovostních stáncích MMP stojí technika připravená k odbavení letadla a vozíky připravené pro náklad z/do letadla.



Obrázek 5.17 Odbavení letadla na stání E1 - Návrh 1

5.5.1.2 Návrh 2 rekonfigurace

V Návrhu 2 je počítáno s trvalým vyčleněním plochy stání E1B do stání. Část této plochy nebude možné využít jako plochu alternativního pohotovostního stání MMP, to ovlivní množství připravené pozemní techniky k odbavení letadla na stání E1. Vytvořená simulace pozemního odbavení v této konfiguraci je vidět na Obrázku 5.18

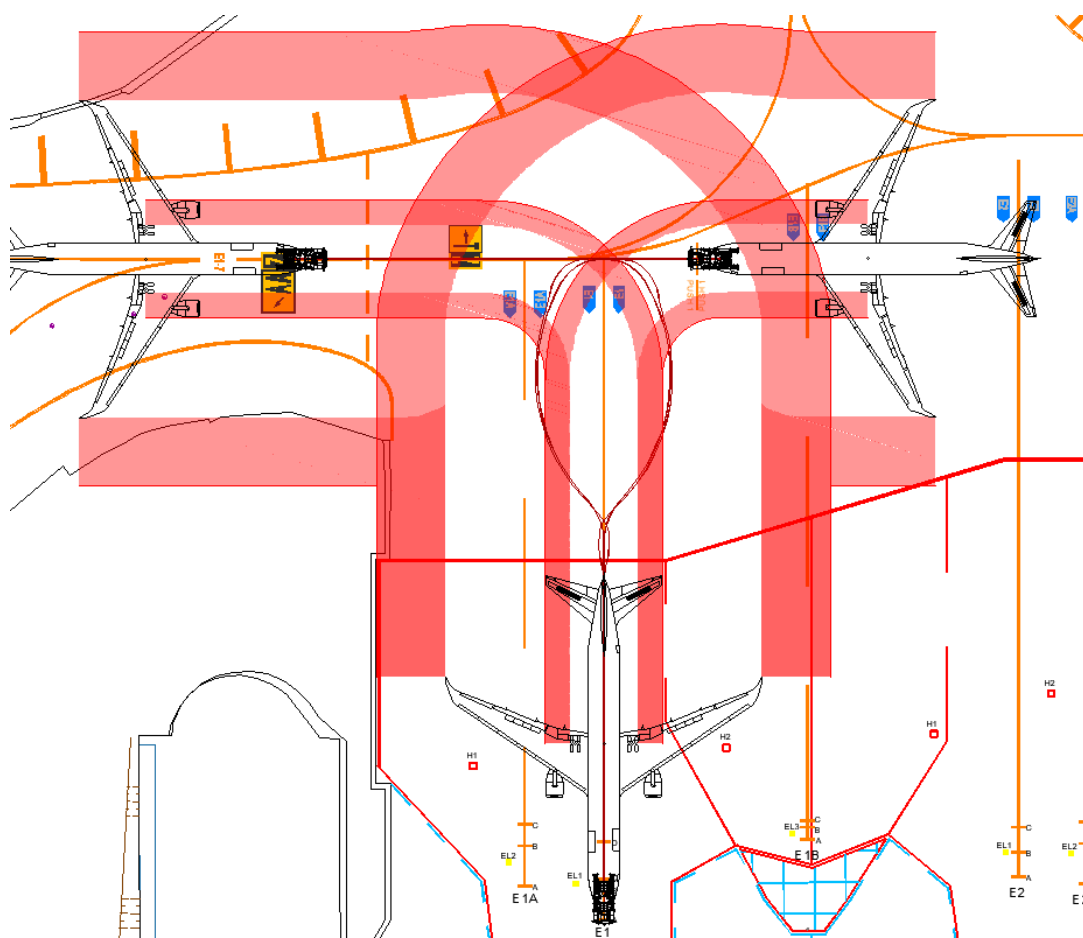


Obrázek 5.18 Odbavení letadla na stání E1 - Návrh 2

Z těchto dvou simulací je vidět, že pokud vyčleníme trvale plochu stání E1B, dojde ke snížení množství připravených přepravních nákladních vozíků. To může způsobit pomalejší odbavení na stání E1, protože chybějící vozíky se budou muset přetáhnout z jiného, vzdálenějšího místa. Stále se však veškerá pozemní technika na pohotovostní stání MMP bez problému vejde.

5.5.2 Vytlačování ze stání E1

Letadlo je z tohoto místa přímo vytlačováno do křižovatk TWY Z a T. Pokud plánuje odjezd z OPV po TWY Z směrem na západ, pro tento manévr je dostatečný prostor v křižovatce a letadlo je vytlačeno na bod PUSH 1, znázorněno na Obrázku 5.19. V případě, že letadlo má odjet z OPV po TWY T nebo směruje na DA1, je vytlačováno až na stop příčky mezilehlého vyčkávacího místa této křižovatk, aby mohlo letadlo následně vytočit oblouky křižovatk pomocí svého vlastního pohonu. Pokud by z nějakého důvodu, jako je provoz, nebylo možné letadlo vytlačit západně, je možné ho vytlačit až na stop příčky mezilehlých vyčkávacích stání, podle toho, kam letadlo směřuje.



Obrázek 5.19 Vytlačení ze stání E1

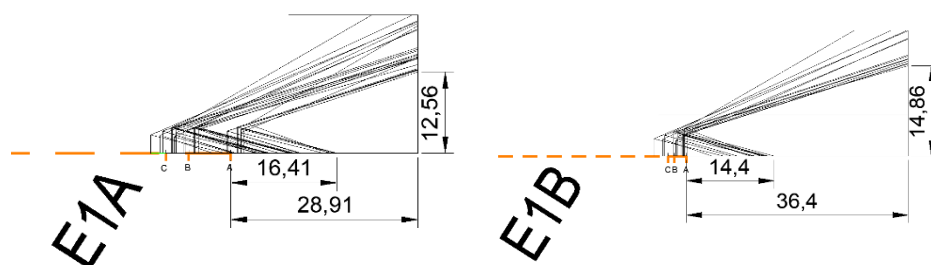
5.5.3 Stání E1A a E1B

Jde o alternativní stání pro letadla o rozpětí 36 m, viz Obrázek 5.15. Pokud alespoň jedno ze stání bude obsazeno, už nelze použít základní stání E1, a pokud bude obsazeno E1B, už nelze použít ani základní stání E2. V Tabulce 5.7 je uvedeno, jaká letadla a na jakou příčku jsou umístěna na stání E1A a E1B.

Tabulka 5.7 Letadla umístěna na stání E1A a E1B

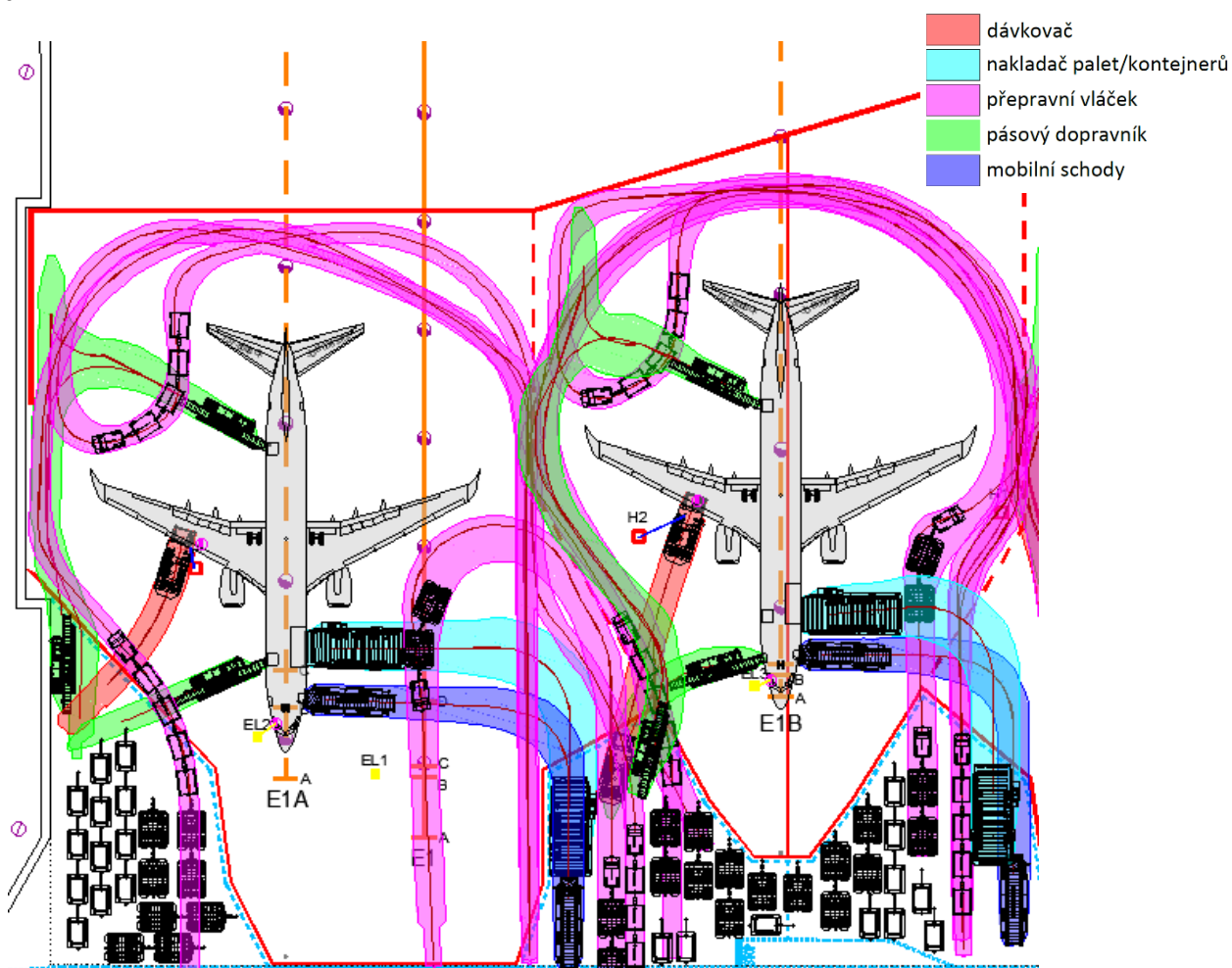
Stání	Příčka	Vzdálenost	Letadla
E1A	A	0,00m	727-200, 727-200W, 737 MAX 10, 737 MAX 9, 737-900, 737-900SSW, 737-900W, 737-BBJ3, A321-200S, DC 9-51, MD 81, MD 82, MD 83, MD 88, MD 90-30
	B	6,50m	717-200, 727-100, 727-100C, 737 MAX 8, 737-800, 737-800BCF, 737-800SSW, 737-BBJ2, 737-BBJ2W, 737-800BCF, A220-300, E195 LR, E195-E2, MD 87
	C	10,00m	737 MAX 7, 737-300W, 737-400, 737-500W, 737-600, 737-700, 737-700ER, 737-BBJW, A220-100, A318-100, A319 NEO, A319-100, A319-100S, A320-200, A320-200S, CRJ-900, E170 STD, E175 EWT, E175-E2, E190 STD, EMB 120, ERJ 145 XR, TU-134A, TU-334
E1B	A	0,00m	MD 81, MD 82, MD 83, MD 88, MD 90-30
	B	2,00m	727-200, 727-200W
	C	3,00m	717-200, 727-100, 727-100C, 737 MAX 10, 737 MAX 7, 737 MAX 8, 737 MAX 9, 737-300W, 737-400, 737-500W, 737-600, 737-700, 737-700ER, 737-800, 737-800BCF, 737-800SSW, 737-900, 737-900SSW, 737-900W, 737-BBJ2, 737-BBJ2W, 737-BBJ3, 737-BBJW, A220-100, A220-300, A318-100, A319 NEO, A319-100, A319-100S, A320-200, A320-200S, A321-200S, CRJ-900, DC 9-51, E170 STD, E175 EWT, E175-E2, E190 STD, E195 LR, E195-E2, EMB 120, ERJ 145 XR, MD 87, TU-134A, TU-334

Následně byla získána minima pro vzdálenost signalisty a maximální výška, ve které může být umístěn displej VDGS. Výsledky jsou znázorněny na Obrázku 5.20. Pro E1A signalista musí být alespoň 16,41 m od příčky A a VDGS displej musí být umístěn nejvýše 12,56 m horní hranou. Pro E1B signalista musí být alespoň 16,4 m od příčky A a VDGS displej musí být umístěn nejvýše 14,86 m horní hranou. I v těchto případech se počítá s umístěním VDGS systému na nástřešek terminálu, výhledové úhly toto umožňují



Obrázek 5.20 Výhledové úhly na E1A a E1B

Simulace vytvořena pro odbavení těchto stání je znázorněna na Obrázku 5.21. Oba Návrhy nijak neovlivní obslužnost stání E1B, jelikož plocha alternativního pohotovostního stání MMP je zde součástí stání i v Návrhu 1.



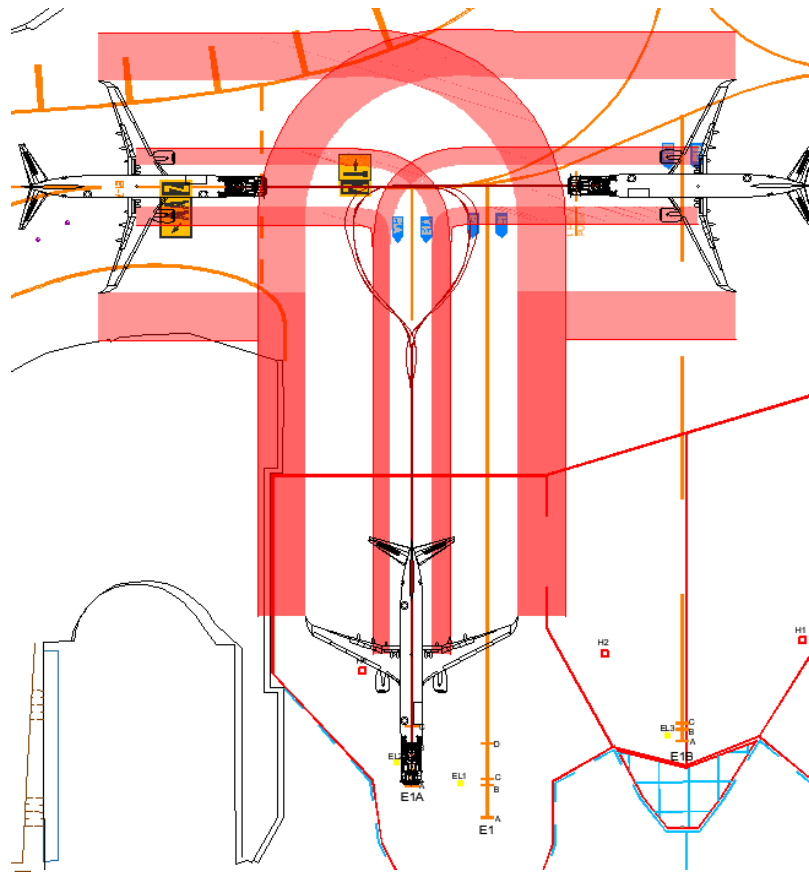
Obrázek 5.21 Odbavení letadel na stání E1A a E1B

5.5.3.1 Vytlačování ze stání E1A a E1B

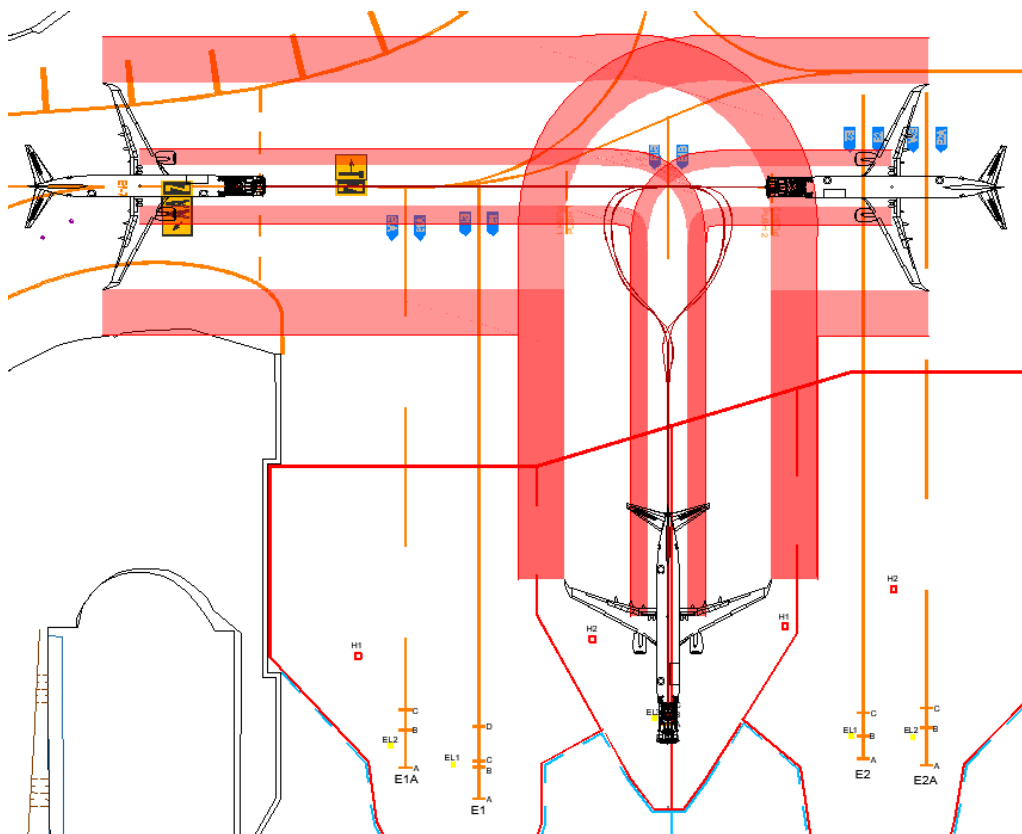
Letadla z obou stání jsou přímo vytlačována do křižovatky TWY Z a T, proto v době vytlačování na této křižovatce nesmí být žádný provoz.

Ze stání E1A je letadlo vytlačeno na bod PUSH 1, pokud bude pokračovat západním směrem po TWY Z. Pokud bude směřovat na TWY T nebo DA1, je vytlačeno na stop příčku mezilehlého vyčkávacího místa, jak je znázorněno na Obrázku 5.23.

Ze stání E1B je letadlo vytlačeno na bod PUSH 2, pokud bude pokračovat západním směrem po TWY Z. Pokud bude směřovat na TWY T nebo DA1, je vytlačeno na stop příčku mezilehlého vyčkávacího místa, jak je znázorněno na Obrázku 5.22. Pokud by provoz neumožňoval vytlačení na západní stop příčku, je možné letadlo vytlačit až na severní stop příčku této křižovatky.



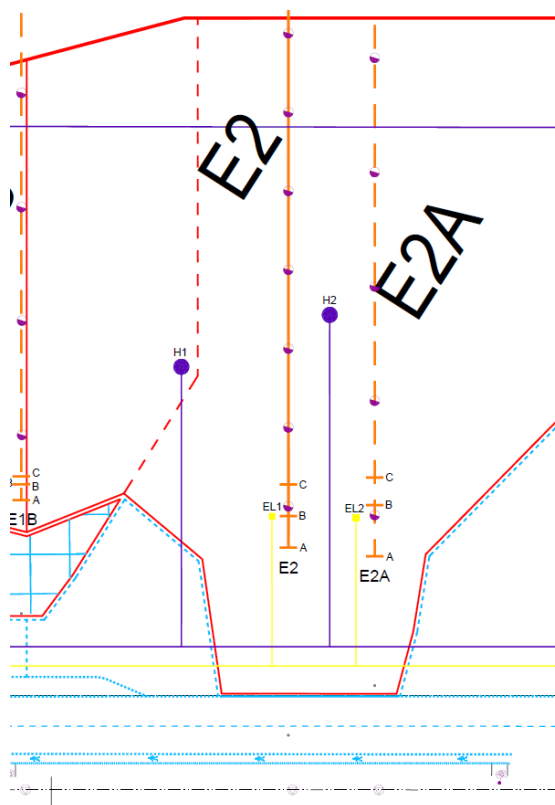
Obrázek 5.23 Vytlačení letadla ze stání E1A



Obrázek 5.22 Vytlačení letadla ze stání E1B

5.6 STÁNÍ E2

Stání E2 je primárně určeno pro letadla do kódového písmene D a do rozpětí křídel 52 m. Stání E2 obsahuje i jedno alternativní stání E2A určené pro letadla s rozpětím do 36 m do kódového písmene C.



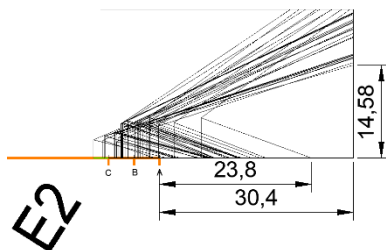
Obrázek 5.24 Stání E2, E2A

V Tabulce 5.8 je uvedeno, jaká letadla a na jakou příčku jsou umístěna na stání E1

Tabulka 5.8 Letadla umístěna na stání E2

Příčka	Vzdálenost	Letadla
A	0,00m	767-400ER, MD 11, MD 11F
B	4,00m	767-300, 767-300 BCF, 767-300 Freighter, 767-300ER, 767-300ERW, C-17A Globemaster III, IL 86
C	8,00m	707-320B, 717-200, 727-100, 727-100C, 727-200, 727-200W, 737 MAX 10, 737 MAX 7, 737 MAX 8, 737 MAX 9, 737-300W, 737-400, 737-500W, 737-600, 737-700, 737-700ER, 737-800, 737-800SSW, 737-900, 737-900SSW, 737-900W, 737-BBJ2, 737-BBJ2W, 737-BBJ3, 737-BBJW, 757-200, 757-200PF, 757-200W, 757-300, 757-300W, 767-200, 767-200ER, A220-100, A220-300, A300-600F, A300-600R, A300-B2/B4, A310-200, A310-200F, A310-300, A318-100, A319 NEO, A319-100, A319-100S, A320-200, A320-200S, A321-200S, AN 12, C-130H Hercules, CRJ-900, DC 10-30, DC 9-51, E170 STD, E175 EWT, E175-E2, E190 STD, E195 LR, E195-E2, EMB 120, ERJ 145 XR, IL 62M, IL 76MD, KC-135 (707), L 1011-200, L 1011-500, MD 10-30F, MD 81, MD 82, MD 83, MD 87, MD 88, MD 90-30, TU-134A, TU-154M, TU-204, TU-334

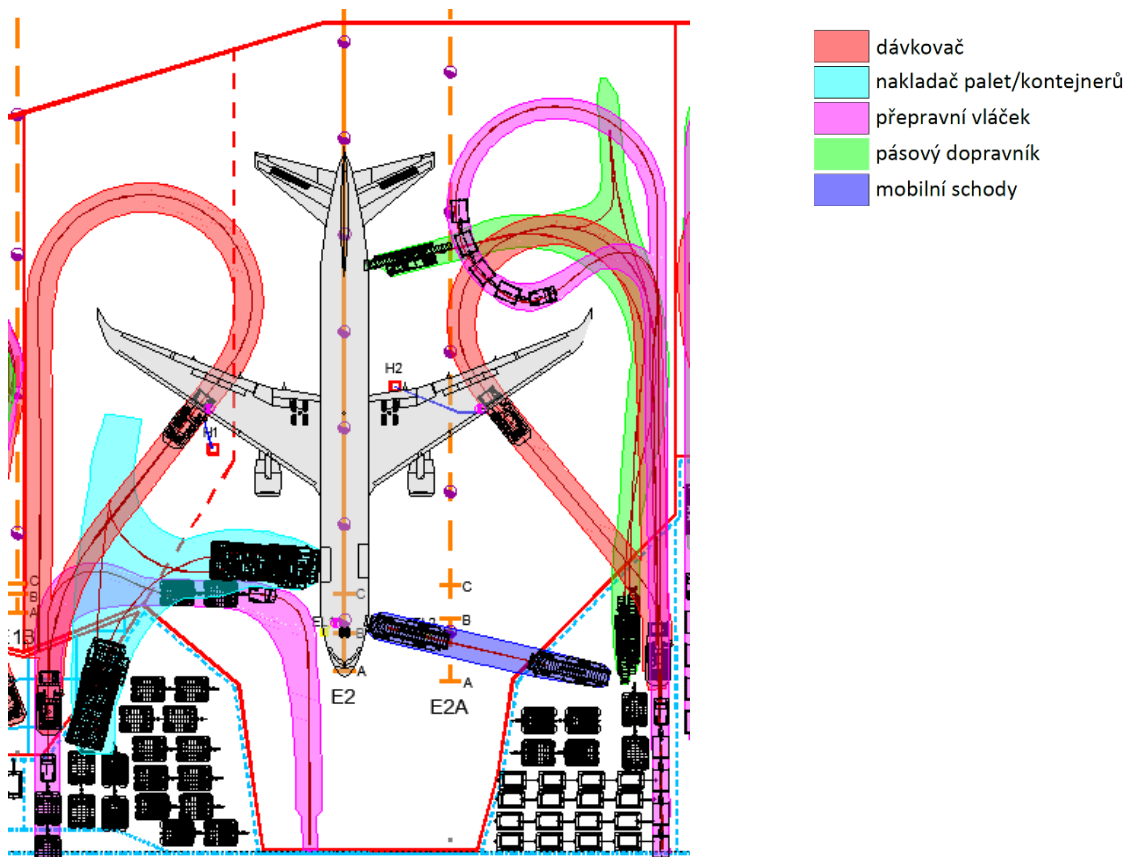
Umístění letadel bylo následně použito pro dopočítání minimální vzdálenosti signalisty od příčky A a výšky, do které lze displej VDGS nainstalovat. Toto zobrazuje Obrázek 5.16. Vyšlo, že signalista nemůže být blíže jak 23,8 m od příčky A, aby na něj z letadla pilot viděl. Stejně tak vyšlo, že VDGS displej nesmí být výše než 14,58 m. Z toho plyne, že displej může být umístěn dle záměru na nástřešek.



Obrázek 5.25 Výhledové úhly na E2

Návrh 1 rekonfigurace

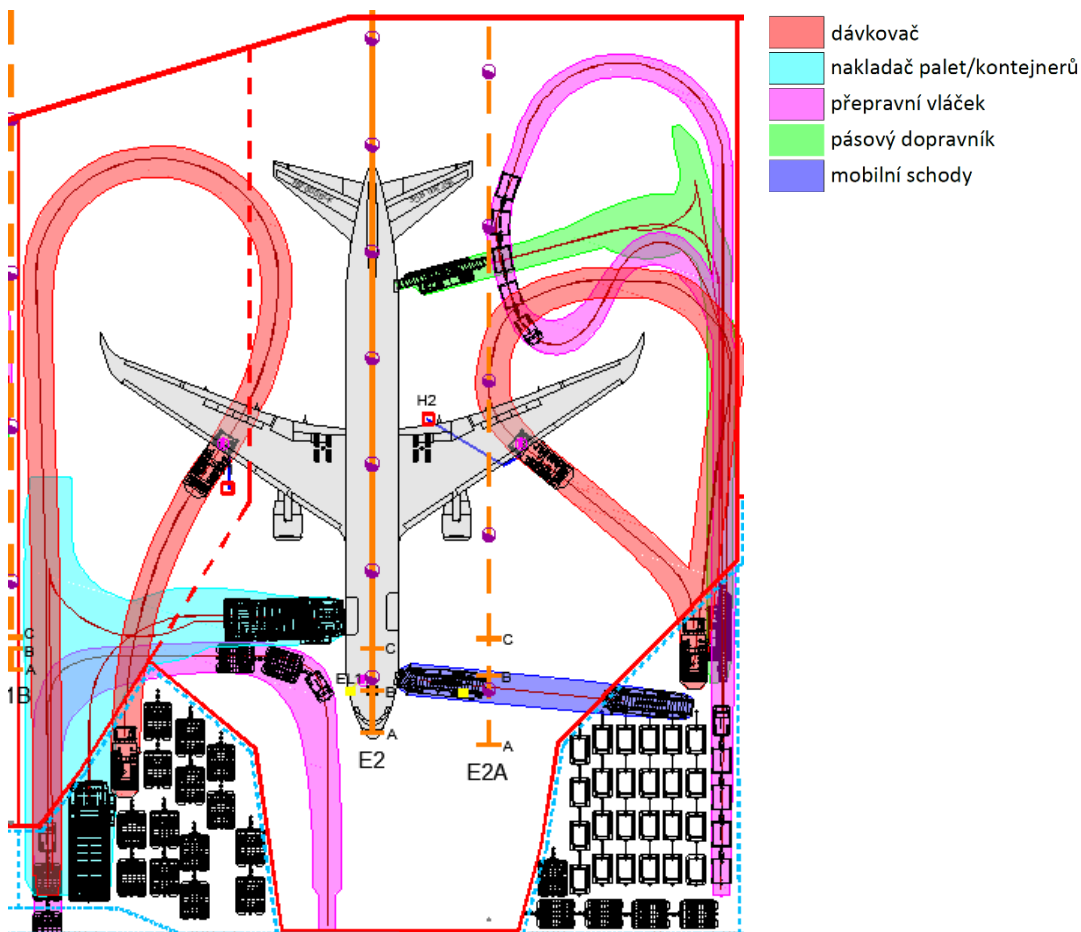
V Návrhu 1 je počítáno s tím, že část alternativního stání E1B lze využít jako plochu alternativního pohotovostního stání MMP pro odbavení letadel na E2. Pokud je obsazeno E2, nelze obsadit E1B. Simulace odbavení za těchto podmínek je znázorněna na Obrázku 5.26.



Obrázek 5.26 Odbavení letadel na stání E2 Návrh 1

5.6.1.1 Návrh 2 rekonfigurace

V Návrhu 2 je počítáno s trvalým vyčleněním plochy stání E1B do stání. To znamená, že pro pohotovostního stání MMP je k dispozici menší plocha než v Návrhu 1. Simulace odbavení za této situace je znázorněna na



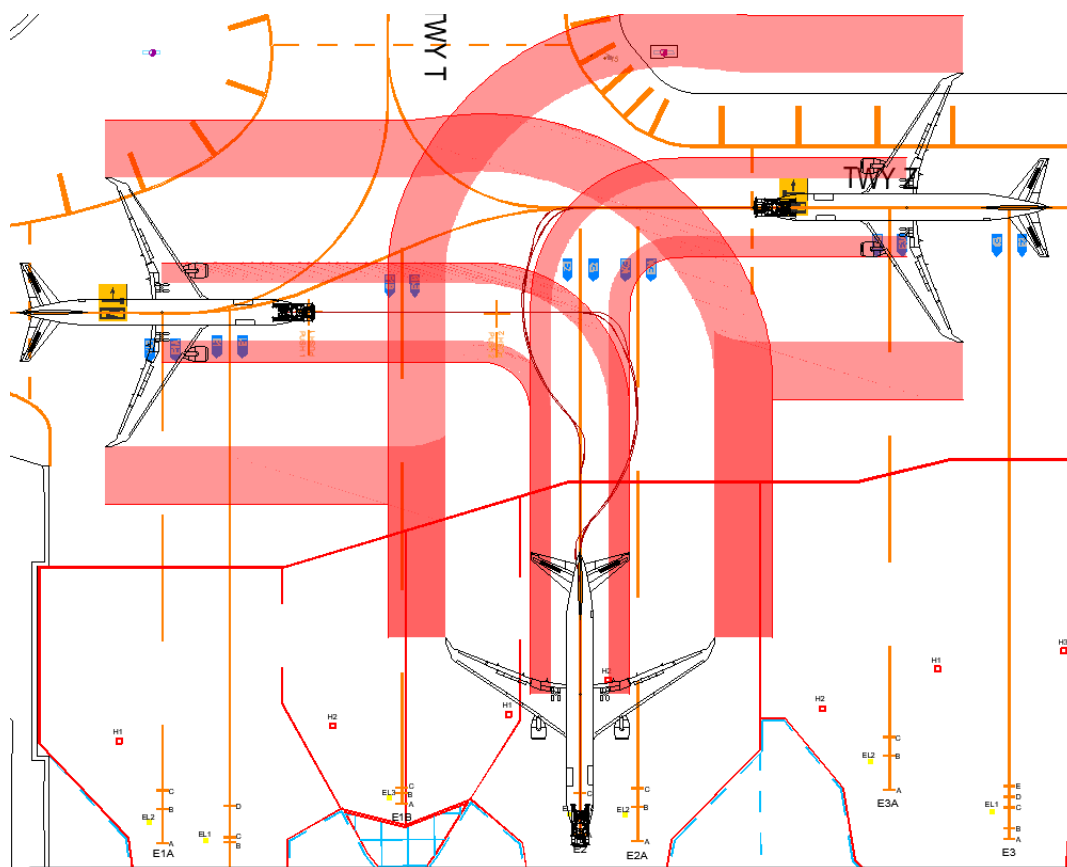
Obrázek 5.27 Odbavení letadel na stání E2 Návrh 2

Toto stání má poměrně velkou plochu pro pozemní techniku mezi stáními E2 a E3, proto není velký rozdíl mezi Návrhem 1 a Návrhem 2. Na pohotovostní stání MMP se dá v obou případech umístit velké množství pozemní techniky.

5.6.2 Vytlačování ze stání E2

Letadlo je z tohoto místa přímo vytlačováno do křižovatky TWY Z a T. Pokud plánuje odjezd z OPV po TWY Z směrem na západ nebo po TWY T, letadlo je vytlačeno na stop příčku východního mezilehlého vyčkávacího místa. Pokud letadlo pokračuje na DA1, pro tento

manévr je dostatečný prostor přímo v křižovatce a letadlo je vytlačeno na bod PUSH 1. Toto vytlačení je znázorněno na Obrázku 5.28



Obrázek 5.28 Vytlačení letadla ze stání E2

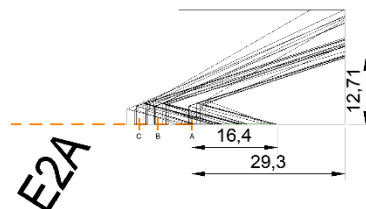
5.6.3 Stání E2A

Jedná se o jediné alternativní stání pro E2, jelikož druhou půlku stání zabírá alternativní stání E1B. E2A je určeno pro letadla s rozpětím do 36 m, viz Obrázek 5.24. Při obsazení tohoto stání nelze využít stání E2. V Tabulce 5.9 je uvedeno, jaká letadla a na jakou příčku jsou umístěna na stání E2A.

Tabulka 5.9 Letadla umístěna na stání E2A

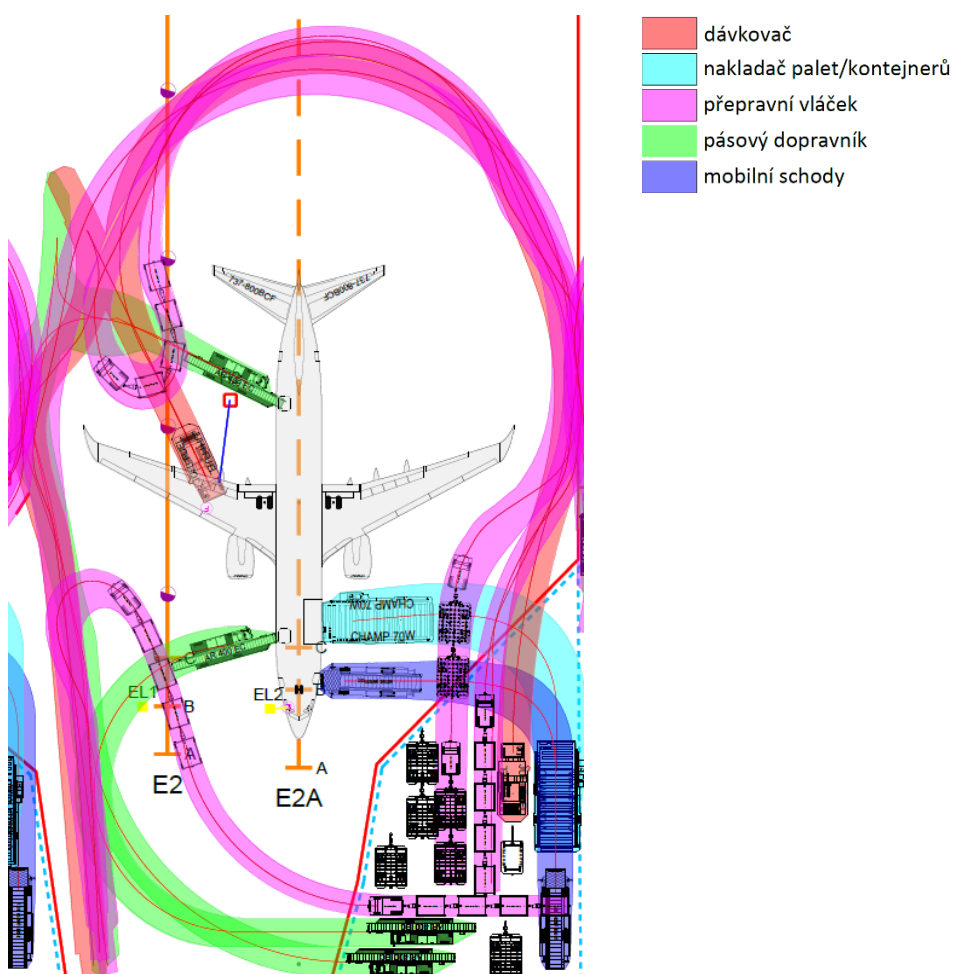
Příčka	Vzdálenost	Letadla
A	0,00m	727-200, 727-200W, 737 MAX 10, 737 MAX 9, 737-900, 737-900SSW, 737-900W, 737-BBJ3, A321-200S, DC 9-51, MD 81, MD 82, MD 83, MD 88, MD 90-30
B	6,50m	717-200, 727-100, 727-100C, 737 MAX 8, 737-800, 737-800SSW, 737-800BCF, 737-BBJ2, 737-BBJ2W, A220-300, E195 LR, E195-E2, MD 87
C	10,00m	737 MAX 7, 737-300W, 737-400, 737-500W, 737-600, 737-700, 737-700ER, 737-BBJW, A220-100, A318-100, A319 NEO, A319-100, A319-100S, A320-200, A320-200S, CRJ-900, E170 STD, E175 EWT, E175-E2, E190 STD, EMB 120, ERJ 145 XR, TU-134A, TU-334

Následně byla promítnuta minima pro vzdálenost signalisty a minimální výška, ve které může být umístěn displej VDGS. Výsledek je na Obrázku 5.29, signalista musí být alespoň 16,4 m od příčky A a VDGS displej musí být umístěn nejvýše 12,71 m horní hranou. I u tohoto stání se počítá s umístěním VDGS na nástřešek.



Obrázek 5.29 Výhledové úhly na E2A

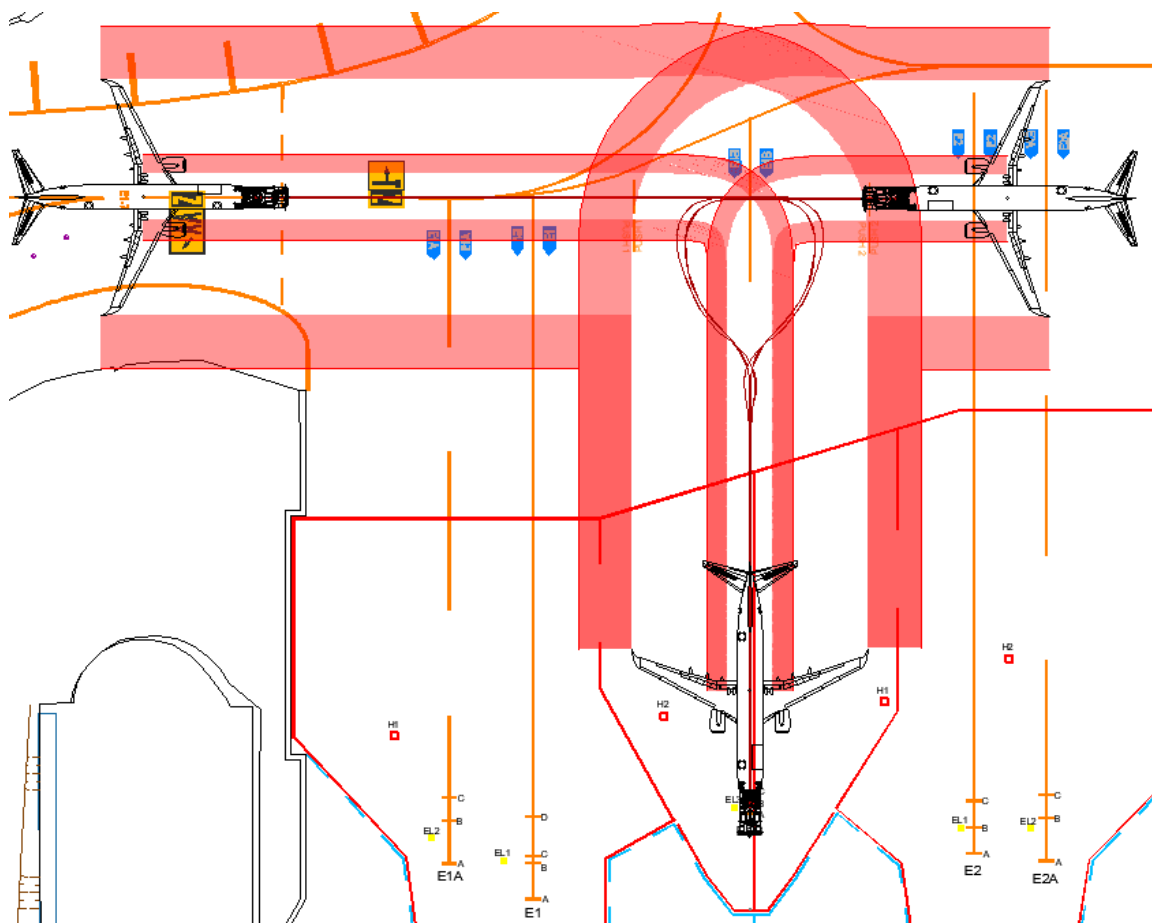
Simulace pozemního odbavení je uvedena na Obrázku 5.30. V této simulaci veškerá technika pro odbavení vyjíždí pouze z pohotovostního stání MMP na levém křídle, protože plocha po pravém křídle je obsazena technikou pro E1B. Pokud by na E1B neprobíhalo současně odbavení s tímto stáním, před E1B by bylo místo na další vozíky pro náklad.



Obrázek 5.30 Odbavení letadel na stání E2A

5.6.3.1 Vytlačování ze stání E2A

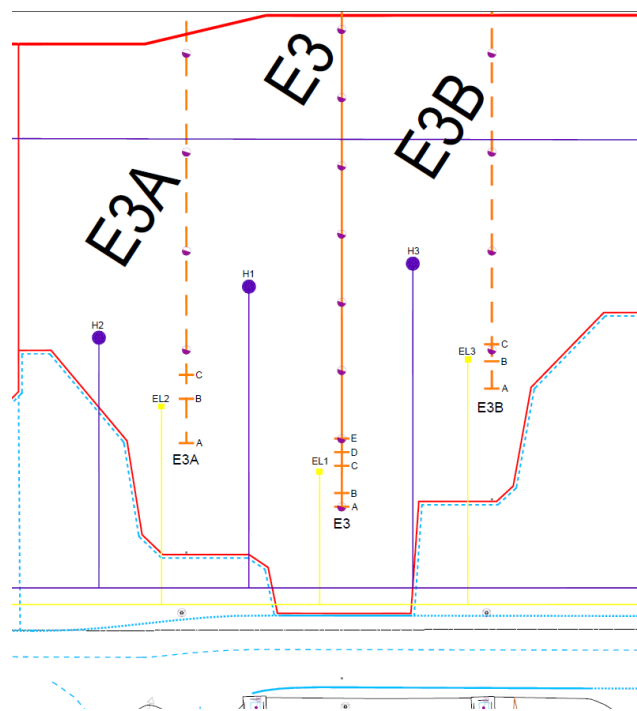
Letadlo je z tohoto místa přímo vytlačováno do křižovatky TWY Z a T. Pokud plánuje odjezd z OPV po TWY Z směrem na západ, je letadlo vytlačeno na bod PUSH 2. Pokud letadlo bude pokračovat na DA1 nebo po TWY T, je vytlačeno na stop příčku mezilehlého vyčkávacího místa křižovatky od západu, vytlačení je znázorněno na Obrázku 5.31.



Obrázek 5.31 Vytlačení letadla ze stání E2A

5.7 STÁNÍ E3

Stání E3 je primárně určeno pro letadla do kódového písmene F do rozpětí 76 m. Stání E3 obsahuje i dvě alternativní stání E3A a E3B pro letadla do rozpětí 36 m do kódového písmene C. Schéma stání je na Obrázku 5.32. V tomto případě před stáním není terminál, ale otevřená plocha, proto se zde počítá s umístěním VDGS na sloupy pro všechna stání.



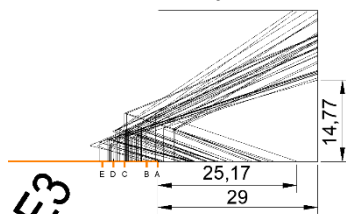
Obrázek 5.32 Stání E3, E3A, E3B

V Tabulce 5.10 je uvedeno, jaká letadla a na jakou příčku jsou umístěna na stání E3

Tabulka 5.10 Letadla umístěna na stání E3

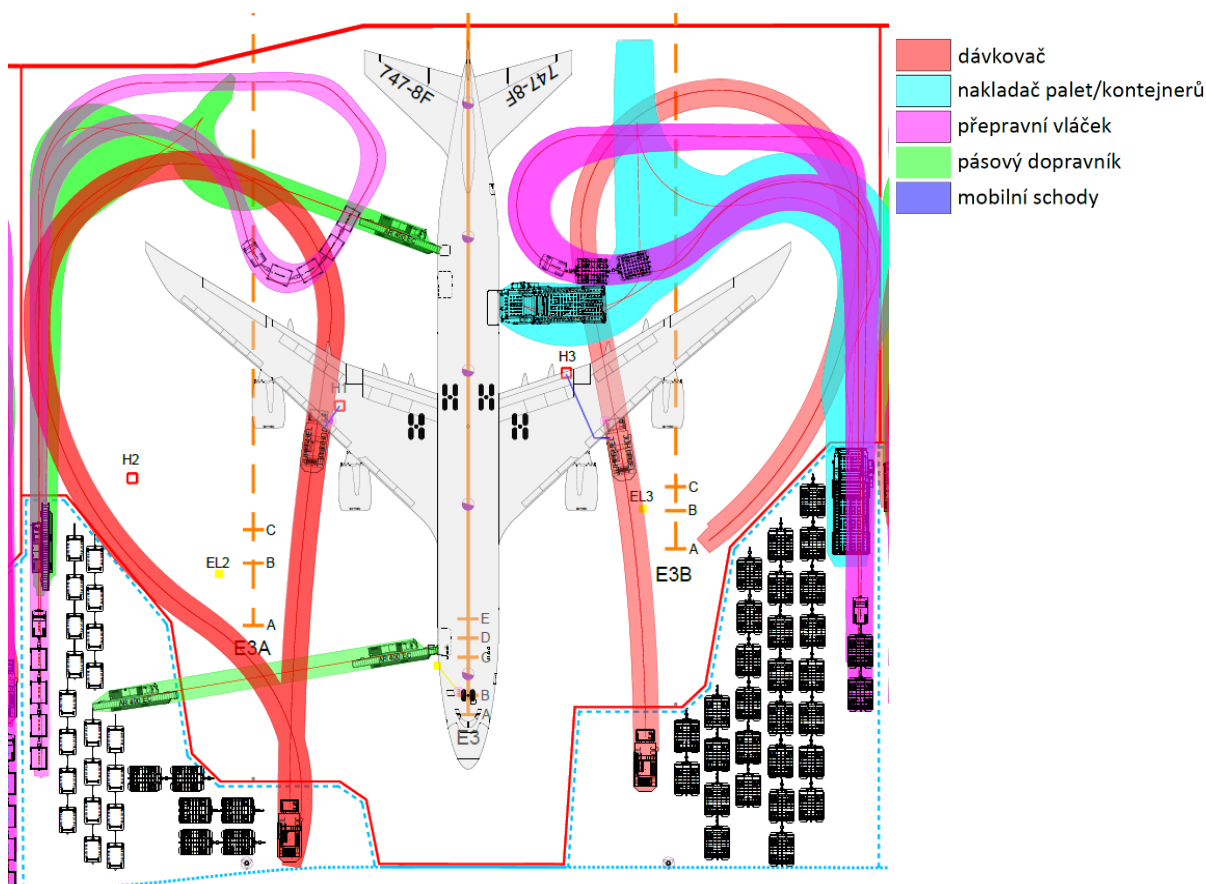
Příčka	Vzdálenost	Letadla
A	0,00m	777-9 Folded, A350-1000
B	2,00m	747-8, 747-8F, 777-300, 777-300ER, A340-600
C	6,00m	777-8 Folded, C-5A Galaxy
D	8,00m	747-100, 747-200, 747-300, 747-400, 747-400 Freighter, 787-10, A340-500, A350-900
E	10,00m	707-320B, 717-200, 727-100, 727-100C, 727-200, 727-200W, 737 MAX 10, 737 MAX 7, 737 MAX 8, 737 MAX 9, 737-300W, 737-400, 737-500W, 737-600, 737-700, 737-700ER, 737-800, 737-800 BCF, 737-800SSW, 737-900, 737-900SSW, 737-900W, 737-BBJ2, 737-BBJ2W, 737-BBJ3, 737-BBJW, 757-200, 757-200PF, 757-200W, 757-300, 757-300W, 767-200, 767-200ER, 767-300, 767-300 BCF, 767-300 Freighter, 767-300ER, 767-300ERW, 767-400ER, 777 Freighter, 777-200, 777-200ER, 777-200LR, 787-8, 787-9, A220-100, A220-300, A300-600F, A300-600R, A300-B2/B4, A310-200, A310-200F, A310-300, A318-100, A319 NEO, A319-100, A319-100S, A320-200, A320-200S, A321-200S, A330-200, A330-200F, A330-300, A330-800, A330-900, A340-200, A340-300, AN 12, C-130H Hercules, C-17A Globemaster III, CRJ-900, DC 10-30, DC 9-51, E170 STD, E175 EWT, E175-E2, E190 STD, E195 LR, E195-E2, EMB 120, ERJ 145 XR, IL 62M, IL 76MD, IL 86, IL 96-300, KC-135 (707), L 1011-200, L 1011-500, MD 10-30F, MD 11, MD 11F, MD 81, MD 82, MD 83, MD 87, MD 88, MD 90-30, TU-134A, TU-154M, TU-204, TU-334

Následně výhledové úhly jednotlivých letadel byly promítnuty tak, jak byla umístěna letadla na stání, viz Obrázek 5.33. Z toho vyšlo, že signalista nemůže být blíže jak 25,17 m od příčky A, aby na něj z letadla pilot viděl. Stejně tak vyšlo, že VDGS displej nesmí být výše než 14,77 m. Na tomto stání je počítáno s umístěním displeje VDGS na sloup před stáním, umístěný 29 m před příčkou A, to umožňuje umístit VDGS do jakékoliv výšky, kterou výhledový úhel dovolí. I zde bude VDGS umístěno do podobné výšky jako u předchozích stání, kde je na nástřešku, aby byla zachována vizuální linie systému VDGS.



Obrázek 5.33 Výhledové úhly na E3

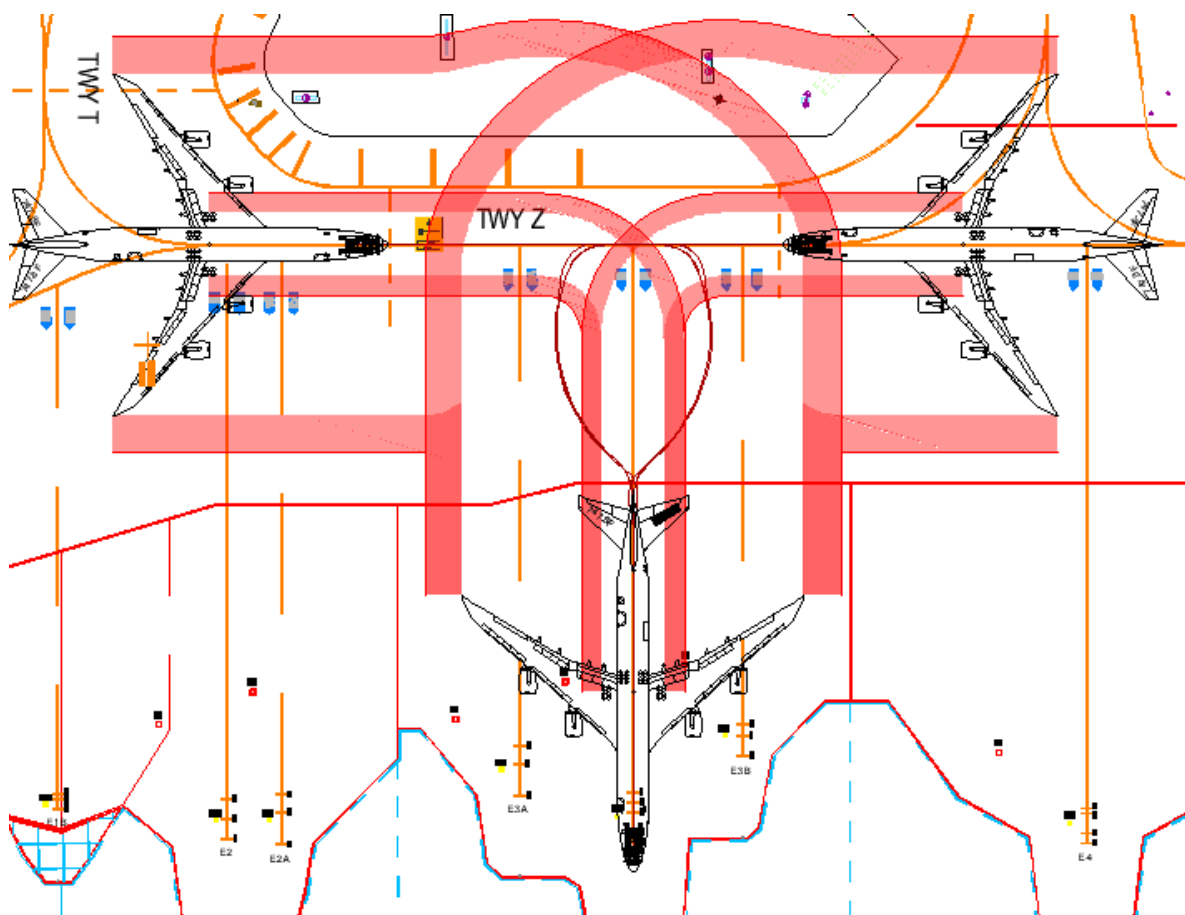
Pro stání E3 byla vytvořena simulace pozemního odbavení, viz Obrázek 5.34. Na pohotovostních stání MMP stojí vozíky připravené pro náklad z/do letadla. V tomto případě vychází hydrant H1 pod křídlo letadla, ale mimo prostor motorů.



Obrázek 5.34 Odbavení letadla na E3

5.7.1 Vytlačování ze stání E3

Pokud má letadlo dále pokračovat na TWY T nebo na západ po TWY Z, bude vytlačeno až do křižovatky s DA1, do polohy na stop příčce západního mezilehlého místa z druhé strany. Pokud letadlo bude pokračovat na DA1, bude vytlačeno až do křižovatky TWY Z a T na stop příčku východního mezilehlého vyčkávacího místa křižovatky z druhé strany. Vytlačení je znázorněno na Obrázku 5.35



Obrázek 5.35 Vytlačení letadla ze stání E3

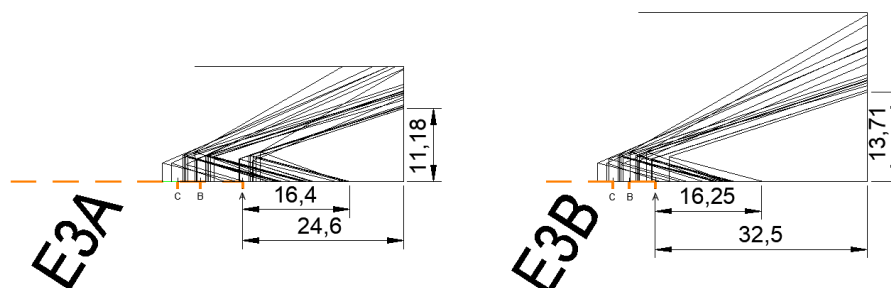
5.7.2 Stání E3A a E3B

Jedná se o alternativní stání ke stání E3, tato stání lze vidět na Obrázku 5.32, pokud je obsazeno alespoň jedno ze stání, nelze využít primární stání E3. Tato stání jsou určeno pro letadla o rozpětí do 36 m. V Tabulce 5.11 jsou umístěna letadla na stání E3A a E3B.

Tabulka 5.11 Letadla umístěna na stání E3A a E3B

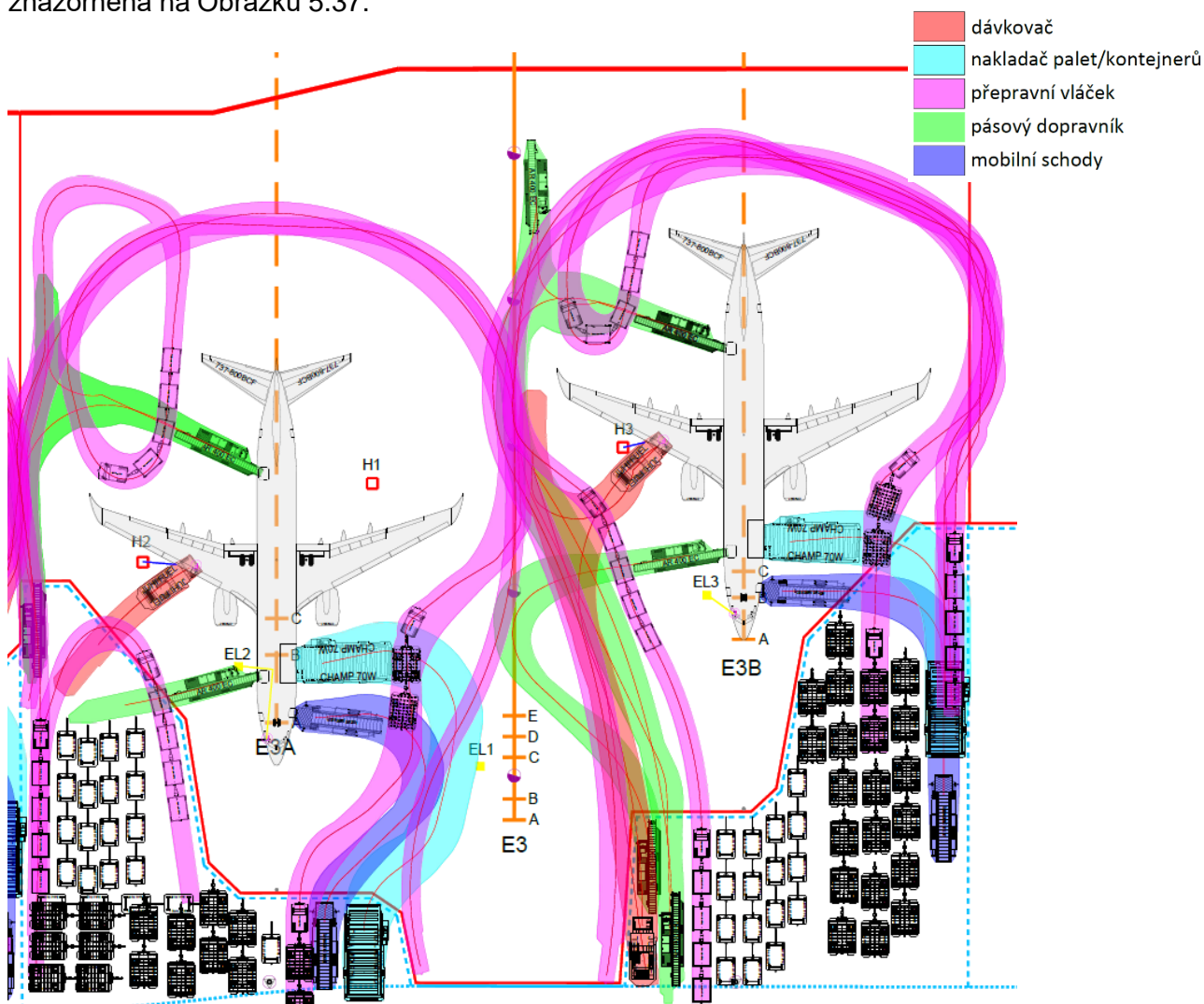
Stání	Label	Distance	Aircraft
E3A	A	0,00m	727-200, 727-200W, 737 MAX 10, 737 MAX 9, 737-900, 737-900SSW, 737-900W, 737-BBJ3, A321-200S, DC 9-51, MD 81, MD 82, MD 83, MD 88, MD 90-30
	B	6,50m	717-200, 727-100, 727-100C, 737 MAX 8, 737-800, 737-800SSW, 737-BBJ2, 737-BBJ2W, A220-300, E195 LR, E195-E2, MD 87
	C	10,00m	737 MAX 7, 737-300W, 737-400, 737-500W, 737-600, 737-700, 737-700ER, 737-BBJW, A220-100, A318-100, A319 NEO, A319-100, A319-100S, A320-200, A320-200S, CRJ-900, E170 STD, E175 EWT, E175-E2, E190 STD, EMB 120, ERJ 145 XR, TU-134A, TU-334
E3B	A	0,00m	727-200, 727-200W, MD 81, MD 82, MD 83, MD 88, MD 90-30
	B	4,00m	737 MAX 10, 737 MAX 9, 737-900, 737-900SSW, 737-900W, 737-BBJ3, A321-200S, DC 9-51
	C	6,50m	717-200, 727-100, 727-100C, 737 MAX 7, 737 MAX 8, 737-300W, 737-400, 737-500W, 737-600, 737-700, 737-700ER, 737-800, 737-800SSW, 737-BBJ2, 737-BBJ2W, 737-BBJW, A220-100, A220-300, A318-100, A319 NEO, A319-100, A319-100S, A320-200, A320-200S, CRJ-900, E170 STD, E175 EWT, E175-E2, E190 STD, E195 LR, E195-E2, EMB 120, ERJ 145 XR, MD 87, TU-134A, TU-334

Následně umístění letadel bylo promítnuto do průniku výhledových úhlů na stáních, viz Obrázek 5.36. Pro E3A vyšlo, že signalista musí být minimálně 16,4 m od příčky A a VDGS lze umístit na sloup vzdálený 24,6 m od příčky A až do výšky 11,18 m. Pro E3B vyšlo, že signalista musí být minimálně 16,25 m od příčky A a VDGS lze umístit na sloup vzdálený 32,5 m od příčky A až do výšky 13,71 m. Zde je opět počítáno s umístěním displeje VDGS na nástřešek.



Obrázek 5.36 Výhledové úhly na E3A a E3B

Pro stání E3A a E3B byly vytvořeny simulace pozemního odbavení. Obě odbavení jsou znázorněna na Obrázku 5.37.



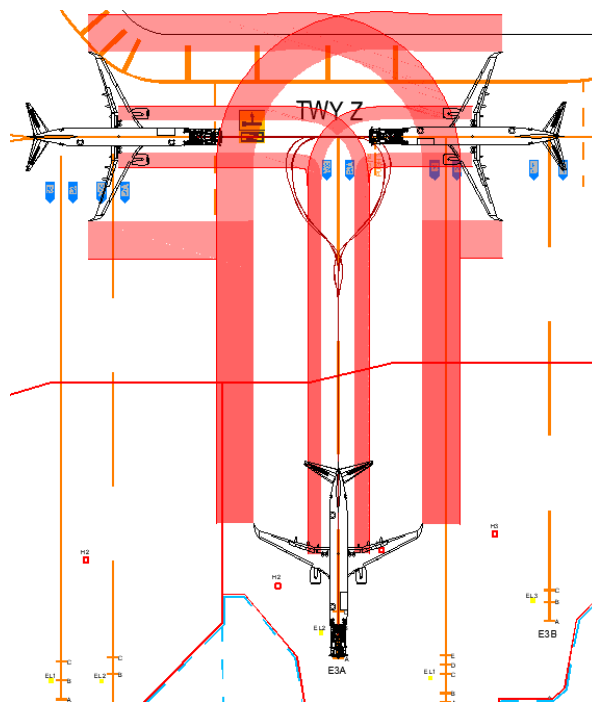
Obrázek 5.37 Odbavení letadel na E3A a E3B

5.7.2.1 Vytlačování ze stání E3A a E3B

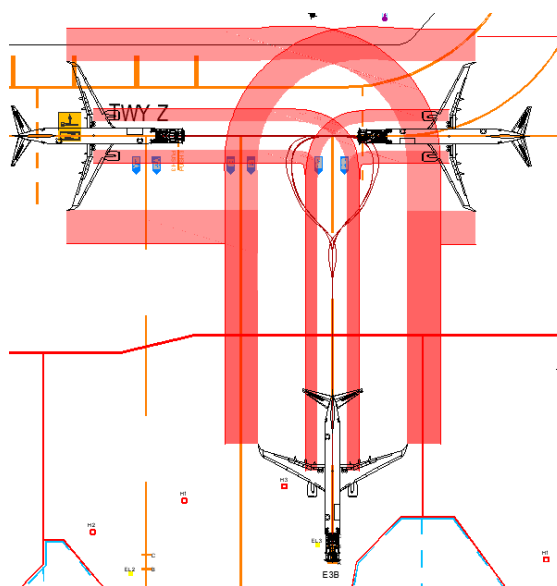
Letadlo, které bude ze stání E3A pokračovat na západ, bude vytlačeno na příčku PUSH 3. Pokud bude pokračovat na DA1, bude vytlačeno na úroveň stop příčky mezilehlého vyčkávacího místa z opačné strany.

Letadlo, které bude ze stání E3B pokračovat na DA1 bude vytlačeno na příčku PUSH 3. Pokud bude pokračovat na západ, budou vytlačena na na úroveň stop příčky mezilehlého vyčkávacího místa z opačné strany.

Postup vytlačení z E3A je znázorněn na Obrázku 5.38 a postup vytlačení z E3B je znázorněn na Obrázku 5.39



Obrázek 5.39 Vytlačení letadla ze stání E3A

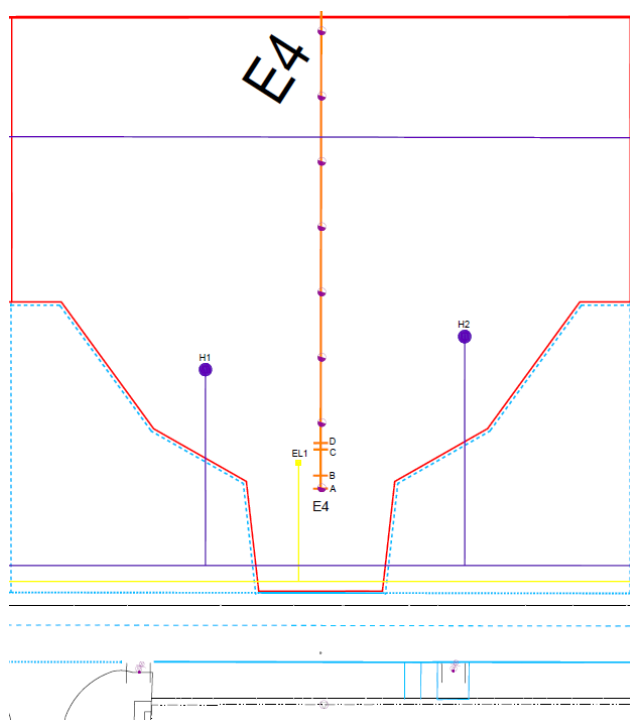


Obrázek 5.38 Vytlačení letadla ze stání E3B

5.8 STÁNÍ E4

Toto stání jako jediné je určeno pro všechny letadla kódového písmene F o rozpětí do 80 m. Toto stání je jako jediné na OPV určeno pro odbavení AN124 nebo mimořádné odstavení A380, pokud by u Terminálu 1 nebylo místo. Případně se zde počítá i s možností odstavení

letadel Boeing 777X 8/9 s roztaženými konci křídel, pokud by se z nějakého důvodu nebyly schopny sklopit. Všechna letadla zde odbavena nevyžadují speciální postupy, jako tomu je v současnosti pro letadla kódového písmene F. Stání je znázorněno na Obrázku 5.40.



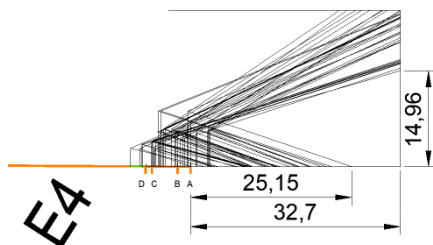
Obrázek 5.40 Stání E4

V Tabulce 5.12 je uvedeno, jaká letadla jsou umístěna na jakou příčku stání E4.

Tabulka 5.12 Letadla umístěna na stání E4

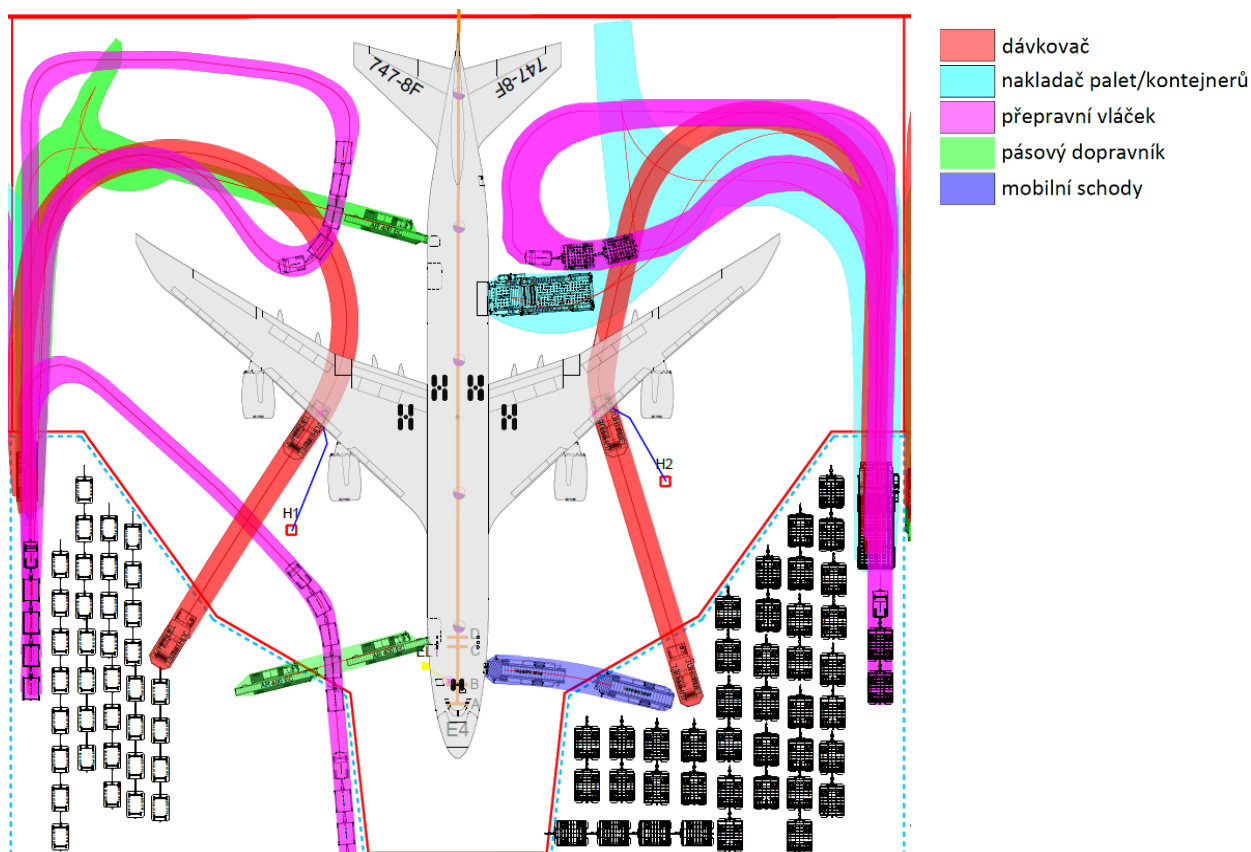
Příčka	Vzdálenost	Letadla
A	0,00m	777-9 Extended, 777-9 Folded, A350-1000
B	2,00m	747-8, 747-8F, 777-300, 777-300ER, A340-600, A380-800
C	6,00m	777-8 Extended, 777-8 Folded, C-5A Galaxy
D	7,00m	707-320B, 717-200, 727-100, 727-100C, 727-200, 727-200W, 737 MAX 10, 737 MAX 7, 737 MAX 8, 737 MAX 9, 737-300W, 737-400, 737-500W, 737-600, 737-700, 737-700ER, 737-800, 737-800BCF, 737-800SSW, 737-900, 737-900SSW, 737-900W, 737-BBJ2, 737-BBJ2W, 737-BBJ3, 737-BBJW, 747-100, 747-200, 747-300, 747-400, 747-400 Freighter, 757-200, 757-200PF, 757-200W, 757-300, 757-300W, 767-200, 767-200ER, 767-300, 767-300 BCF, 767-300 Freighter, 767-300ER, 767-300ERW, 767-400ER, 777 Freighter, 777-200, 777-200ER, 777-200LR, 787-10, 787-8, 787-9, A220-100, A220-300, A300-600F, A300-600R, A300-B2/B4, A310-200, A310-200F, A310-300, A318-100, A319 NEO, A319-100, A319-100S, A320-200, A320-200S, A321-200S, A330-200, A330-200F, A330-300, A330-800, A330-900, A340-200, A340-300, A340-500, A350-900, AN 12, AN 124-100, C-130H Hercules, C-17A Globemaster III, CRJ-900, DC 10-30, DC 9-51, E170 STD, E175 EWT, E175-E2, E190 STD, E195 LR, E195-E2, EMB 120, ERJ 145 XR, IL 62M, IL 76MD, IL 86, IL 96-300, KC-135 (707), L 1011-200, L 1011-500, MD 10-30F, MD 11, MD 11F, MD 81, MD 82, MD 83, MD 87, MD 88, MD 90-30, TU-134A, TU-154M, TU-204, TU-334

Následně byla zjištěna minima pro vzdálenost signalisty a minimální výška pro umístění displeje VDGS. Výsledek je na Obrázku 5.41, signalista musí být alespoň 25,15 m od příčky A a VDGS displej musí být umístěn nejvýše 14,96 m horní hranou. To vyhovuje záměru umístit DGS na nástřešek terminálu



Obrázek 5.41 Výhledové úhly na E4

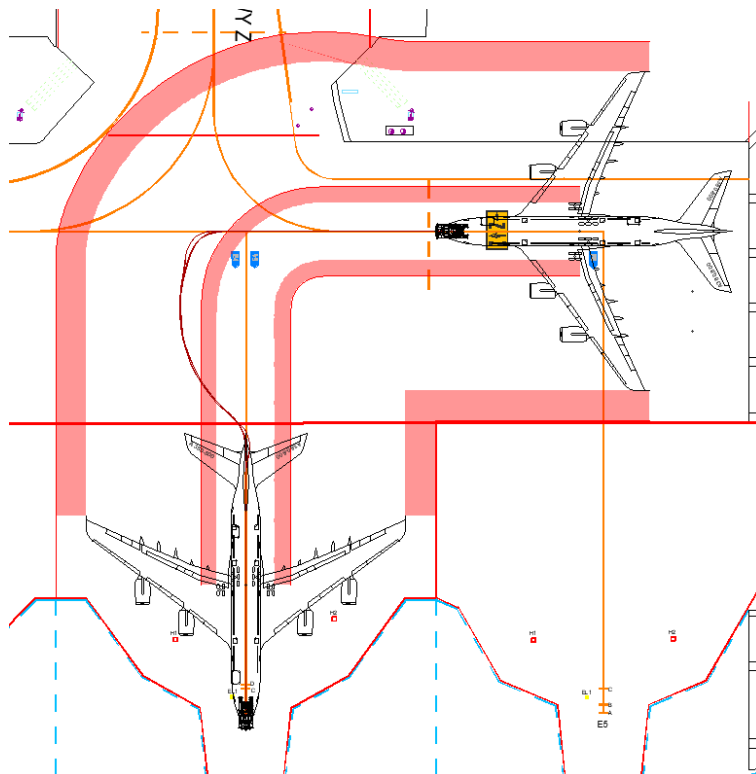
Pro stání E4 byla vytvořena simulace pozemního odbavení znázorněna na Obrázku 5.42. Jedná se o největší stání na OPV, tudíž pozemní technika má nejvíce manévrovacího prostoru.



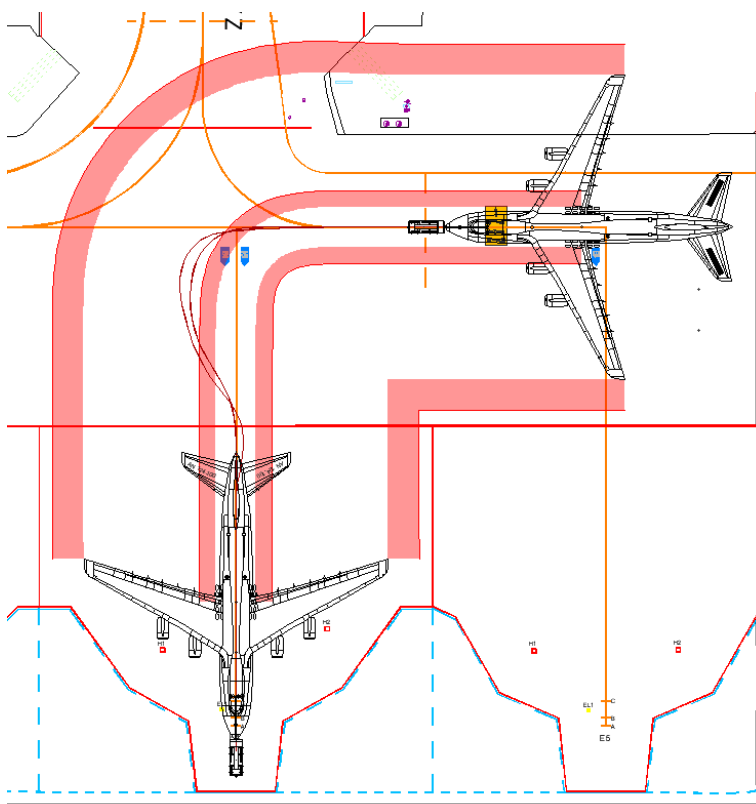
Obrázek 5.42 Odbavení letadla na stání E4

5.8.1 Vytlačování ze stání E4

Letadlo z tohoto stání je vždy vytlačeno na východní stop příčky mezilehlého vyčkávacího místa, odkud pak může po vlastní ose jet kamkoliv. Jde o největší stání OPV pro největší letadla, tudíž je zde znázorněno vytlačení A380 na Obrázku 5.43 a AN124 na Obrázku 5.44



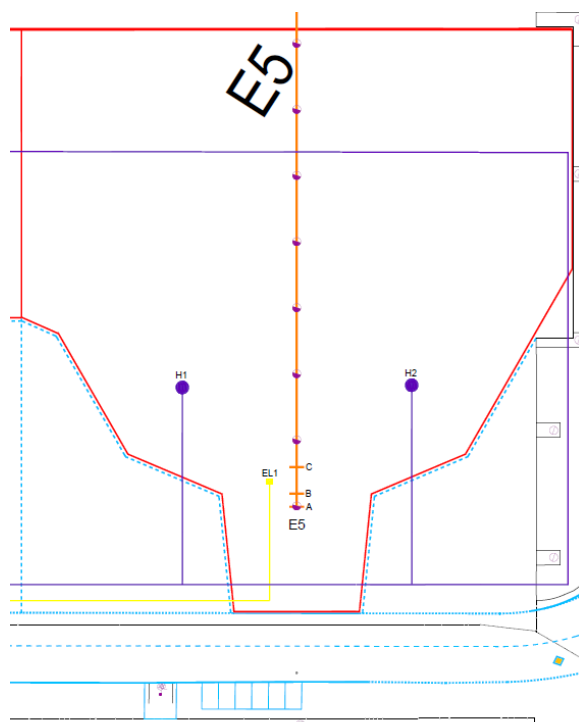
Obrázek 5.43 Vytlačení A380 ze stání E4



Obrázek 5.44 Vytlačení AN 124 ze stání E4

5.9 STÁNÍ E5

Stání E5 je určeno pro letadla až kódového písmene F do rozpětí 69 m, což odpovídá i B 747-8F, pro které je toto stání primárně zamýšleno. Stání je znázorněno na Obrázku 5.45.



Obrázek 5.45 Stání E5

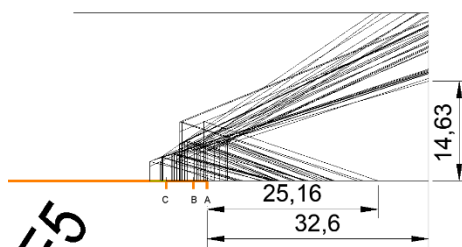
V Tabulce 5.12 je uvedeno jaká letadla jsou umístěna na jakou příčku stání E5.

Tabulka 5.13 Letadla umístěna na stání E5

Příčka	Vzdálenost	Letadla
A	0,00m	777-9 Folded, A350-1000
B	2,00m	747-8, 747-8F, 777-300, 777-300ER, A340-600 707-320B, 717-200, 727-100, 727-100C, 727-200, 727-200W, 737 MAX 10, 737 MAX 7, 737 MAX 8, 737 MAX 9, 737-300W, 737-400, 737-500W, 737-600, 737-700, 737-700ER, 737-800, 737-800BCF 737-800SSW, 737-900, 737-900SSW, 737-900W, 737-BBJ2, 737-BBJ2W, 737-BBJ3, 737-BBJW, 747-100, 747-200, 747-300, 747-400, 747-400 Freighter, 757-200, 757-200PF, 757-200W, 757-300, 757-300W, 767-200, 767-200ER, 767-300, 767-300 BCF, 767-300 Freighter, 767-300ER, 767-300ERW, 767-400ER, 777 Freighter, 777-200, 777-200ER, 777-200LR, 777-8 Folded, 787-10, 787-8, 787-9, A220-100, A22—300, A300-600F, A300-600R, A300-B2/B4, A310-200, A310-200F, A310-300, A31—100, A319 NEO, A319-100, A319-100S, A320-200, A320-200S, A321-200S, A330-200, A330-200F, A330-300, A330-800, A330-900, A340-200, A340-300, A340-500, A350-900, AN 12, C-130H Hercules, C-17A Globemaster III, C-5A Galaxy, CRJ-900, DC 10-30, DC 9-51, E170 STD, E175 EWT, E175-E2, E190 STD, E195 LR, E195-E2, EMB 120, ERJ 145 XR, IL 62M, IL 76MD, IL 86, IL 96-300, KC-135 (707), L 1011-200, L 1011-500, MD 10-30F, MD 11, MD 11F, MD 81, MD 82, MD 83, MD 87, MD 88, MD 90-30, TU-134A, TU-154M, TU-204, TU-334
C	6,00m	

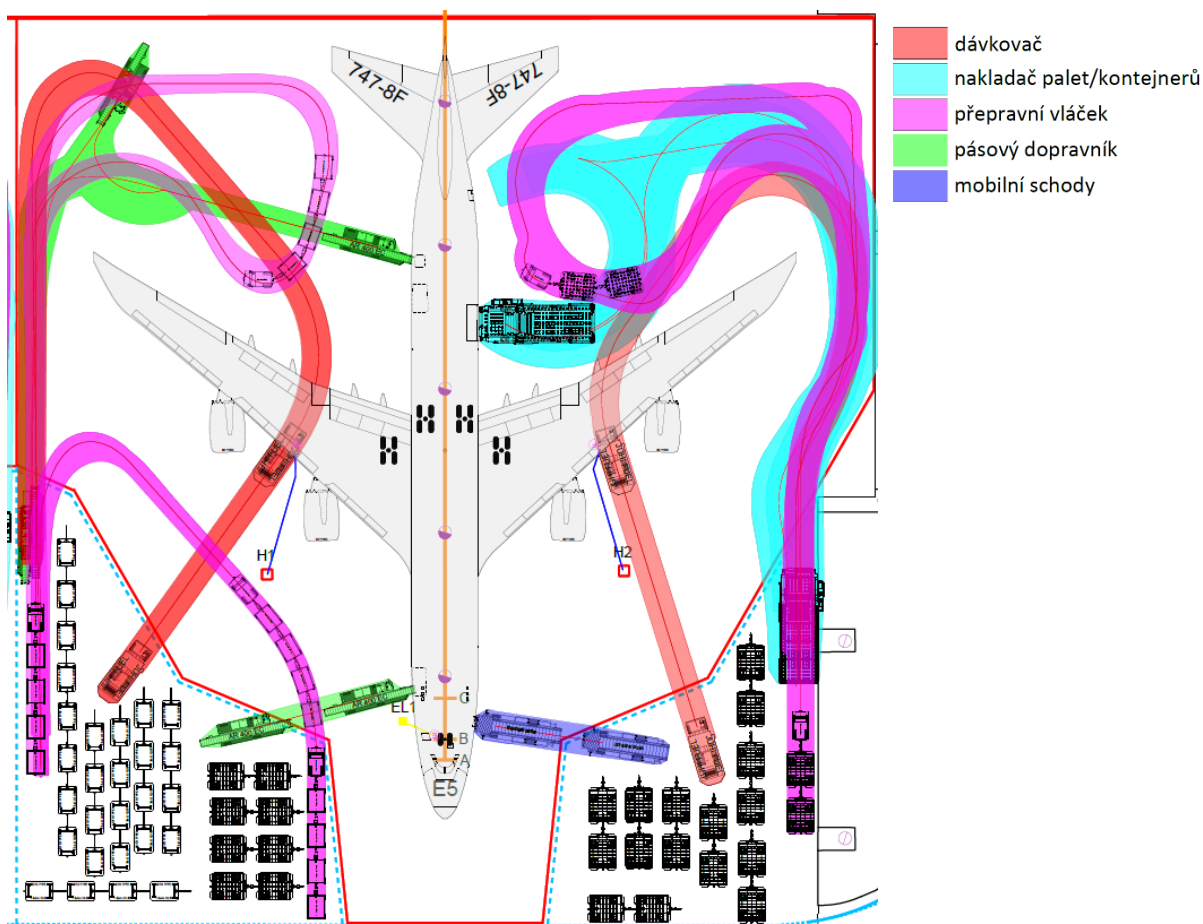
Následně byly výhledové úhly jednotlivých letadel umístěny tak, jak byly umístěna letadla na stání, viz Obrázek 5.46. Z toho vyšlo, že signalista nemůže být blíže jak 25,16 m od příčky

A, aby na něj z letadla pilot viděl. Stejně tak vyšlo, že VDGS displej nesmí být výše než 14,63 m. Toto vyhovuje záměru umístění VDGS na nástřešek terminálu.



Obrázek 5.46 Výhledové úhly E5

Pro stání E5 byla vytvořena simulace pozemního odbavení, viz Obrázek 5.47, Jde o nejmenší ze stání pro letadla s rozpětím do 69m. Z tohoto důvodu byla odbavovací plocha rozšířena do strany tak, aby pozemní technika měla dostatek manévrovacího prostoru kolem letadla.



Obrázek 5.47 Odbavení letadla na E5

5.9.1 Vytlačování ze stání E5

Pokud bude letadlo pokračovat dál po TWY Z na západ, je vytlačeno do prostoru DA1 na stop příčku mezilehlého vyčkávacího stání. Pokud by mělo pokračovat přes DA1, je vytlačeno

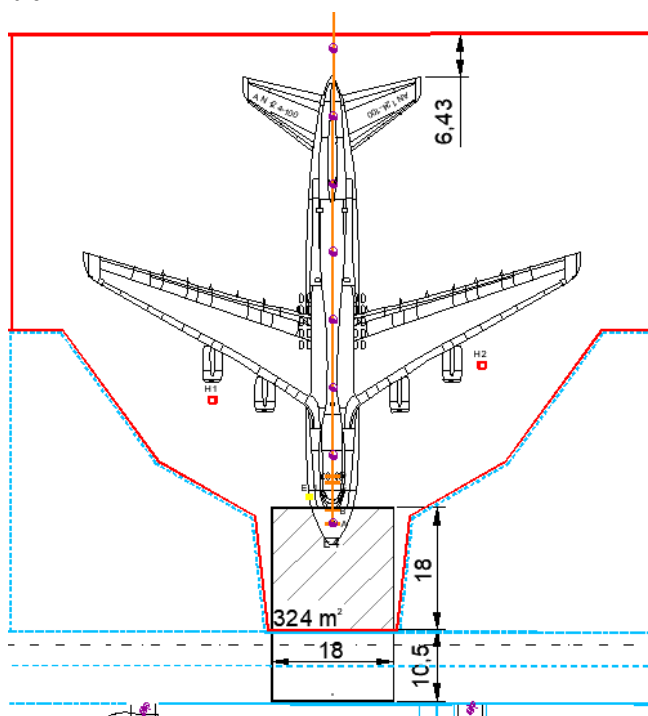
na TWY Z na příčce mezilehlého vyčkávacího stání křižovatky s DA1, znázorněno na Obrázku 5.48

5.10 MOŽNOST ODBAVENÍ PŘÍDÍ LETADLA

Na stáních jsou umístěna letadla, která umožňují v případě potřeby otevření přídě. V takovém případě lze náklad nakládat a vykládat zepředu letadla.

5.10.1 Antonov AN 124

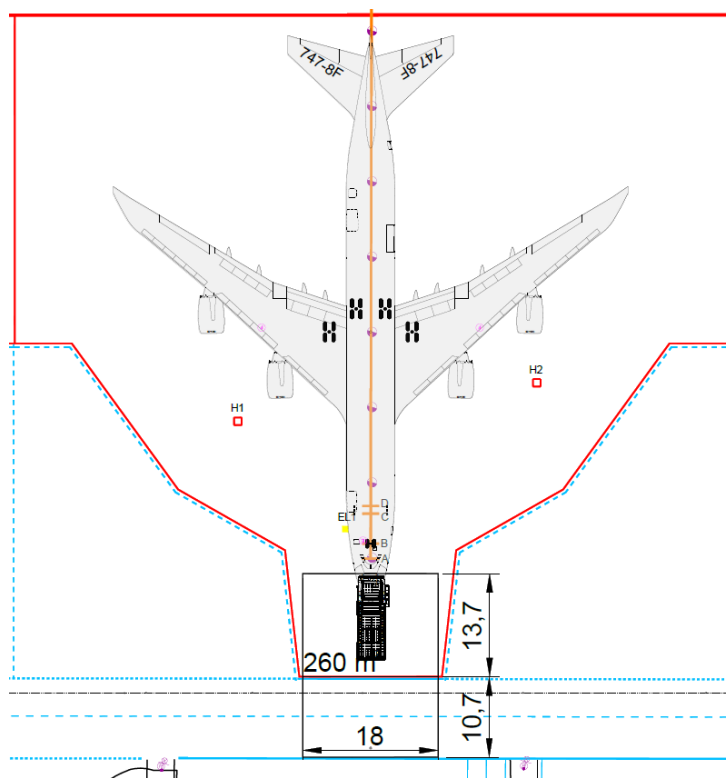
Toto letadlo je umístěno na stání E4, což je největší místo, kterým OPV disponuje. Toto letadlo létá jen na objednávku a většinou přepravuje náklady, které se jinak přepravit nedají, ať už jde o jejich rozměry nebo hmotnost. Jde o největší nákladní letadlo současnosti. Jak je vidět na Obrázku 5.49, při standardním zastavení AN124 na své příčce D má před sebou v rámci stání manipulační prostor 324 m^2 , to je čtverec o délce strany 18 m. Pokud by byla potřeba větší prostor, letadlo lze ještě o 6 m odtlačit z příčky, kdy zůstane obrysem stále na stání. Tím se získá před letadlem prostor dlouhý 24 m k hraně stání. Tento prostor by měl stačit k naložení nákladu do letadla. V případě, že by ani toto nestačilo, je tu ještě možnost využít prostor komunikace. Zde je třeba počítat s omezením, neboť jde o hlavní tepnu dodávek paliva cisternami pro zbytek letiště, proto by zábor k odbavení tohoto letadla připadal v úvahu maximálně na noc, kdy je provoz na letišti utlumen.



Obrázek 5.48 Odbavení AN 124 přídi

5.10.2 Boeing 747-8F

Boeing 747-8F umožňuje odbavení přídělí. To se používá pro náklady, které nelze naložit běžným způsobem z boku kvůli svým rozměrům. Přídělí se nakládá na hlavní palubu a běžně se k tomu využívají nakladače jako při nakládání z boku, proto je uveden na Obrázku 5.50.



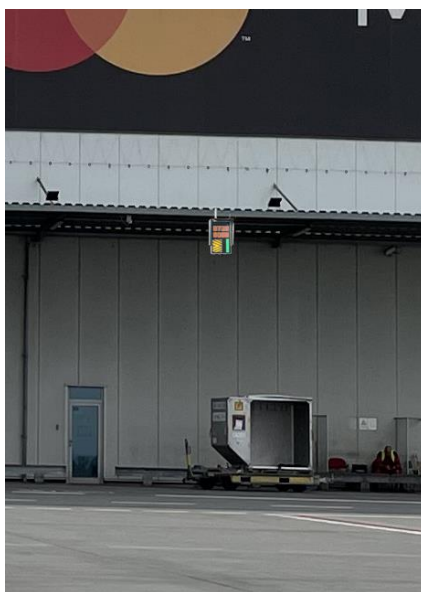
Obrázek 5.49 Odbavení 747-8F přídělí

OPV umožňuje odbavení 747-8F na třech stáních E3, E4 a E5, na všech stáních je letadlo umístěno stejně, se stejnou vzdáleností od příďového podvozku k přední hraně stání. Proto je zde uveden jen jeden příklad, který se dá aplikovat na všechna stání. Letadlo má před sebou prostor hluboký 13,7 m, to je dostatek místa pro nakladač pro naložení běžného nákladu. V případě naložení nákladu, který se na nakladač nevejde, je možné využít prostor komunikace. Stejně jako u AN 124 jde o hlavní komunikaci pro dodávky paliva, proto by bylo vhodné provést odbavení v noci, kdy je letiště v útlumu.

6 VÝSLEDEK REKONFIGURACE OPV

Po simulacích pozemního odbavení na OPV lze konstatovat, že návrhy rekonfigurace splňují provozní požadavky. Pozemní technika je schopna se okolo letadel bez problému pohybovat a zajistit jejich odbavení.

Umístění systému VDGS na nástřešky terminálů je možné dle záměru. Displej systému APIS++ by byl zavěšen z nástřešku, jak je naznačeno na Obrázku 6.1. Výška systému by se pohybovala na terminálu Skyport kolem 630 cm od země a na terminálu Menzies kolem 580 cm od země. Obdobně je tomu i na stáních mezi terminály. Na stání E3 je počítáno s umístěním displeje VDGS na sloup za komunikací na úroveň nástřešků, takže systém by byl ve výšce kolem 600 cm. Na stání E3A a E3B, která jsou vzdálenější od kraje OPV a už by nevycházela vzdálenost 40 m nejvzdálenější příčky stání od displeje, pokud by byl displej umístěn na stejnou úroveň jako je nástřešek, se počítá s umístěním sloupů na hranu pohotovostních stání MMP a pozemní komunikace. Na těchto sloupech by byl displej VDGS umístěn do výšky kolem 550 cm. Displej nemusí být tak vysoko, jelikož pod ním nebude jezdit žádná technika a je blíže stání, ale zároveň je třeba, aby byl tak vysoko, aby ho žádná technika



Obrázek 6.1 zamýšlené umístění displeje APIS++

nemohla zastínit.

6.1 ZHODNOCENÍ DOPADU ZMĚN NA PROVOZ LETIŠTĚ

Hlavním nedostatkem současného řešení je nemožnost odbavení velkých letadel o rozpětí od 65 m bez provozních omezení na OPV a malá kapacita OPV pro letadla s menším rozpětím.

Přínosem tohoto návrhu je efektivní využití OPV, rozšíření odbavovacích možností letiště pro nákladní letadla, zavedení systému VDGS na stání, takže na stání při příjezdu letadla není nutný signalista pro navedení letadla (pokud není VDGS mimo provoz). Současně je uvažováno se zabudováním zdrojů elektrické energie pro letadla do země a zavedením hydrantového systému. Zavedení těchto systémů zvyšuje bezpečnost a efektivitu odbavení. Hlavním faktorem je hydrantový systém, díky kterému na stání nemusí zajišťovat velká cisterna plná paliva, ale stačí malý dávkovač na přečerpání. Hydrantový systém je bezpečnější než cisterna a také umožňuje vyšší efektivitu stání, protože se pozemní technika nemusí cisterně vyhýbat. V rámci flexibility OPV se udělal kompromis v počtu a velikosti stání. Toto rozložení umožní letišti dále rozvíjet leteckou nákladní dopravu. Tři z pěti stání jsou vybavena pěti alternativními stáními pro menší letadla s rozpětím do 36 m, takže pokud by se na OPV sešlo více malých letadel, nedojde k problémové situaci.

Hlavními nedostatky tohoto řešení je nutnost rozšíření plochy směrem k RWY za účelem posunutí TWY Z. Tím, že dojde k posunutí TWY Z, ale neposune se DA1, letadla už nejsou schopna křížením pod DA1 projet, pokud je obsazené a musí čekat na mezilehlém vyčkávacím místě, než bude DA1 uvolněno. To samé platí pro vytlačování letadel z E4, E5 a E3B na vzlet z dráhy 06 i 24. Vytlačení se letadlo dostane do křižovatky, kde už v případě obsazení DA1 není zajištěn bezpečný rozestup mezi letadly. Toto omezení platí i pro stání E3, pokud by bylo letadlo vytlačováno na vzlet z 06, kdy dojde k narušení křižovatky ocasní částí. Další omezení při vytlačování letadla je křížení TWY Z a T. Toto křížení musí být zcela volné, pokud chceme vytlačovat letadla z E1, E1A, E1B, E2, E2B. Letadla z těchto stání jsou přímo vytlačena do této křižovatky. Hlavním nedostatkem samotných stání je v případě odbavování více alternativních stání zároveň nižší kapacita pohotovostních stání MMP, které jsou primárně koncipovány pro primární stání.

7 DISKUSE

Práce od začátku uvažuje s většími stavebními úpravami, které by po dobu realizace částečně omezily provoz letiště. Hlavně pak při přestavbě křížení TWY Z a T, která je na hlavním koridoru při pojezdě na dráhu 24 nebo sjezd z dráhy 06. Tato stavební úprava s sebou ponese nemalé finanční náklady, jelikož jde přímo o přestavbu TWY.

Práce počítá a zaměřuje se na možné vybudování a využití hydrantového systému, kterým do teď LKPR nedisponuje. Je zde navrženo jako absolutní řešení, práce se nezabývá skutečností, zda pro LKPR vybudování tohoto systému nejvhodnější. Hydrantový systém potřebuje velké průtoky paliva, aby se jeho vysoké pořizovací náklady vyplatili, takové průtoky na samotné OPV nejsou možné. Pokud by LKPR tento systém dále nerozšířilo, na samotné OPV by nebylo rentabilní, je to však dobrý začátek, kde by si LKPR mohlo vyzkoušet a vyladit veškeré postupy a fungování s tímto systémem. Po jeho rozšíření do zbytku letiště by to byl pro LKPR značně jednodušší a plynulejší přechod.

Jiné to je u systému VDGS, který LKPR využívá na většině kontaktních stání, jelikož práce uvažuje stejný systém, odpadají některé překážky jako je adaptace nových systémů nebo tvoření nového plánu údržby, tímto už letiště prošlo, jde jen o rozšíření stávajícího řešení na nové stání.

Práce vybavuje OPV různými zabudovanými systémy pro zjednodušení odbavení letadel, ale už se hlouběji nezabývá jejich stavební konstrukcí, ochrannými pásy, konečnou realizovatelností nebo finanční náročností těchto řešení. Cílem bylo navrhnout rekonfiguraci OPV s využitím těchto systémů, čehož bylo dosaženo. Další rozšiřující zaměření těmito směry už by vyžadovalo mnohem hlubší znalosti stavebnictví, přístupy k neveřejným dokumentům. Pokud jde o finance, bylo by nutné získat od LKPR citlivá finanční data, která by se nedala anonymizovat, jelikož se řeší pouze toto jedno letiště.

Vytížení OPV v minulém roce bylo minimální za celý řešený časový úsek. Za období Covid 19, kdy nákladní lety prosperovali jako nikdy před tím, pohyby na OPV se nijak markantně nezvedly vůči předchozím letům. To nabízí zamyšlení, zda tomu nebylo právě kvůli malým kapacitám OPV k odbavení velkých nákladních letadel, což mohlo odradit aerolinky od využití tohoto letiště. Jistě se bude letišti hledat nové partnery jednodušejí, když se jeho služby ztraktivní. Otázkou je, zda aplikace řešení v plné šíři této práce je finančně zodpovědná.

8 ZÁVĚR

Rekonfigurace navrhuje využití celé OPV a zavedení pěti primárních stání. Pro tři z nich navrhuje celkem pět alternativních stání pro menší letadla, takže celkem na OPV v jeden okamžik může stát až sedm letadel, oproti současným čtyřem. Současně se na OPV počítá s možností odbavení tří letadel s rozpětím větším 65 m.

V práci je navržena celková rekonfigurace OPV ve dvou provedeních. Ty se liší ve využití možného alternativního pohotovostního stání MMP u stání E1B. V Návrhu 1 je toto stání využito, což zvyšuje kapacitu možné připravené pozemní techniky na odbavení, ale vyžaduje to po pozemní obsluze, aby věděla, kdy toto místo může využít. Návrh 2 eliminuje tento lidský faktor, tudíž se dá říct, že je bezpečnější, a tuto oblast na pevně začleňuje do stání. To snižuje kapacitu možné připravené pozemní techniky na odbavení.

Nově jsou stání také vybavena systémem VDGS, hydrantovým systémem a podzemním zdrojem elektrické energie. Díky těmto systémům dojde k efektivnějšímu odbavení letadel. Letadlo je schopné zajet na stání samo, pouze za pomoci VDGS. Není nutné na stání táhnout GPU pro připojení letadla, letadlo se připojí přímo do zabudované jednotky v zemi, což je ekologičtější a tiché vůči jednotce GPU. Přechodem na využití hydrantového systému k plnění letadel se zvýší efektivita a bezpečnost na ploše. Skutečnost, že není nutné na stání zajišťovat s velkou cisternou pro plnění paliva do letadla, umožní vyšší efektivnost pohybu ostatní pozemní techniky po ploše stání.

Výsledkem práce jsou dva návrhy na celkovou rekonfiguraci a přestavbu OPV, na kterých by LKPR mohlo dále stavět a realizace jednoho z nich by ztraktivnila LKPR a zlepšila vyjednávací pozici vůči nákladním aerolinkám, které by poté mohli začít létat do Prahy.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] VOJTĚCH, Vít. *Směrnice: Řízení provozu na odbavovací ploše Východ*. LP-SM-012/2020. Praha, 2020.
- [2] *Rozhodnutí výkonného ředitele 2022/006/R ze dne 25. února 2022 kterým se vydává následující: 6. vydání Certifikačních specifikací a poradenského materiálu pro návrh letišť (CS ADR-DSN)*. In: . Brusel, 2022. Dostupné také z: https://www.caa.cz/wp-content/uploads/2022/05/Decision_ED_2022_006_RAnnex_CS.pdf?cb=042020edb17f0e688777482891d7037d
- [3] *ICAO DOC 10121: Manual on Ground Handling*. In: . 999 Robert-Bourassa Boulevard, Montréal, Quebec, Canada H3C 5H7: INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, 2019, ročník 2019, First Edition. Dostupné také z: <https://store.icao.int/en/manual-on-ground-handling-doc-10121>
- [4] *ICAO Doc 9157 Aerodrome Design Manual, Part 2 - Taxiways, Aprons and Holding Bays*. Fifth Edition. 999 Robert-Bourassa Boulevard, Montréal, Quebec, Canada H3C 5H7: INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, 2020. ISBN 978-92-9258-864-9.
- [5] *ICAO Doc 9977 Manual on Civil Aviation Jet Fuel Supply*. First Edition. 999 University Street, Montréal, Quebec, Canada H3C 5H7: INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, 2021. ISBN 978-92-9249-105-5.
- [6] *EI 1540 Design, construction, commissioning, maintenance and testing of aviation fuelling facilities*. 5th edition. LONDON: ENERGY INSTITUTE, 2014. ISBN 978 0 85293 708 2.
- [7] LKPR AD 2.20 PRAVIDLA PRO MÍSTNÍ PROVOZ: AIP. In: *AIM Letecká informační služba* [online]. PRAHA/Ruzyně, 2022 [cit. 2023-01-06]. Dostupné z: https://aim.rlp.cz/ais_data/www_main_control/frm_cz_aip.htm
- [8] TAXI ROUTES FOR A340-600, A350-1000, A380, AN124, B747-8, B777-300/300ER, C5: LKPR AD 2-20-1. In: *AIM Letecká informační služba* [online]. PRAHA/Ruzyně, 2022 [cit. 2023-01-06]. Dostupné z: https://aim.rlp.cz/ais_data/aip/data/valid/a2-pr-trca.pdf

- [9] Směrnice - Dopravní řád letiště Praha Ruzyně: LP-SM-004I/2008. In: *PRG* [online]. PRAHA/Ruzyně, 2022 [cit. 2023-01-08]. Dostupné z: <https://www.prg.aero/sites/default/files/obsah/staticke-stranky/5224/soubory/dr2022lp-sm-004i2008.pdf>
- [10] SVAČINA, Josef. *Směrnice: Odmrazování letadel na LKPR*. LP-SM-009J/2011. Praha, 2022.
- [11] 747-8 Airplane Characteristics for Airport Planning. In: *Boeing* [online]. Boeing, 2021 [cit. 2022-08-05]. Dostupné z: https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/airports/acaps/747_8.pdf
- [12] 777-9 Airplane Characteristics for Airport Planning: D6-86073 revize E. In: *Boeing* [online]. Boeing Commercial Airplanes, 2023 [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/airports/acaps/777X_Rev E.pdf
- [13] 777-8F Airport Compatibility Brochure. In: *Boeing* [online]. 2022 [cit. 2023-04-02]. Dostupné z: <https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/airports/acaps/777-8Fbrochure.pdf>
- [14] HROMÁDKA, Martin a Andrej CÍGER. HYDRANT REFUELING SYSTEM AS AN OPTIMISATION OF AIRCRAFT REFUELLING. In: *University of Žilina, Faculty of Operation and Economics of Transport and Communication, Air Transport Department* [online]. Žilina: University of Žilina, 2015 [cit. 2023-03-15]. Dostupné z: <https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-0269da72-0918-4697-b410-a83b9532107e/c/Hromadka.pdf>
- [15] Aircraft Characteristics. In: *Airport Operations & tech data* [online]. Airbus [cit. 2023-04-11]. Dostupné z: <https://www.airbus.com/en/airport-operations-and-technical-data/aircraft-characteristics>
- [16] Airplane Characteristics for Airport Planning. In: *Boeing* [online]. Seal Beach CA: Boeing [cit. 2023-04-11]. Dostupné z: https://www.boeing.com/commercial/airports/plan_manuals.page

- [17] AIRPORT PLANNING MANUAL: CRJ Series 705/900. In: *BOMBARDIER* [online]. 2015 [cit. 2023-04-11]. Dostupné z: [https://customer.aero.bombardier.com/webd/BAG/CustSite/BRAD/RACSDocument.nsf/51aae8b2b3bfdf6685256c300045ff31/ec63f8639ff3ab9d85257c1500635bd8/\\$FILE/ATTQF1EY.pdf/CRJ900APMR11.pdf](https://customer.aero.bombardier.com/webd/BAG/CustSite/BRAD/RACSDocument.nsf/51aae8b2b3bfdf6685256c300045ff31/ec63f8639ff3ab9d85257c1500635bd8/$FILE/ATTQF1EY.pdf/CRJ900APMR11.pdf)
- [18] EMB120, ERJ145. In: *FlyEmbraer* [online]. [cit. 2023-04-11]. Dostupné z: https://www.flyembraer.com/irj/go/km/docs/download_center/Anonymous/Ergonomia/Home%20Page/Documents/APM_120.pdf;
https://www.flyembraer.com/irj/go/km/docs/download_center/Anonymous/Ergonomia/Home%20Page/Documents/APM_140.pdf
- [19] *Embraer: Airport planning manuals for E170, E175, E190, E195* [online]. In: . [cit. 2023-04-11]. Dostupné z: <https://www.embraercommercialaviation.com/>
- [20] Point-to-Point versus Hub-and-Spoke Networks. In: *The Geography of Transport Systems* [online]. [cit. 2023-02-24]. Dostupné z: <https://transportgeography.org/contents/chapter2/geography-of-transportation-networks/point-to-point-versus-hub-and-spoke-network/>

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1.1 Kategorie stání letadel na OPV [1].....	14
Tabulka 1.2 Rozměry současných stání	14
Tabulka 1.3 Současné plochy pohotovostních stání MMP pro jednotlivá stání letadel	14
Tabulka 2.1 Minimální rozestupy pro stání letadel [2].....	15
Tabulka 2.2 Minimální vzdálenosti pojezdových drah pro kódové písmeno E a F [2]	15
Tabulka 3.1 Bezpečná vzdálenost před/za motory letadel v chodu [9]	25
Tabulka 5.1 Průměrné využití OPV v období 2017 až 2022	40
Tabulka 5.2 Kategorie stání letadel na rekonfigurované OPV	41
Tabulka 5.3 Rozměry navrhovaných stání	44
Tabulka 5.4 Plochy pohotovostních stání MMP v návrzích rekonfigurace pro jednotlivá stání letadel.....	44
Tabulka 5.5 Výhledové úhly letadel umístěných na stojánkách [15; 16; 17; 18; 19]	48
Tabulka 5.6 Letadla umístěna na stání E1	51
Tabulka 5.7 Letadla umístěna na stání E1A a E1B	55
Tabulka 5.8 Letadla umístěna na stání E2	58
Tabulka 5.9 Letadla umístěna na stání E2A.....	61
Tabulka 5.10 Letadla umístěna na stání E3	64
Tabulka 5.11 Letadla umístěna na stání E3A a E3B	67
Tabulka 5.12 Letadla umístěna na stání E4	70
Tabulka 5.13 Letadla umístěna na stání E5	73

SEZNAM GRAFŮ

Graf 5.1 Počet odbavených typů letadel za období	38
--	----

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1.1 Konfigurace Odbavovací plochy Východ, letiště Václava Havla – PRG / LKPR [1]	13
Obrázek 2.1 Schéma dodavatelského a distribučního řetězce leteckého paliva [5].....	19
Obrázek 3.1 Výstřižek oblasti kolem OPV z LKPR AD 2-20-1 [8].....	22
Obrázek 3.2 Hranice pásu pojezdové dráhy [9].....	23
Obrázek 3.3 Pohotovostní stání MMP [9].....	24
Obrázek 3.4 Alternativní pohotovostní stání MMP [9].....	24
Obrázek 3.5 Příklady značení stání letadel A [9].....	25
Obrázek 3.6 Příklady značení stání letadel B [9].....	25
Obrázek 3.7 Bezpečnostní zóna kolem stojícího letadla [9]	26
Obrázek 3.8 Odmrazovací stání v areálu SEVER [10]	27
Obrázek 3.9 B747-8F – obecné rozměry [11]	28
Obrázek 3.10 B747-8F – Závislost otáčení hlavního podvozku na předovém podvozku [11]	29
Obrázek 3.11 B747-8F – uspořádání klasického pozemního odbavení [11].....	29
Obrázek 3.12 B747-8F – vertikální a horizontální výhledové úhly [11]	30
Obrázek 3.13 B777-9 – obecné rozměry [12].....	30
Obrázek 3.14 B777-9 – Vertikální a horizontální výhledové úhly [12].....	31
Obrázek 3.15 B777-8F – uspořádání klasického pozemního odbavení [13].....	31
Obrázek 3.16 AN-124 – obecné rozměry	32
Obrázek 3.17 APIS++ Vizuální rozhraní [7].....	33

Obrázek 4.1 Schéma letištního hydrantového systému [14].....	34
Obrázek 4.2 Hydrantová šachta [14].....	35
Obrázek 5.1 Rozdíl mezi přepravou Point-to-Point a HUB-and-Spoke [20].....	36
Obrázek 5.2 Lety letadel kategorie C 2017 - 2022	38
Obrázek 5.3 Lety letadel kategorie E a F 2017 - 2022	38
Obrázek 5.4 Pravidelné destinace všech kategorií 2017 - 2022.....	39
Obrázek 5.5 Rozšíření původní OPV v rámci návrhu rekonfigurace.....	41
Obrázek 5.6 Návrh rekonfigurace odbavovací plochy Východ	42
Obrázek 5.7 Rozdíl mezi návrhy rekonfigurace.....	43
Obrázek 5.8 Nadjetí A380 do kritického oblouku.....	46
Obrázek 5.10 Studie umístění hydrantů vůči motorům letadel umístěných na stání.....	47
Obrázek 5.9 Návrh hydrantového systému na OPV	47
Obrázek 5.11 Výška nástřešku terminálu Skyport.....	49
Obrázek 5.12 Výška nástřešku terminálu Menzies.....	49
Obrázek 5.13 výhledové úhly z kabiny letadla	50
Obrázek 5.14 Průnik úhlů, který nám určí polohu signalisty a VDGS	50
Obrázek 5.15 Stání E1, E1A, E1B	51
Obrázek 5.16 Výhledové úhly na E1	52
Obrázek 5.17 Odbavení letadla na stání E1 - Návrh 1	52
Obrázek 5.18 Odbavení letadla na stání E1 - Návrh 2	53
Obrázek 5.19 Vytlačení ze stání E1	54
Obrázek 5.20 Výhledové úhly na E1A a E1B	55
Obrázek 5.21 Odbavení letadel na stání E1A a E1B.....	56

Obrázek 5.22 Vytlačení letadla ze stání E1B	57
Obrázek 5.23 Vytlačení letadla ze stání E1A	57
Obrázek 5.24 Stání E2, E2A	58
Obrázek 5.25 Výhledové úhly na E2	59
Obrázek 5.26 Odbavení letadel na stání E2 Návrh 1	59
Obrázek 5.27 Odbavení letadel na stání E2 Návrh 2	60
Obrázek 5.28 Vytlačení letadla ze stání E2	61
Obrázek 5.29 Výhledové úhly na E2A	62
Obrázek 5.30 Odbavení letadel na stání E2A	62
Obrázek 5.31 Vytlačení letadla ze stání E2A	63
Obrázek 5.32 Stání E3, E3A, E3B	64
Obrázek 5.33 Výhledové úhly na E3	65
Obrázek 5.34 Odbavení letadla na E3	65
Obrázek 5.35 Vytlačení letadla ze stání E3	66
Obrázek 5.36 Výhledové úhly na E3A a E3B	67
Obrázek 5.37 Odbavení letadel na E3A a E3B	68
Obrázek 5.39 Vytlačení letadla ze stání E3B	69
Obrázek 5.38 Vytlačení letadla ze stání E3A	69
Obrázek 5.40 Stání E4	70
Obrázek 5.41 Výhledové úhly na E4	71
Obrázek 5.42 Odbavení letadla na stání E4	71
Obrázek 5.43 Vytlačení A380 ze stání E4	72
Obrázek 5.44 Vytlačení AN 124 ze stání E4	72

Obrázek 5.45 Stání E5.....	73
Obrázek 5.46 Výhledové úhly E5.....	74
Obrázek 5.47 Odbavení letadla na E5	74
Obrázek 5.49 Odbavení AN 124 přídí.....	75
Obrázek 5.50 Odbavení 747-8F přídí.....	76
Obrázek 6.1 zamýšlené umístění displeje APIS++	77

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	Návrh 1 rekonfigurace odbavovací plochy Východ - celková situace	1:500	8x A4
Příloha 2	Návrh 2 rekonfigurace odbavovací plochy Východ - celková situace	1:500	8x A4
Příloha 3	Průjezdy kritických typů a velkých letadel po TWY Z na OPV	1:4000	A3