



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní
Ústav letecké dopravy

Návrh stání letadel typu MARS
Design of MARS Aircraft Stands

Bakalářská práce

Studijní program: Technika a technologie v dopravě a spojích

Studijní obor: Letecká doprava

Vedoucí práce: Ing. Bc. Sébastien Lán

Robert Anděl

Praha 2022

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

děkan

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



K621.....Ústav letecké dopravy

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Robert Anděl

Studijní program (obor/specializace) studenta:

bakalářský –LED– Letecká doprava

Název tématu (česky): **Návrh stání letadel typu MARS**

Název tématu (anglicky): **Design of MARS Aircraft Stands**

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte následujícími pokyny:

- Cílem práce je navrhnout vzorová stání letadel typu MARS k. p. C/E a C/F včetně umístění technologií, a to s ohledem na předpisové požadavky, charakteristiky letadel a technické možnosti současných zařízení.
- Provedte analýzu předpisových požadavků na stání letadel.
- Zhodnoťte způsoby uspořádání nose-in stání MARS na světových letištích.
- Provedte analýzu typů letadel dle rozpětí a požadavků na jejich odbavení.
- Vypracujte návrh vzorového stání MARS k. p. C/E bez nástupních mostů a se dvěma nástupními mosty včetně zdrojů zabudovaných v zemi.
- Vypracujte návrh vzorového stání MARS k. p. C/F bez nástupních mostů, se dvěma nástupními mosty a se třemi nástupními mosty včetně zdrojů zabudovaných v zemi.



- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího bakalářské práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: EASA, Certification Specifications and Guidance Material for Aerodrome Design (CS-ADR-DSN)
ICAO, Annex 14, Aerodromes
ICAO, Doc 9157, Aerodrome Design Manual, Part 2 – Taxiways, Aprons and Holding Bays

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Bc. Sébastien Lán**

Datum zadání bakalářské práce: **8. října 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 bakalářské práce: **8. srpna 2022**

- a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
- b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

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



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

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

Robert Anděl
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 8. října 2021



Abstrakt

Předmětem práce je návrh vzorových nose-in letadlových stání typu MARS. Práce zahrnuje rozbor předpisového rámce pro navrhování letadlových stání, mapuje a hodnotí způsob uspořádání MARS stání na vybraných evropských letištích, analyzuje typy letounů a jejich charakteristiky důležité pro návrh stání a rozebírá možnosti zabudování infrastruktury pro pozemní odbavení letounů pod zem. Výsledkem je návrh vzorových nose-in stání MARS pro letouny kódových písmen C/E a C/F, a to ve variantě s i bez nástupních mostů, s šachtami pro připojení pozemního zdroje energie, pozemní klimatizační jednotky a hydrantového rozvodného systému leteckých pohonných hmot. V závěru práce je výsledek ověřen pomocí simulace pohybu prostředků pozemního odbavení kolem zaparkovaných kritických typů letounů.

Klíčová slova: letadlové stání, letištní šachtové systémy, MARS stání



Abstract

Subject of this work is design of model nose-in MARS aircraft stands. The work includes analysis of regulatory framework related to design of aircraft stands, surveys and rates forms of arrangements of MARS stands on selected European airports, analyses aircraft types and their characteristics important for stand design and examines possibilities of incorporating ground handling infrastructure below ground. The outcome of this work is design of model nose-in MARS stands for airplane of code letters C/E and C/F with variants with and without passenger boarding bridges, with pit systems for ground power unit, pre-conditioned air unit and airport hydrant system for distribution of aviation fuel. In final parts of this work, the outcome is validated via simulation of movement of ground support equipment around parked critical airplane types.

Key words: aircraft stand, airport pit systems, MARS stand



Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat Ing. Bc. Sébastienu Lánovi, za jeho odborné vedení, cenné rady, připomínky, a množství trpělivosti, bez kterých by tato práce nevznikla. Dále bych chtěl poděkovat Fakultě dopravní ČVUT za umožnění přístupu k odbornému softwaru v počítačových učebnách. V neposlední řadě děkuji svým blízkým, obzvláště pak rodině, kteří mě po celou dobu studia podporovali.



..

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou/diplomovou práci s názvem *Název práce* vypracoval/a samostatně a použil/a k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k bakalářské/diplomové práci.

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

V Praze dne 8. srpna 2022

.....
Podpis



Obsah

Úvod	16
1 Předpisové požadavky na stání letadel.....	17
1.1 Annex 14	17
1.2 CS-ADR-DSN	17
1.3 Letecký předpis L14 – Letiště	18
1.4 ICAO Doc 9157	18
1.5 Důležitá ustanovení pro návrh stání.....	18
1.5.1 Kódové značení letišť	18
1.5.2 Vzdálenosti na stáních letadel	19
1.5.3 Obslužné komunikace a odstavné plochy pro prostředky pozemního odbavení..	20
1.5.4 Značení stání letadla	21
1.5.5 Bezpečnostní značení odbavovací plochy	21
1.5.6 Značení obslužné komunikace odbavovací plochy	21
1.6 Shrnutí.....	22
2 Analýza způsobů uspořádání nose-in stání MARS na evropských letištích	23
2.1 LKPR	23
2.1.1 Stání 1	23
2.1.2 Stání 3.....	24
2.1.3 Stání 22.....	25
2.2 LOWW.....	25
2.2.1 Stání B48, B52, B58, B62 a B68.....	26



2.2.2	Stání F05, F13 a F23.....	26
2.2.3	Stání F35/F33.....	27
2.3	EIDW.....	28
2.3.1	Stání 205.....	29
2.3.2	Stání 313.....	30
2.3.3	Stání 401, 402 a 403.....	31
2.4	LEBL.....	31
2.4.1	Stání 113A.....	32
2.4.2	Stání 273.....	32
2.4.3	Stání 287 a 291.....	33
2.5	ENGM.....	34
2.5.1	Stání 171L.....	35
2.5.2	Stání 201L a 203L.....	35
2.5.3	Stání 208R.....	36
2.6	Shrnutí.....	37
3	Analýza typů letadel dle rozpětí.....	39
3.1	Letadla k.p. C.....	41
3.2	Letadla k.p. D.....	44
3.3	Letadla k.p. E.....	46
3.4	Letadla k.p. F.....	48
3.5	Shrnutí.....	49
4	Analýza možností umístění infrastruktury pro pozemní odbavení letadel pod zem ..	50



4.1	Tankování paliva	50
4.2	GPU	50
4.3	PCA.....	51
4.4	Shrnutí.....	52
5	Vypracování vzorových stání.....	53
5.1	Rozměry stání	53
5.2	Určení velikosti odstavných ploch pro prostředky pozemního odbavení.....	59
5.3	Určení poloh stop příček na ose stání a rozřazení typů letounů na jednotlivé stop příčky	61
5.4	Umístění šachet.....	62
5.5	Umístění nástupních mostů	67
5.6	Průjezdy pozemních odbavovacích prostředků	68
6	Závěr.....	80
7	Seznam použité literatury	81



Seznam obrázků

Obrázek 1: Nákres stání 1 [10]	23
Obrázek 2: Satelitní fotka stání 1 [11]	23
Obrázek 3: Nákres stání 3 [10]	24
Obrázek 4: Satelitní fotka stání 3 [11]	24
Obrázek 5: Nákres stání 22 [10]	25
Obrázek 6: Satelitní fotka stání 22 [11]	25
Obrázek 7: Nákres stání B48, B52, B58, B62 a B68 [12]	26
Obrázek 8: Satelitní fotka stání B48, B52, B58, B62 a B68 [13]	26
Obrázek 9: Nákres stání F05, F13 a F23 [12]	27
Obrázek 10: Satelitní fotka stání F05, F13 a F23 [13]	27
Obrázek 11: Nákres stání F35/F33 [12]	28
Obrázek 12: Satelitní fotka stání F35/F33 [13]	28
Obrázek 13: Nákres stání 205 [14].....	29
Obrázek 14: Satelitní fotka stání 205 [15]	29
Obrázek 15: Nákres stání 313 [14].....	30
Obrázek 16: Satelitní fotka stání 313 [15]	30
Obrázek 17: Nákres stání 401, 402 a 403 [14].....	31
Obrázek 18: Satelitní fotka stání 401, 402 a 403 [15].....	31
Obrázek 19: Nákres stání 113A [16]	32
Obrázek 20: Satelitní fotka stání 113A [17].....	32
Obrázek 21: Nákres stání 273 [16].....	33



Obrázek 22: Satelitní fotka stání 273 [17]	33
Obrázek 23: Nákres stání 287 a 291 [16].....	34
Obrázek 24: Satelitní fotka stání 287 a 291 [17].....	34
Obrázek 25: Nákres stání 171L [18].....	35
Obrázek 26: Satelitní fotka stání 171L [19]	35
Obrázek 27: Nákres stání 201L a 203L [18].....	36
Obrázek 28: Satelitní fotka stání 201L a 203L [19].....	36
Obrázek 29: Nákres stání 208R [18].....	37
Obrázek 30: Satelitní fotka stání 208R [19].....	37
Obrázek 31: Souřadný systém použitý v tabulkách 5, 6, 7 a 8	40
Obrázek 32: Výhled z pilotní kabiny	40
Obrázek 33: Rozměry navrženého stání k.p. C/E bez nástupních mostů	55
Obrázek 34: Rozměry navrženého stání k.p. C/E se dvěma nástupními mosty.....	56
Obrázek 35: Rozměry navrženého stání k.p. C/F bez nástupních mostů	57
Obrázek 36: Rozměry navrženého stání k.p. C/F se dvěma nástupními mosty.....	58
Obrázek 37: Rozměry navrženého stání k.p. C/F se třemi nástupními mosty	59
Obrázek 38: Způsob určování velikosti odstavných ploch pro prostředky pozemního odbavení	60
Obrázek 39: Umístění šachet na stání k.p. C/E bez nástupních mostů	63
Obrázek 40: Umístění šachet na stání k.p. C/E se dvěma nástupními mosty.....	64
Obrázek 41: Umístění šachet na stání k.p. C/F bez nástupních mostů	65
Obrázek 42: Umístění šachet na stání k.p. C/F se dvěma nástupními mosty.....	66
Obrázek 43: Umístění šachet na stání k.p. C/F se třemi nástupními mosty.....	67



Obrázek 44: Průjezdy pozemních odbavovacích prostředků na stání k.p. C/E bez nástupních mostů kolem letounů A321neo a 737 MAX 10	70
Obrázek 45: Průjezdy pozemních odbavovacích prostředků na stání k.p. C/E se dvěma nástupními mosty kolem letounů A321neo a 737 MAX 10	71
Obrázek 46: Průjezdy pozemních odbavovacích prostředků na stání k.p. C/F bez nástupních mostů kolem letounů A321neo a 737 MAX 10	72
Obrázek 47: Průjezdy pozemních odbavovacích prostředků na stání k.p. C/F se dvěma nástupními mosty kolem letounů A321neo a 737 MAX 10	73
Obrázek 48: Průjezdy pozemních odbavovacích prostředků na stání k.p. C/F se třemi nástupními mosty kolem letounů A321neo a 737 MAX 10	74
Obrázek 49: Průjezdy pozemních odbavovacích prostředků na stání k.p. C/E bez nástupních mostů kolem letounu 777-9.....	75
Obrázek 50: Průjezdy pozemních odbavovacích prostředků na stání k.p. C/E se dvěma nástupními mosty kolem letounu 777-9.....	76
Obrázek 51: Průjezdy pozemních odbavovacích prostředků na stání k.p. C/F bez nástupních mostů kolem letounu A380-800	77
Obrázek 52: Průjezdy pozemních odbavovacích prostředků na stání k.p. C/F se dvěma nástupními mosty kolem letounu A380-800	78
Obrázek 53: Průjezdy pozemních odbavovacích prostředků na stání k.p. C/F se třemi nástupními mosty kolem letounu A380-800	79



Seznam tabulek

Tabulka 1: Kódová čísla [4].....	19
Tabulka 2: Kódová písmena [4]	19
Tabulka 3: Minimální vzdálenosti na stáních letadel [4].....	20
Tabulka 4: MARS stání na vybraných letištích	38
Tabulka 5: Vybrané charakteristiky letounů k.p. C [21][22][23][24][25][26][27][28][29][30][31][32][33][34][35][36][37][38][39][40][41].....	41
Tabulka 6: Vybrané charakteristiky letounů k.p. D [42][43][44][45][46][47][48]	45
Tabulka 7: Vybrané charakteristiky letounů k.p. E [49][50][51][52][53][54][55][56][57][58][59]	46
Tabulka 8: Vybrané charakteristiky letounů k.p. F [60][61]	49
Tabulka 9: Délky stání podle kódových písmen	53
Tabulka 10: Minimální šířky stání podle kódových písmen.....	54
Tabulka 11: Rozřazení typů letounů na stop příčky.....	62



Seznam symbolů a zkratek (přeložit?)

ACF	Airbus Cabin Flex	
APM	Airport Planning Manual	
APU	Auxiliary Power Unit	Pomocná energetická jednotka
Co	Combi	
CS-ADR-DSN	Certification Specifications and Guidance Material for Aerodrome Design	Certifikační specifikace a poradenský materiál pro návrh letišť
D	Domestic	
EASA	European Union Aviation Safety Agency	Agentura evropské unie pro bezpečnost letectví
ER	Extended Range	
ERF	Extended Range Freighter	
ERW	Extended Range Winglets	
EW	Enhanced Wingtip	
GPU	Ground Power Unit	Pozemní energetická jednotka
ICAO	International Civil Aviation Organisation	Mezinárodní organizace pro civilní letectví
k.p.		Kódové písmeno
L		Levá strana
LPH		Letecké pohonné hmoty
LR	Long Range	



MARS	Multi Aircraft Ramp System	
P		Pravá strana
P/L		Pravá strana s možností I na levé straně
PaL		Pravá a levá strana
PCA	Pre-Conditioned Air	Pozemní klimatizační jednotka
S	Sharklets	
SARPs	Standards and Recommended Practices	Standardy a Doporučené postupy
SOP		Svislé ocasní plochy
ÚCL	Civil Aviation Authority of the Czech Republic	Úřad pro civilní letectví
VDGS	Visual Docking Guidance System	Vizuální naváděcí systém
VOP		Vodorovné ocasní plochy
W	Winglets	
XLR	Xtra Long Range	



Úvod

Letectví zažívá odklon od hub-and-spoke modelu a více se rozvíjí přímé linky mezi stále narůstajícím množstvím letišť. Tím pádem roste obliba střednětraťových typů letounů, které je potřeba na letištích odbavit. Zároveň ale střednětraťové letouny, i přes stále se zvyšující dolet, nemohou provádět dlouhé mezikontinentální lety, na které jsou potřeba klasické, dálkové letouny. Tento mix využívaných letounů se světová letiště snaží co nejeфекtivněji odbavit, a k tomu jim často pomáhají velmi flexibilní MARS stání.

MARS (Multi-Aircraft Ramp System) stání jsou stání, která jsou navržena tak, aby mohla být použita k odbavení buď dvou menších letounů, či jednoho většího, například dvou Airbusů A321 či jednoho Airbusu A380. V praxi se na velkých letištích tento typ stání používá hlavně kvůli jeho flexibilitě při odbavování rozmanitých typů letounů.

Nose-in stání je letadlové stání, na které letoun vjíždí nosem napřed, a po odbavení je obvykle vytlačen tahačem s či bez vlečné tyče. V současnosti je to jeden z nejpoužívanějších typů letadlových stání.

I přes to, že nose-in MARS stání nejsou ničím novým a hojně se využívají, neexistuje žádný manuál, jak tato stání navrhovat, a tedy neexistuje ani jejich vzor.

Z toho důvodu je cílem této práce navrhnout vzorová nose-in MARS stání, a to v pěti různých variantách podle počtu nástupních mostů a typů letounů, pro které jsou určena. Před samotným návrhem je nutná analýza předpisových požadavků na navrhování letadlových stání, zhodnocení uspořádání nose-in MARS stání na evropských letištích, analýza důležitých charakteristik letounů, pro které budou stání navrhována a analýza možností zabudování infrastruktury pro odbavení letounů pod zem. V poslední části práce bude provedena analýza vhodnosti návrhu pomocí simulace pohybu prostředků pozemního odbavení okolo kritických letounů.



1 Předpisové požadavky na stání letadel

Letectví je, jako mnoho jiných oborů, svázáno legislativou, která přispívá k bezpečnosti a unifikaci. Hlavními legislativními předpisy v letectví jsou Annexy 1-19, které vydává ICAO. Pro navrhování letišť, a tedy i stání na letištích je klíčový Annex 14, ze kterého vychází i český předpis L14 vydávaný Ministerstvem dopravy. Další důležitou legislativou pro navrhování letišť jsou Certifikační specifikace a poradenský materiál pro návrh letišť (CS-ADR-DSN), které vydává EASA. Dalším dostupným poradenským materiálem, který se věnuje navrhování letišť, je ICAO Doc 9157.

1.1 Annex 14

Annex 14 je jedním z devatenácti annexů, tedy příloh, Chicagské úmluvy z roku 1944, kterou byla zřízena mezinárodní organizace pro civilní letectví. Pro schválení annexu je zapotřebí dvouřetinová většina v Radě ICAO, přičemž annex vstupuje v platnost 3 měsíce po podání všem smluvním státům, nebo po uplynutí delší doby, kterou určuje Rada, pokud ovšem nepodá většina smluvních států námitku. Annexy ICAO obsahují SARPs, tedy standardní praktiky a doporučení, které nemají žádnou právní moc, tudíž se musí implementovat formou národních předpisů. Annex 14 je v České republice implementován jako letecký předpis L14 – Letiště, ovšem zmíněné předpisy nejsou totožné a v některých částech se liší, například předpis L14 zavádí ochranná pásma leteckých staveb, se kterými Annex 14 vůbec nepracuje. V příloze Annexu 14 lze najít poradenský materiál, který se detailně věnuje některým částem předpisu. [1][2][3]

1.2 CS-ADR-DSN

CS-ADR-DSN je dokument vydaný z rozhodnutí výkonného ředitele EASA, který uvádí nezávazné technické standardy, jež popisují způsoby vyhovění nařízení Evropského parlamentu a Rady EU 2018/1139. Jedná se tedy o poradenský materiál, který provozovatelé evropských letišť mohou použít k certifikaci letiště. CS-ADR-DSN se vztahuje na všechna evropská letiště, která jsou veřejná, slouží obchodní letecké dopravě, a mají zpevněnou přístrojovou dráhu o délce minimálně 800 metrů. V praxi se proto při návrhu evropských letišť používá právě tento dokument. Dokument má dvě části, samotné certifikační specifikace (CS) a poradenský materiál (GM). CS-ADR-DSN je v souladu s Annexem 14. [4][5][6]



1.3 Letecký předpis L14 – Letiště

Předpis L14 – Letiště je letecký předpis zpracovaný ÚCL a vydaný Ministerstvem dopravy. Jak již bylo zmíněno, předpis L14 je primárně implementací Annexu 14 do českého právního řádu, ovšem nejedná se o doslovný překlad. Kromě zavedení ochranných pásem leteckých staveb je v předpisu L14 doplněn text v pasážích, kde se to jevílo žádoucí. Předpis má několik doplňků, dodatků a příloh, které se věnují některým částem podrobněji. [1][3]

1.4 ICAO Doc 9157

Doc 9157 s podtitulem Aerodrome Design Manual (ADM) od ICAO je manuál na navrhování letišť, jehož cílem je pomoci členským státům ICAO v implementaci Annexu 14. Celkem má ICAO Doc 9157 šest částí, které jsou rozdělené podle logických celků, kterými se podrobně zabývají. Tyto celky jsou: dráhy, pojezdové dráhy, odbavovací plochy a vyčkávací místa, povrchy, vizuální pomůcky, elektrické systémy a křehkost prvků, které by mohly přijít do kontaktu s letadly. Nejdůležitější část pro tuto práci je část druhá, která se zabývá mimo jiné odbavovacími plochami. [7]

1.5 Důležitá ustanovení pro návrh stání

1.5.1 Kódové značení letišť

Všechny výše zmíněné dokumenty na svém začátku stanovují kódové značení letišť. Jedná se o značení skládající se z kódového čísla a kódového písmena. Kódové značení letiště se skládá ze dvou prvků, kódového čísla a kódového písmene, a váže se ke kritickému letounu, pro který je letiště navrhováno. Nejprve se určuje kritický letoun a až poté se určuje kódové značení letiště. [1][3][4][7]

Kódové číslo se vztahuje k dráze a má odpovídat největší hodnotě jmenovité délky dráhy vzletu letounů, pro které má být dráha určena. Jmenovitá délka dráhy vzletu odpovídá nejmenší délce dráhy vzletu při největší certifikované hmotnosti letounu na hladině moře podle mezinárodní standardní atmosféry, bezvětrí, a s nulovým sklonem dráhy. Kódové číslo se určuje podle tabulky 1. [1][3][4][7]



Tabulka 1: Kódová čísla [4]

Kódové číslo	Jmenovitá délka dráhy vzletu letounu
1	Méně než 800 m
2	Od 800 m až do, ale ne včetně 1 200 m
3	Od 1 200 m až do, ale ne včetně 1 800 m
4	1800 m a více

Kódové písmeno se vztahuje k rozpětí křídel kritického letounu a má pomoci při zajišťování minimálních vzdáleností letadel od jiných objektů. Kódové písmeno se určuje podle tabulky 2. [1][3][4][7]

Tabulka 2: Kódová písmena [4]

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

1.5.2 Vzdálenosti na stáních letadel

Dalším ustanovením, které zmiňují všechny čtyři výše zmíněné dokumenty je stanovení vzdáleností na stáních letadel. Jejich cílem je bezpečné oddělení letadel na stáních a jiných objektů, například budov, dalších letadel, či prostředků pozemního odbavení. Stání by měla být navrhovaná tak, aby zajišťovala minimální vzdálenosti mezi letadlem vyjíždějícím na stání nebo vyjíždějícím ze stání a jinými objekty podle tabulky 3. [1][3][4][8]



Tabulka 3: Minimální vzdálenosti na stáních letadel [4]

Kódové písmeno	Vzdálenosti
A	3 m
B	3 m
C	4,5 m
D	7,5 m
E	7,5 m
F	7,5 m

Minimální vzdálenosti mohou být zmenšeny na nose-in stáních pro letadla kódových písmen D, E a F mezi odbavovací budovou, včetně pevných nástupních mostů, a přídí letadla, případně u jakékoliv části stání, pokud je dané stání opatřeno směrovým vedením vizuálního systému navádění letadel na stání (VDGS). [1][3][5][8]

1.5.3 Obslužné komunikace a odstavné plochy pro prostředky pozemního odbavení

Každé letadlové stání by mělo být napojeno na systém obslužných komunikací, aby na něj měly přístup prostředky pozemního odbavení. Zároveň je vhodné, aby u každého stání byl dostatek místa pro manipulaci a odstavování prostředků pozemního odbavení. Toto místo se u nose-in stání často nachází na pravoboku letadla před křídlem. [1][3][4][8]

Obslužné komunikace se většinou nachází u budovy terminálu, nebo mezi pojezdovou dráhou, případně pojezdovým pruhem, a letadlovým stáním, tak, že směřují paralelně s pojezdovou dráhou či pruhem. Když vede obslužná komunikace kolem budovy terminálu, může vzniknout problém při podjíždění nástupních mostů vyššími prostředky pozemního odbavení, proto zde musí být zachována dostatečná světlá výška. Pokud vede obslužná komunikace kolem pojezdové dráhy či pruhu, může docházet ke konfliktům mezi prostředky pozemního odbavení a letadly. Šířka obslužné komunikace závisí na očekávaném provozu. [8]



1.5.4 Značení stání letadla

Značení stání letadla slouží k vyznačení parkovacích stání letadel na odbavovací ploše. Mělo by být provedeno nepřerušovanou žlutou čarou, která by měla mít šířku alespoň 15 cm, nejlépe však 30 cm. Mělo by mít tyto prvky: poznávací značení stání, vjezdové značení stání, příčku začátku otáčení, značení otáčení, vyrovnávací značení, příčku zastavení a výjezdové značení. Pro stání typu nose-in se příčka začátku otáčení, značení otáčení a výjezdové značení nepoužívají. Na stáních, kde je více vjezdových značení pro více typů letadel, by mělo být značení pro nejnáročnější letadlo nepřerušované, a značení pro ostatní letadla přerušované. [1][3][4][9]

1.5.5 Bezpečnostní značení odbavovací plochy

Bezpečnostní značení odbavovací plochy slouží k vymezení prostorů, které jsou bezpečné pro pohyb a odstavení prostředků pozemního odbavení a jiných pozemních vozidel. Bezpečnostní značení odbavovací plochy musí být nepřerušované, a musí obsahovat značení ohraničení obslužné komunikace a značení bezpečné vzdálenosti od konce křídla. Bezpečnostní značení odbavovací plochy by mělo respektovat bezpečné vzdálenosti na stání letadel. Značení musí být provedeno nápadnou barvou, která kontrastuje s barvou značení stání letadla. Přednostně se má použít červená barva. Značení má být aspoň 10 cm široké, přičemž značení oddělující odbavovací plochu od pojezdové dráhy musí být minimálně dvojnásobně široké. [1][3][4][9]

1.5.6 Značení obslužné komunikace odbavovací plochy

Značení obslužné komunikace odbavovací plochy stanovuje hranice obslužné komunikace odbavovací plochy, která je určena pro pohyb prostředků pozemního odbavení a jiných vozidel. Značení obslužné komunikace odbavovací plochy by mělo být umístěno tak, aby respektovalo bezpečné vzdálenosti na stání letadel. Značení by mělo být bílé barvy, podél okrajů nepřerušované a s přerušovaným či nepřerušovaným středovým značením. Pokud dojde ke křížení s jiným značením na odbavovací ploše, mělo by být značení obslužné komunikace odbavovací plochy přerušeno, a to na maximálně 1 m na obě strany od okraje křížícího značení. [4]



1.6 Shrnutí

Předpisová základna k navrhování letišť je poměrně obsáhlá, ale problematice navrhování odbavovacích ploch a letadlových stání se nevěnuje do hloubky. Stanovuje minimální bezpečné vzdálenosti na stáních letadel a různé typy značení, které slouží k zajišťování těchto vzdáleností. Další značení usnadňuje správné zajištění letadel na stání a tím pádem i jejich odbavení. Výše uvedené předpisy zmiňují možnost překrývání značení stání letadel, neboli použití jednoho stání více letadly, ale vysloveně se o stáních typu MARS nezmiňují.

2 Analýza způsobů uspořádání nose-in stání MARS na evropských letištích

2.1 LKPR

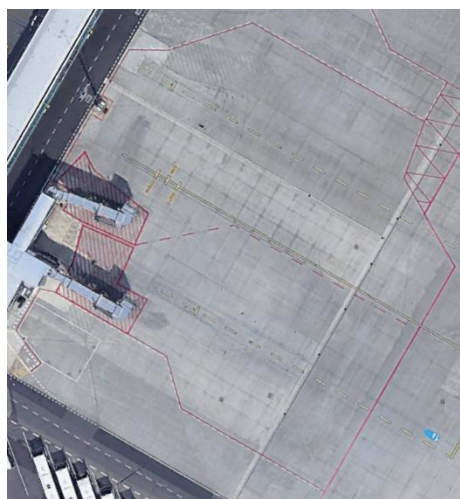
Letiště Praha/Ruzyně má dohromady 6 nose-in stání typu MARS, z nichž čtyři jsou na odbavovací ploše Sever, jedno na odbavovací ploše Jih, a jedno na odbavovací ploše Bell. Na odbavovací ploše Sever jsou to stání 1 (1, 1A, 1B), 3 (3, 3A, 3B), 22 (22, 22A, 22B), 24 (24, 24A, 24B), na odbavovací ploše Jih je to stání S26 (S26, S26A, S26B), a na odbavovací ploše Bell je to stání M1 (M1, M1A, M1B). Alternativní stání u stání M1, S26 a 24 ale nejsou uzpůsobena odbavení letadel kódového písmene C, proto se jimi tato analýza nebude zabývat. [10][11]

2.1.1 Stání 1

Stání 1 je určeno pro letadla kódového písmene D při samostatném zajištění letadla na stání a pro letadla kódového písmene E při využití tahače, který letadlo na stání dotáhne. Alternativní stání 1A a 1B jsou určena pro letadla kódového písmene C. Jak je vidět na obrázcích 1 a 2, vjezdová značení hlavního stání a alternativních stání jsou rovnoběžná. Šrafované bezpečnostní značení odbavovací plochy vytyčuje plochu, která má zůstat volná kvůli nástupním mostům. Tato plocha se nazývá operační zóna nástupních mostů. Stání 1 má v nejširším bodě 92 metrů a na hloubku měří 97 metrů. Alternativní stání 1A a 1B jsou hluboká 71 a 90 metrů, a na šířku mají obě 46 metrů. [10][11]



Obrázek 1: Náčrt stání 1 [10]



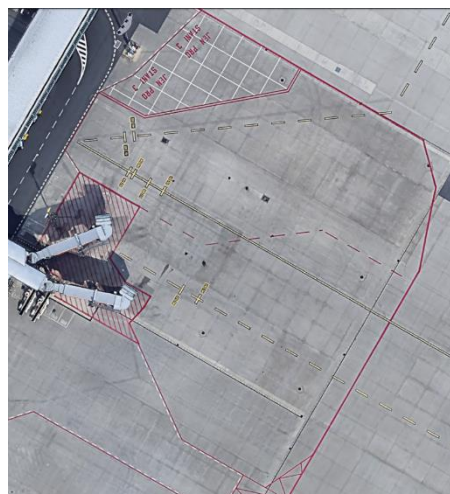
Obrázek 2: Satelitní fotka stání 1 [11]

2.1.2 Stání 3

Stání 3 může být použito k odbavení letadel s rozpětím křídel až 68,5 metru. Rozpětí křídel 68,5 metru odpovídá kódovému písmenu E a části kódového písmene F (F je až do 80 metrů). Alternativní stání 3A a 3B jsou pro letadla s rozpětím křídel až 36 metrů, tedy kódového písmene C. Vjezdová značení jsou u stání 3 a 3A rovnoběžná, ale vjezdové značení stání 3B je potočené zhruba o 40 stupňů, jak je vidět na obrázcích 3 a 4. Na obrázcích 3 a 4 je také zřetelná operační zóna nástupních mostů. Zároveň si na obrázku 4 lze všimnout červeného značení „JEN PRO STÁNÍ 3“, které je zde umístěno proto, aby pracovníky pozemního odbavení informovalo, že odstavná plocha vedle tohoto stání není použitelná, pokud se využívají alternativní stání (3A a 3B). Pokud by došlo k odstavení prostředků pozemního odbavení na této ploše, nebyly by zajištěny minimální bezpečné vzdálenosti pro stání 3B. Stání 3 měří až 88 metrů na šířku a až 85 metrů na délku, Stání 3A a 3B měří na šířku 58 a 51 metrů, a na délku 63 a 71 metrů. [10][11]



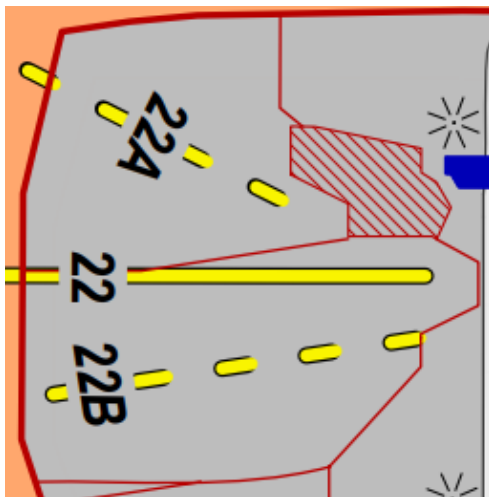
Obrázek 3: Nákres stání 3 [10]



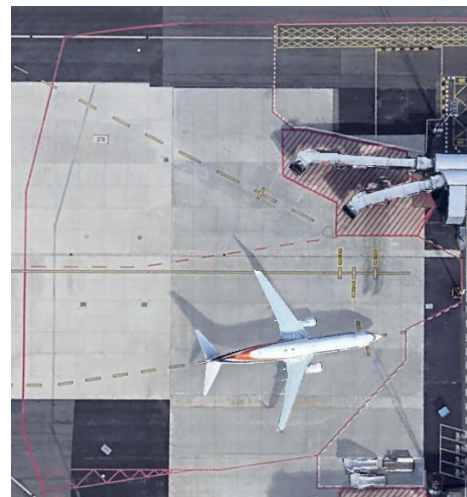
Obrázek 4: Satelitní fotka stání 3 [11]

2.1.3 Stání 22

Stání 22 může být běžně používáno letadly kódového písmene E, ale podle provozních postupů provozovatele letiště může být použito pro odbavení letadel s rozpětím až 80 metrů, tedy kódového písmene F. Alternativní stání 22A a 22B jsou navržena pro použití letadly kódového písmene C. Jak lze vidět na obrázcích 5 a 6, vjezdová značení stání 22, 22A a 22B jsou různoběžná, kdy značení stání 22A je od značení stání 22 pootočené zhruba o 30 stupňů, a značení stání 22B je od značení stání 22 pootočené přibližně o 15 stupňů. Na obrázku 6 je vidět letadlo společnosti Smartwings, jak právě využívá alternativní stání 22B. Zároveň je na obrázcích 5 a 6 vidět operační zóna nástupních mostů. Stání 22 na délku měří až 94 metrů, a na šířku až 97 metrů. Stání 22A a 22B měří na délku 69 a 83 metrů, a na šířku 64 a 46 metrů. [10][11]



Obrázek 5: Nákres stání 22 [10]



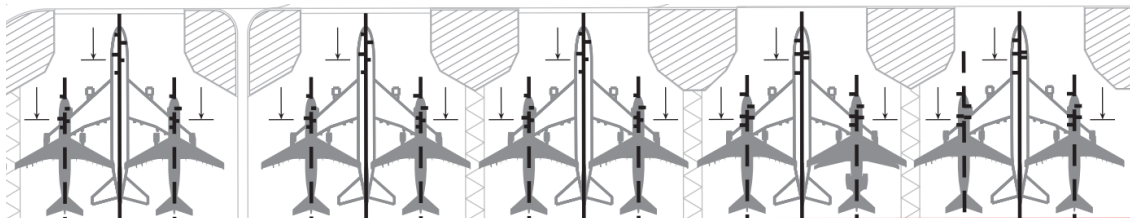
Obrázek 6: Satelitní fotka stání 22 [11]

2.2 LOWW

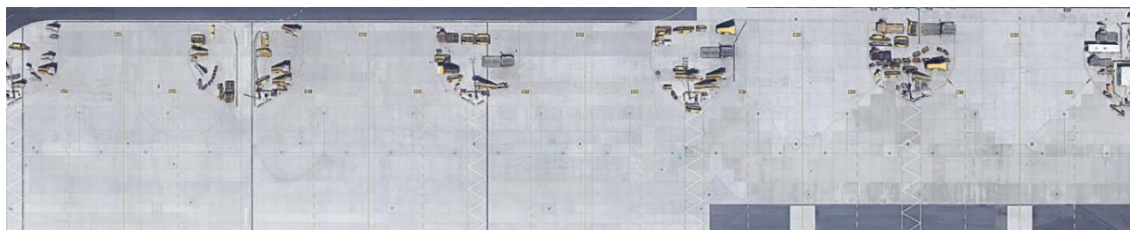
Mezinárodní letiště ve Vídni má 10 nose-in stání typu MARS, a to B48 (B48, B47, B49), B52 (B52, B51, B53), B58 (B58, B57, B59), B62 (B62, B61, B63), B68 (B68, B67, B69), F05 (F05, F03, F09), F13 (F13, F11, F17), F23 (F23, F21, F27), F35/F33 (F35/F33, F31, F37) a K50 (K50, K49, K51), kdy označení stání před závorkou patří stání pro největší kódové písmeno letadel, a označení ostatních stání v závorce patří alternativním stáním. Všechna tato stání se nachází na hlavní odbavovací ploše. [12][13]

2.2.1 Stání B48, B52, B58, B62 a B68

Stání B48, B52, B58, B62 a B68 se nachází vedle sebe a jsou skoro totožná. Tato stání jsou pro letadla s rozpětím až 79,99 metrů, tedy pro letadla kódového písmene F. Alternativní stání k těmto stáním, tedy stání B47, B49, B51, B53, B57, B59, B61, B63, B67 a B69 jsou pro letadla s maximálním rozpětím až 35,99 metrů, tedy pro letadla kódového písmene C. Na obrázcích 7 a 8 lze vidět, že vjezdová značení těchto stání jsou rovnoběžná. Dále lze na obrázcích vidět oblast mezi jednotlivými MARS stáními, která je vyplněna klikatící se čarou. Toto značení se nazývá zóna sousedních stání, a slouží k vyznačení minimálních bezpečných vzdáleností v místech, kde se MARS stání překrývají, respektive kde se překrývají celé, nebo jen části, minimálních bezpečných vzdáleností těchto stání. Tato stání se pak navzájem v provozu mohou ovlivňovat, například není možné, aby na jedno stání pojíždělo letadlo, když je druhé stání právě odbavované a v zóně sousedních stání stojí některý z prostředků pozemního odbavení. Stání nejsou vybavena nástupními mosty. Stání B48, B52, B58, B62 a B68 mají na délku 85 metrů, a na šířku po započtení zóny sousedních stání 95 metrů. Alternativní stání B47, B49, B51, B53, B57, B59, B61, B63, B67 a B69 mají všechna na délku 85 metrů a na šířku 47 metrů.[12][13]



Obrázek 7: Nákres stání B48, B52, B58, B62 a B68 [12]

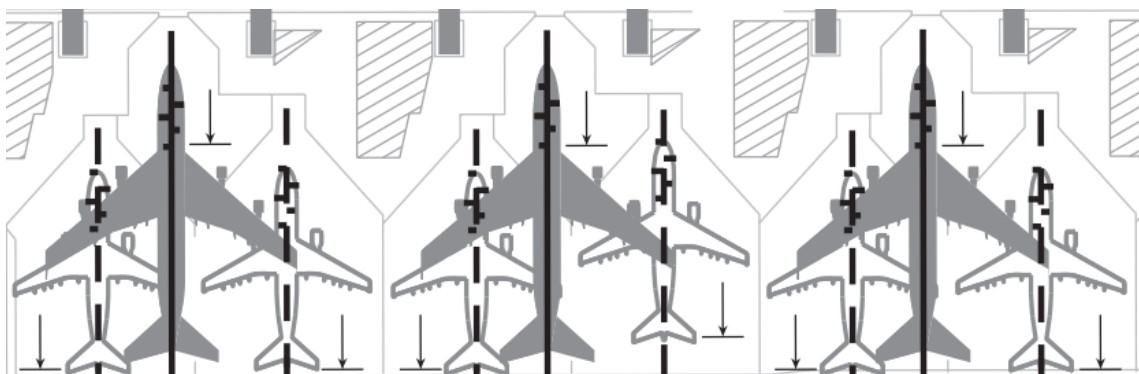


Obrázek 8: Satelitní fotka stání B48, B52, B58, B62 a B68 [13]

2.2.2 Stání F05, F13 a F23

Stání F05, F13 a F23 se také nachází vedle sebe a jsou také skoro totožná. Stání jsou určena pro letadla s maximálním rozpětím křídel až 64,99 metrů, tedy letadla kódového písmene E. Alternativní stání s označeními F03, F09, F11, F17, F21 a F27 jsou pro letouny s maximálním rozpětím křídel 35,99 metrů, což odpovídá kódovému písmenu C.

Vjezdová značení všech těchto stání jsou rovnoběžná, což lze vidět na obrázcích 9 a 10. Na obrázku 10 je také vidět operační zóna nástupního mostu, která je zde ale řešena vyznačením pouze míst, kde je nástupní most v kontaktu se zemí, když se nástupní most nepoužívá. Dále je na obrázku 10 možné spatřit letadla společností Pegasus Airlines a Lauda Air, a to na stáních F09 a F27. Stání F05, F13 a F23 mají v nejhlubším místě 85 metrů, a v nejširším místě 90 metrů. Stání F03, F11 a F21 měří na délku 62 metrů a na šířku 45 metrů, stání F09, F17 a F27 měří na délku 66 metrů, a na šířku 45 metrů. [12][13]



Obrázek 9: Nákres stání F05, F13 a F23 [12]

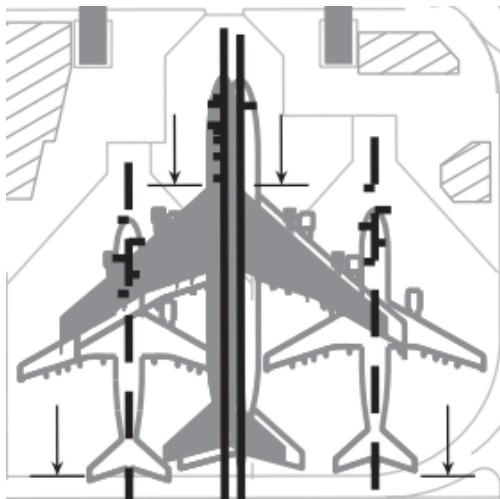


Obrázek 10: Satelitní fotka stání F05, F13 a F23 [13]

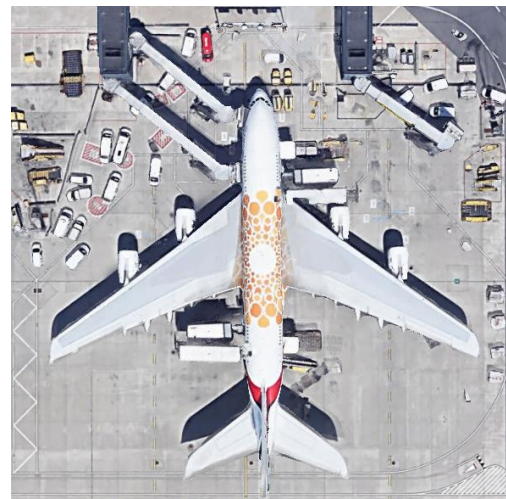
2.2.3 Stání F35/F33

Stání F35/F33 se nachází vedle stání F23, případně F27, ale je od něj odlišné. Zároveň se jedná o netypické MARS stání, které je kombinací stání pro kódová písmena C/E a C/F. Stání F33 je hlavní stání, a je pro letadla s maximálním rozpětím křídel až 64,99 metrů, což odpovídá kódovému písmenu E. Ve vzdálenosti 3 metry od vjezdového značení stání F33 je vjezdové značení stání F35. I když je stání F35 pro letadla s rozpětím křídel až 79,99 metrů, což odpovídá kódovému písmenu F, tedy více než stání F33, je stání F 35 alternativní stání. Dále se na tomto místě nachází

stání F31 a F37, která jsou určena pro letadla s maximálním rozpětím křídel 35,99 metrů, tedy pro letadla, která odpovídají kódovému písmenu C. Mezi stánými F35/F33 a F27 se nachází zóna sousedních stání, která zajišťuje minimální bezpečné vzdálenosti při využívání stání F35 a F27 najednou. Na obrázcích 11 a 12 lze spatřit rovnoběžná vjezdová značení všech výše zmíněných stání. Dále je na obrázku 12 vidět operační zóny nástupních mostů, které jsou znovu jen v místech, ve kterých jsou nástupní mosty v kontaktu se zemí ve svých výchozích polohách. Zároveň lze na tomto obrázku spatřit, jak se stání F35 využívá v provozu, kdy je na něm odbavovaný letoun Airbus A380 společnosti Emirates. Stání je hluboké až 84 metrů a široké, po započtení zóny sousedních stání, 95 metrů. Alternativní stání F31 měří na délku 60 metrů a na šířku 45 metrů. Stání F37 měří na délku 65 metrů, a je také široké 45 metrů. [12][13]



Obrázek 11: Nákres stání F35/F33 [12]



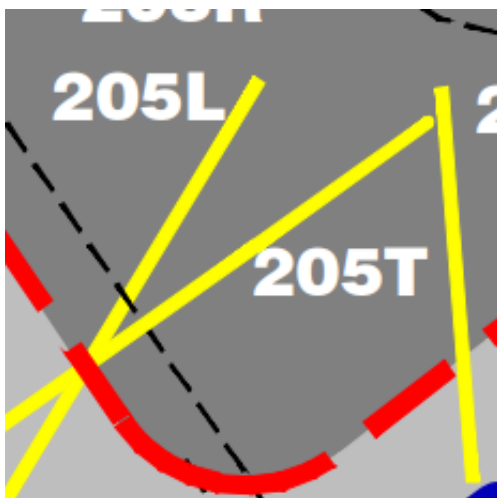
Obrázek 12: Satelitní fotka stání F35/F33 [13]

2.3 EIDW

Letiště Dublin disponuje 28 nose-in stánými typu MARS. Jsou to stání 50 (50C, 50L, 50R) 51 (51C, 51L, 51R), 107 (107C, 107L, 107R), 108 (108C, 108L, 108R), 109 (109C, 109L, 109R), 110 (110C, 110L, 110R), 111 (111C, 111L, 111R), 120 (120C, 120L, 120R), 137 (137T, 137A, 137B), 144 (144C, 144L, 144R), 205 (205T, 205L, 205R), 311 (311C, 311L, 311R), 313 (313C, 313L, 313R), 401 (401C, 401L, 401R), 402 (402C, 402L, 402R), 403 (403C, 403L, 403R), 404 (404C, 404L, 404R) na hlavní odbavovací ploše, 406 (406C, 406A, 406B), 407 (407C, 407L, 407R), 408 (408C, 408L, 408R), na jižní odbavovací ploše, a 614 (614C, 614L, 614R), 615 (615C, 615L, 615R), 616 (616C, 616L, 616R), 617 (617C, 617L, 617R), 618 (618C, 618L, 618R), 619 (619C, 619L, 619R), 620 (620C, 620L, 620R) a 621 (621C, 621L, 621R) na západní odbavovací ploše. [14][15]

2.3.1 Stání 205

Stání 205T je určeno pro letadla s maximálním rozpětím křídel 60,3 metrů, tedy pro letadla kódového písmene E. Ne každé letadlo kódového písmene E ale může vjet na toto stání, jelikož letadla kódového písmene E mohou mít rozpětí až 65 metrů. Alternativní stání 205L je pro letouny s maximálním rozpětím křídel 36 metrů, tedy pro letouny kódového písmene C, a druhé alternativní stání 205R je pro letouny s maximálním rozpětím křídel 35,8 metrů, což odpovídá kódovému písmenu C s omezením na největší letouny tohoto kódového písmene. Vjezdová značení stání 205T, 205L a 205R jsou různoběžná s tím, že značení stání 205T je napříč značení obou alternativních stání. Zároveň je z obrázků 13 a 14 zřejmé, že stání není vybaveno nástupními mosty. Zajímavostí je obslužná komunikace před i za stáním. Na stání jsou bílé zóny sousedních stání, mezi alternativními stáními 205L a 205R přerušované, a mezi stáním 205T a stáními 203R a 203T, které se stáním 205T sousedí, souvislé. Stání má na délku 86 metrů a na šířku, po započtení zóny sousedních stání, 76 metrů. Alternativní stání 205L a 205R měří na délku 70 a 55 metrů, a na šířku 46 a 45 metrů. [14][15]



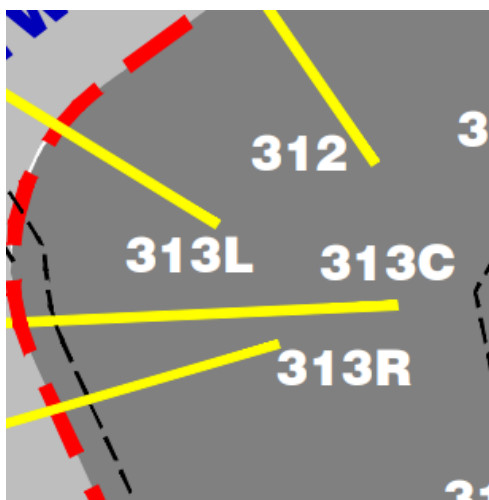
Obrázek 13: Nákres stání 205 [14]



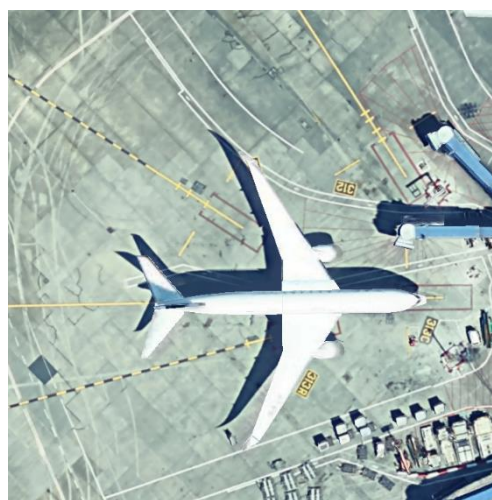
Obrázek 14: Satelitní fotka stání 205 [15]

2.3.2 Stání 313

Stání 313, respektive 313C je pro letouny s maximálním rozpětí křídel 65 metrů, což odpovídá kódovému písmenu E. Alternativní stání 313L je pro letadla s maximálním rozpětí křídel 36 metrů, a stání 313R je pro letadla s maximálním rozpětím křídel 34,1 metrů. Obě alternativní stání jsou tedy pro letadla kódového písmene C s tím, že stání 313R není pro každé letadlo, které spadá pod kódové písmeno C. Na obrázcích 15 a 16 je vidět, že vjezdová značení stání 313L, 313C a 313R jsou různoběžná. Stání je vybaveno nástupním mostem, který má vynačenou svojí operační zónu vlevo od stání 313C. Stání 313C je na obrázku 16 právě využíváno pro odbavení letounu. Obslužná komunikace vede znovu před i za stáním. Mezi stáním 313C a stáním, která s ním sousedí, jsou zóny sousedních stání provedené bílou barvou. Stání je hluboké 94 metrů a široké 82 metrů. Alternativní stání 313L a 313R jsou hluboká 71 a 90 metrů, a široká 50 a 46 metrů. [14][15]



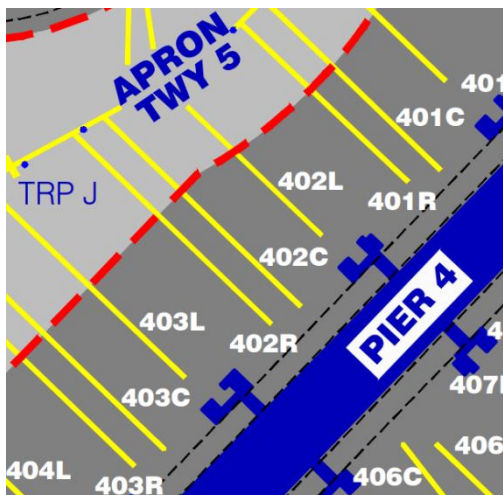
Obrázek 15: Nákres stání 313 [14]



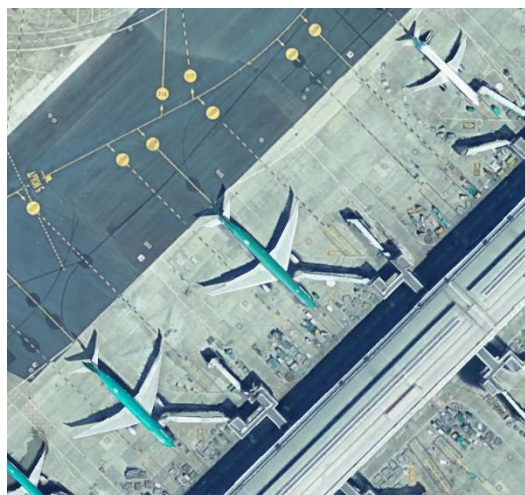
Obrázek 16: Satelitní fotka stání 313 [15]

2.3.3 Stání 401, 402 a 403

Stání 401, 402 a 403, tedy 401C, 402C a 403C jsou určena pro letouny s maximálním rozpětím křídel 65 metrů, tedy pro letouny kódového písmene E. Alternativní stání 401L, 401R, 402L, 402R, 403L a 403R jsou určena pro letadla s maximálním rozpětím křídel 36 metrů, tedy pro letouny kódového písmene C. Jak je vidět na obrázcích 17 a 18, vjezdová značení všech výše zmíněných stání jsou rovnoběžná. Stání jsou vybavena nástupními mosty, které mají vyznačené operační zóny. Mezi jednotlivými stáními jsou patrné červené zóny sousedních stání, které zajišťují minimální bezpečné vzdálenosti. Na obrázku 18 jsou stání 401L, 402C a 403C používána k odbavení letounů společnosti Aer Lingus. Stání 401C měří na délku 74 metrů a na šířku 93 metrů. Stání 402C a 403C měří na délku 83 metrů a na šířku také 93 metrů. Stání 401L, 401R, 402L, 402R, 403L a 403R měří na šířku 49 metrů, a na délku měří 55, 74, 56, 83, 60 a 84 metrů. [14][15]



Obrázek 17: Nákres stání 401, 402 a 403 [14]



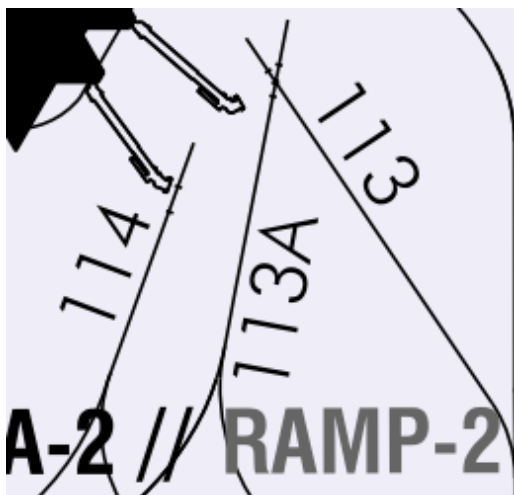
Obrázek 18: Satelitní fotka stání 401, 402 a 403 [15]

2.4 LEBL

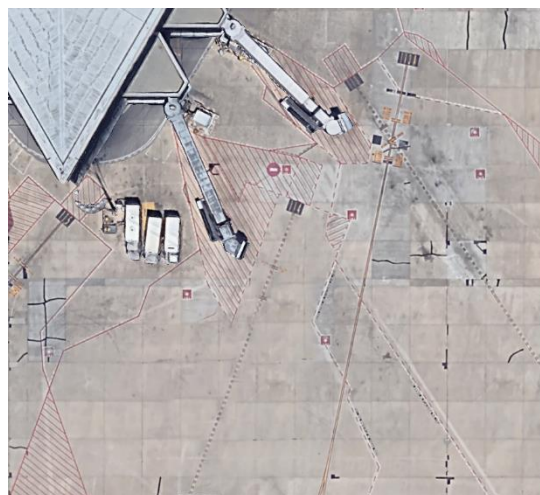
Na letišti Barcelona – El Prat je 18 stání typu MARS, a to stání 44A (44A, 44, 45), 46A (46A, 46, 47) a 48A (48A, 48, 49) na odbavovací ploše 0, 101A (101A, 101, 102), 113A (113A, 113, 114), 119A (119A, 119, 120), 121A (121A, 121, 122), 124A (124A, 124, 125), 126A (126A, 126, 127) a 128A (128A, 128, 129) na odbavovací ploše 2, 138A (138A, 138, 139) na odbavovací ploše 3, 217 (217, 216, 218) a 221 (221, 220, 222) na odbavovací ploše 11, 273 (273, 272, 274) na odbavovací ploše 14, 281 (281, 280, 282), 287 (287, 286, 288), 291 (291, 290, 292) a 295 (295, 294, 296) na odbavovací ploše 15. Alternativní stání všech stání na odbavovací ploše 0 nejsou určena pro letouny kódového písmene C. [16][17]

2.4.1 Stání 113A

Kritický letoun pro stání 113A je Boeing 747-400, který má rozpětí křídel 64,9 metrů, což odpovídá kódovému písmenu E. Kritický letoun pro alternativní stání 113 a 114 je Airbus A321, který má rozpětí křídel 35,8 metrů, a patří tedy pod kódové písmeno C. Na obrázcích 19 a 20 je vidět, že vjezdová značení stání 113A, 113 a 114 jsou různoběžná, a dokonce se částečně kříží. Stání je vybaveno dvěma nástupními mosty, které mají vyznačeny své operační zóny. Na stání jsou vyznačeny zóny sousedních stání, které slouží k zajištění minimálních bezpečných vzdáleností letounů při pojíždění od překážek. Stání měří na šířku 80 metrů, a je hluboké 93 metrů. Alternativní stání 114 a 113 měří na šířku 45 metrů a jsou hluboká 63 a 71 metrů. [16][17]



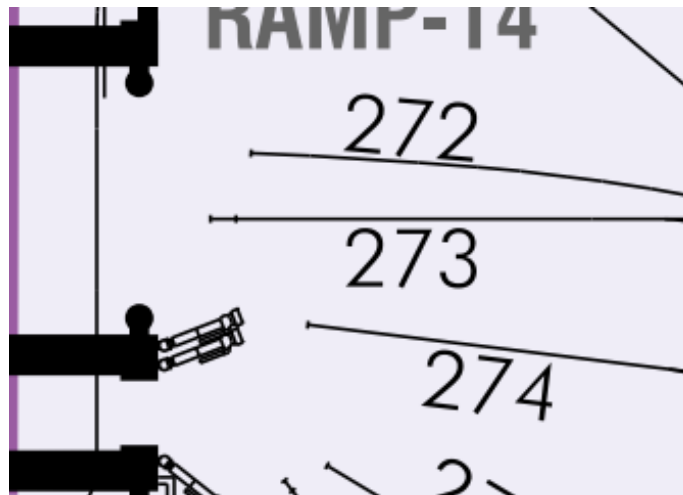
Obrázek 19: Náskres stání 113A [16]



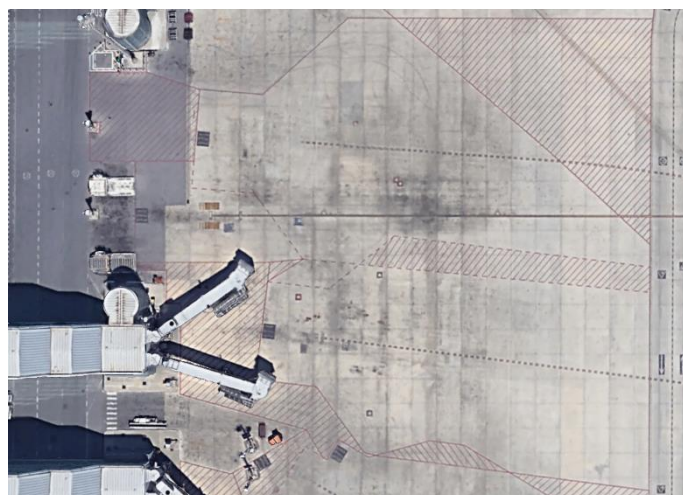
Obrázek 20: Satelitní fotka stání 113A [17]

2.4.2 Stání 273

Kritický letoun pro stání 273 je také Boeing 747-400, který se řadí ke kódovému písmenu E, a alternativní stání 272 a 274 mají také jako kritický letoun Airbus A321, tedy letoun kódového písmene C. Jak je vidět na obrázcích 21 a 22, vjezdové značení stání 273 je kolmé k obslužným komunikacím, které jsou před i za stáním, zatímco vjezdová značení alternativních stání 272 a 274 jsou navzájem rovnoběžná, avšak pootočená vzhledem k značení stání 273. Stání je vybaveno dvěma nástupními mosty, které mají vyznačenu operační zónu. Mezi stáním 272 a 274 jsou vyznačeny zóny sousedních stání červenou barvou. V pravém horním okraji obrázku 22 je nápadná zóna sousedních stání, která je zde k vyznačení minimálních bezpečných vzdáleností při pojíždění na stání 270, které se nachází nad stáním 272. Stání má na délku 104 metrů, a na šířku 91 metrů. Alternativní stání 274 a 272 mají délku 79 a 92 metrů, a šířku 45 a 52 metrů. [16][17]



Obrázek 21: Náskres stání 273 [16]

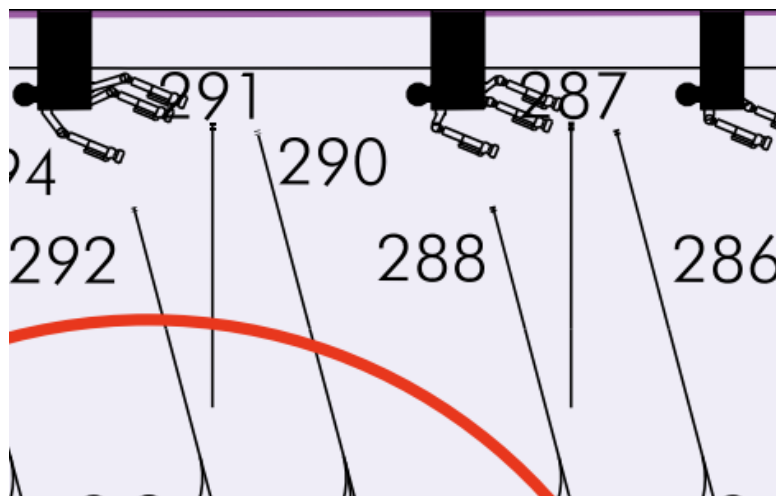


Obrázek 22: Satelitní fotka stání 273 [17]

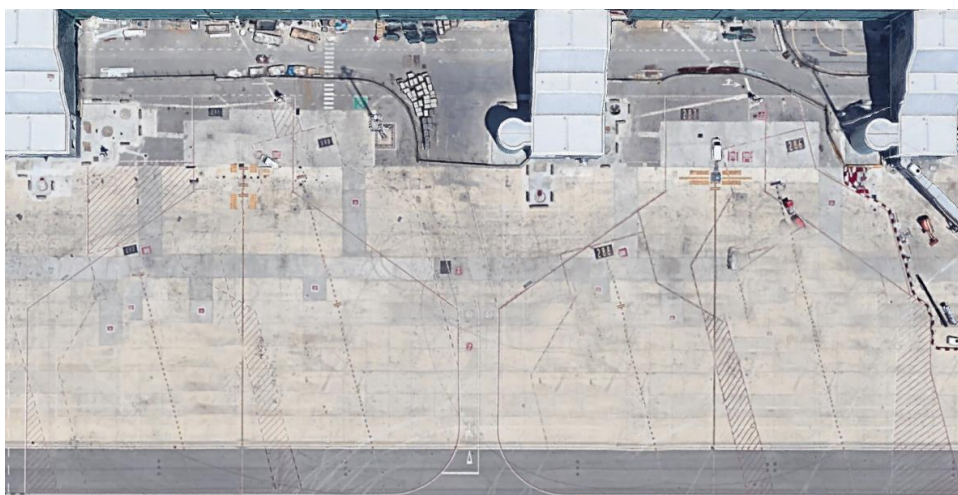
2.4.3 Stání 287 a 291

Kritické letouny pro stání 287 a 291 jsou Airbus A380-800, které mají rozpětí křídel 79,8 metrů, takže stání jsou určena pro letouny kódového písmene F. Alternativní stání 286, 288, 290 a 292 mají jako kritický letoun Airbus A321, který spadá pod kódové písmeno C, jelikož má rozpětí křídel 35,8 metrů. Jak je vidět na obrázcích 23 a 24, vjezdová značení stání 287 a 291 jsou rovnoběžná, a zároveň kolmá k budově terminálu a přílehlé obslužné komunikaci. Alternativní stání 286, 288, 290 a 292 jsou rovnoběžná, ale vůči vjezdovému značení stání 287 a 291 jsou pootočená. Mezi alternativními stánkami 286 a 288 a 290 a 292 jsou patrné zóny sousedních stání pro zajištění minimálních bezpečných vzdáleností při pojíždění. Každé stání by mělo být vybaveno třemi nástupními mosty, jak je vidět na obrázku 23, ale na obrázku 24 nástupní mosty chybí. Přesto jsou na obrázku 24 vyznačeny jejich operační zóny. Stání 287 a 291

jsou 86 metrů dlouhá a 95 metrů široká, stání 288, 286, 292 a 290 jsou široká 45 metrů, a dlouhá 57, 81, 57 a 81 metrů. [16][17]



Obrázek 23: Náskres stání 287 a 291 [16]



Obrázek 24: Satelitní fotka stání 287 a 291 [17]

2.5 ENGM

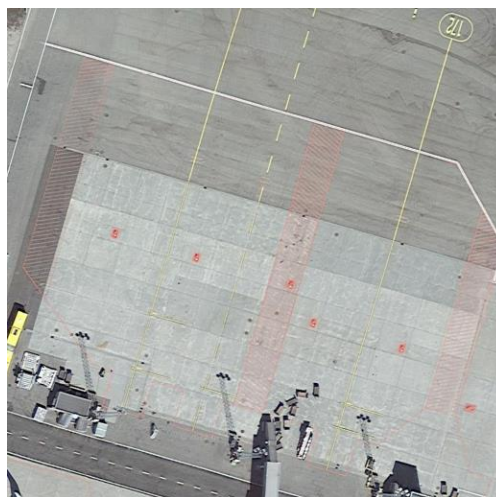
Mezinárodní letiště Oslo – Gardermoen má 8 nose-in stání typu MARS. Jsou to stání: 52 (52, 50, 54), 79 (79, 77, 81), 87 (87, 85, 89), 171L (177L, 171, 172), 188 (188, 187, 189), 201L (201L, 201, 202), 203L (203L, 203, 204) a 208R (208R, 207, 208). Všechna tato stání jsou na hlavní odbavovací ploše. [18][19]

2.5.1 Stání 171L

Stání 171L je určeno pro letouny kódového písmene F, tedy pro letouny s maximálním rozpětím křídel 80 metrů. Stání 171 je pro letouny kódového písmene D, což odpovídá rozpětí křídel 36 až 52 metrů, a stání 172 je pro letouny kódového písmene C s tím, že letoun Boeing 757-200 bez wingletů má výjimku a také může být odbaven na tomto stání, i když nepatří pod kódové písmeno C. Stání 172 je tedy vhodné pro odbavení letounů s rozpětím až 38 metrů. Jak je patrné při pohledu na obrázky 25 a 26, vjezdová značení zmíněných stání jsou rovnoběžná. Zajímavostí ovšem je, že stání 171L, které je určeno pro nejnáročnější typ letounů z těchto tří stání, má vjezdové značení přerušované, a stání pro méně náročné letouny mají toto značení nepřerušované, tedy v rozporu s tím, co uvádí předpisy. I když by se z obrázků 25 a 26 mohlo zdát, že jsou stání vybavena nástupními mosty, informace uvedené v norské letecké informační příručce potvrzují, že tomu tak není. Mezi jednotlivými stáními jsou červené zóny sousedních stání, které jsou určeny k zajištění minimálních bezpečných vzdáleností mezi letouny a překážkami. Stání 171L měří na délku 81 metrů a na šířku, po započtení zón sousedních stání, 112 metrů. Alternativní stání 171 a 172 měří na délku 81 metrů, a na šířku 53 a 67 metrů. [18][19]



Obrázek 25: Nákres stání 171L [18]

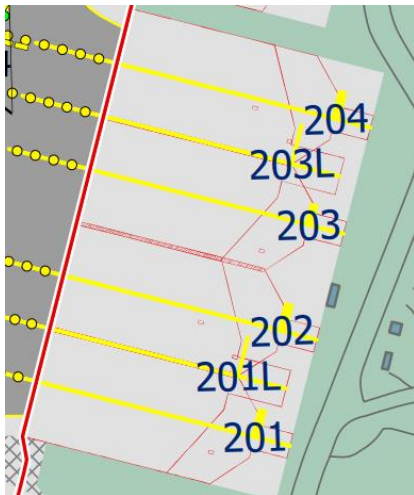


Obrázek 26: Satelitní fotka stání 171L [19]

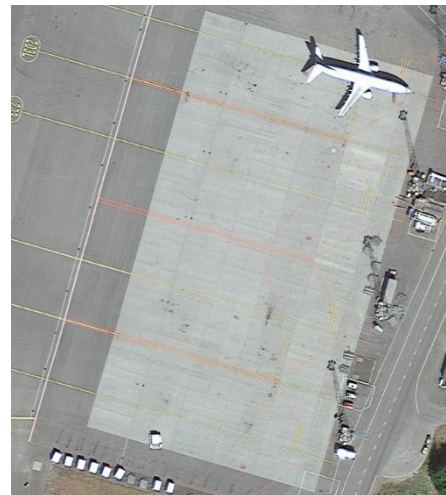
2.5.2 Stání 201L a 203L

Stání 201L a 203L jsou uzpůsobena k odbavení letounů s rozpětím křídel až 76 metrů, což odpovídá většině kódového písmene F. Alternativní stání 201, 202, 203 a 204 jsou pro odbavení letounů kódového písmene C, což odpovídá rozpětí křídel od 24 metrů až do, ale ne včetně 36 metrů. Vjezdová značení stání 201L, 203L a jejich alternativních

stání jsou všechna rovnoběžná a souvislá, jak je vidět na obrázcích 27 a 28. Mezi jednotlivými alternativními stánými a mezi stánými 201L a 203L jsou červeně vyznačené zóny sousedních stání. Nástupní mosty na těchto stáních chybí, vzhledem k tomu, že jsou tato stání určena pro nákladní letouny. Na obrázku 28 je na stání 204 právě odbavováno letadlo. Stání 201L a 203L jsou hluboká 97 metrů a široká 88 metrů. Alternativní stání 202, 201, 204 a 203 měří na hloubku 104 metrů, a na šířku 45 metrů. [18][19]



Obrázek 27: Náskres stání 201L a 203L [18]

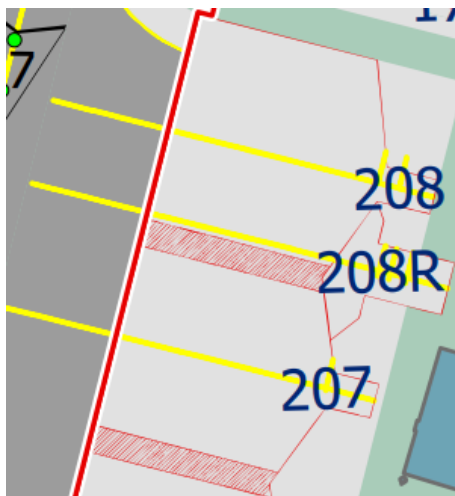


Obrázek 28: Satelitní fotka stání 201L a 203L [19]

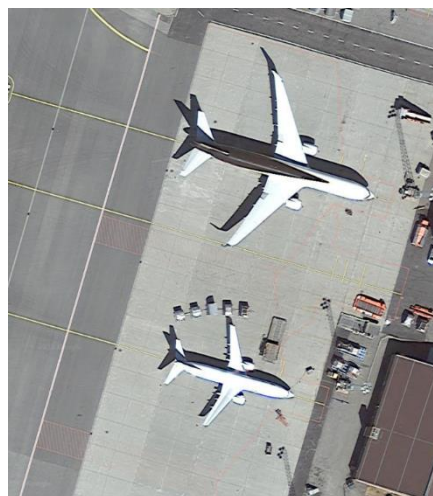
2.5.3 Stání 208R

Stání 208R je určeno pro letouny kódového písmene E, tedy letouny s rozpětím křídel od 52 metrů až do, ale ne včetně 65 metrů. Alternativní stání 207 a 208 jsou určena pro letouny kódového písmene D, tedy s rozpětím křídel od 36 metrů až do, ale ne včetně 52 metrů. Takto dimenzované stání je neobvyklé, jelikož dva letouny kódového písmene D jsou prostorově mnohem více náročné než jeden letoun kódového písmene E. To, a stání v okolí tohoto stání poukazují na to, že stání 208R bylo přidáno až později na část odbavovací plochy, která sloužila k odbavování letadel kódového písmene D. Jak lze vidět na obrázcích 29 a 30, vjezdová značení jsou rovnoběžná a souvislá. Zároveň jsou zde vidět zóny sousedních stání mezi alternativními stánými 207 a 208, ale i mezi stáním 207 a sousedním stáním. Stání nejsou vybavena nástupními mosty, jelikož se jedná o stání určená pro nákladní letouny. Na obrázku 30 jsou stání 208 a 207 používána

k odbavení letounů. Stání 208R je 87 metrů dlouhé a 126 metrů široké. Alternativní stání 208 a 207 jsou široká 67 metrů, a dlouhá 76 a 74 metrů. [18][19]



Obrázek 29: Náskres stání 208R
[18]



Obrázek 30: Satelitní fotka stání 208R
[19]

2.6 Shrnutí

MARS stání mohou mít různé velikosti a tvary. Velikost závisí primárně na tom, pro jaké letouny je stání určeno, ale také hraje roli velikost odbavovací plochy jako celku a nároky na celkový počet stání na daném letišti. Tvar závisí zejména na prostoru na odbavovací ploše a orientaci terminálu a nástupních mostů. Nejčastěji bylo vjezdové značení výše zmíněných stání rovnoběžné, často kolmé k budově terminálu. Poměrně často se na MARS stáních používají zóny sousedních stání, které umožňují zmenšit šířku stání tak, že se minimální bezpečné vzdálenosti mezi letouny překrývají. To sice ušetří prostor na odbavovací ploše, ale může to způsobit problémy při odbavování letounu a vyvolat provozní omezení. Stání se nejčastěji dimenzují pro celá kódová písmena, tedy podle maximálního rozpětí křídel v daném písmeni, tak, aby mohla být využívána všemi letouny z daného kódového písmene bez omezení. Tabulka 4 přehledně ukazuje rozměry výše analyzovaných stání a jejich bezpečné vzdálenosti. Bezpečné vzdálenosti na stáních jsou vždy počítány jako vzdálenost mezi koncem křídla k okraji stání, tedy šířka stání, od které je odečteno maximální rozpětí letounů, pro které je stání určeno, to celé vyděleno dvěma.



Tabulka 4: MARS stání na vybraných letištích

Letiště	Maximální rozpětí křidel [m]	Délka stání na ose[m]	Šířka stání na úrovni křidel [m]	Velikost bezpečných vzdáleností na stání (i se zónou sousedních stání)[m]
LKPR	36	63-90	46-64	5-14
	65-65,5	85-97	88-92	9,75-13,5
	80	94	97	8,5
LOWW	36	62-85	45-47	4,5-5,5
	65	84-85	90-95	12,5-15
	80	84-85	95	7,5
EIDW	34,1-36	55-90	45-50	4,6-7
	60,3-65	74-94	76-93	7,9-14
LEBL	35,8	57-92	45-52	4,6-8,1
	64,9	93-104	80-91	7,5-13
	79,8	86	95	7,6
ENGM	36	104	45	4,5
	38,1-52	74-81	53-67	7,5
	65	87	126	30,5
	76-80	81-97	88-112	7,5-16



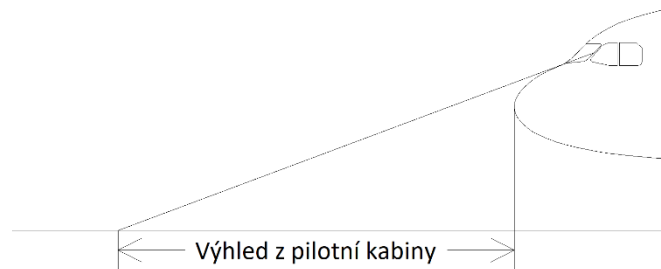
3 Analýza typů letadel dle rozpětí

Mezi charakteristiky letadel, která se musí brát v potaz při navrhování letadlových stání patří hlavně rozměry letadel, pro která jsou stání navrhována. Nejdůležitější jsou tedy rozpětí křídel a délka letounu. Další důležitou charakteristikou je výhled z pilotní kabiny ve směru před letoun, když je letoun v klidu. Tato charakteristika je důležitá zejména při navrhování stání bez VDGS. Pro správné umístění šachet s pozemní infrastrukturou je důležité mít přehled o umístění jednotlivých přístupů k palivovým nádržím a míst pro připojení GPU a PCA na letadlech.

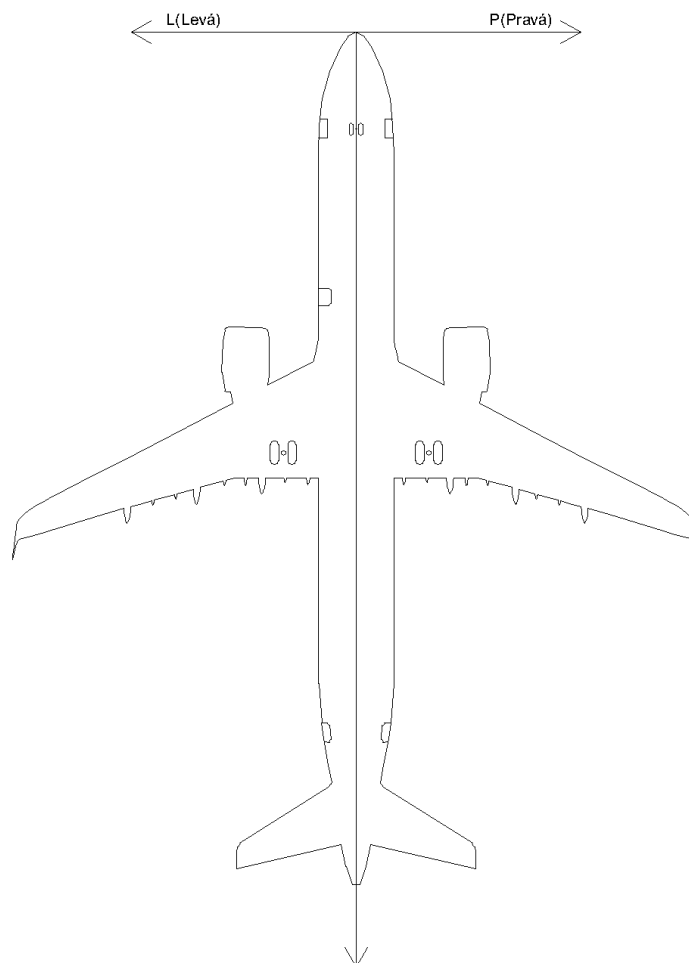
Čtyři největší výrobci dopravních letounů jsou v současnosti Airbus, Boeing Commercial Airplanes, Bombardier Aerospace a Embraer. Proto se tato analýza bude věnovat letounům od těchto čtyř výrobců. Zároveň se bude jednat jen o letouny, jejichž APM jsou dohledatelné na stránkách výrobce. [20]

Tabulky 5, 6, 7 a 8 obsahují nejdůležitější charakteristiky letounů pro návrh letadlových stání, kdy řádky obsahují údaje o jednotlivých typech letounů, a sloupce, kromě výrobce a názvu letounu, jednotlivé charakteristiky. Rozpětí křídel je uváděno v metrech včetně wingletů, sharkletů a jiných zakončení křídel. Pokud je křídlo skládací, je uvedeno nejdříve rozpětí ve složeném stavu a poté za lomítkem rozpětí v rozloženém stavu. Délka letounu je vždy největším rozměrem letounu na délku uváděný v metrech, tedy někdy vzdálenost od nosu letounu po konec trupu, někdy od nosu po špičku SOP a někdy zase vzdálenost od nosu po špičku VOP. Výhled z pilotní kabiny je uváděn jako nejkratší vzdálenost od špičky nosu letounu po místo, kam pilot vidí na zem při pohledu z pilotní kabiny před sebe, a to když letoun stojí v klidu na rovné ploše, viz obrázek 31. Umístění přístupu k palivovým nádržím, umístění přístupu pro GPA a umístění přístupu pro PCA jsou vždy půdorysné souřadnice oddělené středníkem udávané v metrech, kdy první souřadnice vyjadřuje vzdálenost od nosu letounu k zádi, a druhá souřadnice vyjadřuje vzdálenost kolmo od osy letounu na stranu, viz obrázek 32. O jakou stranu se jedná, specifikují písmena za druhou souřadnicí, kdy P znamená pravá strana a L označuje levou stranu. Pokud je P a L odděleno lomítkem, znamená to, že je možné, aby byl přístup na obou stranách (díky doplňkové výbavě), ale v základní variantě je přístup umístěn na straně označené písmenem před lomítkem. Pokud jsou P a L napsané jako „PaL“, znamená to, že se daný přístup nachází na obou stranách. Jednotlivé údaje jsou zaokrouhleny na desetiny metru s tím, že pokud je na letounu více přístupů stejného typu blízko u sebe, je uvedena průměrná souřadnice těchto přístupů.

Tam, kde je místo údaje uvedena pomlčka, nebyly údaje z oficiálních materiálů dohledatelné. Pod tabulkami jsou vysvětlivky zkratk v názvech typů letounů, které se v jednotlivých tabulkách vyskytují.



Obrázek 32: Výhled z pilotní kabiny



Obrázek 31: Souřadný systém použitý v tabulkách 5, 6, 7 a 8



3.1 Letadla k.p. C

Tabulka 5 obsahuje nejdůležitější charakteristiky pro návrh letadlových stání pro letadla kódového písmene C, tedy letadla s rozpětím křídel od 24 až do, ale ne včetně 36 metrů.

Tabulka 5: Vybrané charakteristiky letounů k.p. C
[21][22][23][24][25][26][27][28][29][30][31][32][33][34][35][36][37][38][39][40][41]

Výrobce	Typ	Rozpětí křídel [m]	Délka [m]	Výhled z pilotní kabiny [m]	Umístění přístupu k palivovým nádržím [m]	Umístění přístupu pro GPU [m]	Umístění přístupu pro PCA [m]
Airbus	A220-100	35,1	34,1	13,1	15,6; 8,3P/L	3,6; 0,8L	11,5; 1,3L
Airbus	A220-300	35,1	38,7	13,1	17,8; 8,3P/L	3,1; 0,8L	13,6; 1,3L
Airbus	A318-100	34,1	31,5	10,1	15,2; 9,8P/L	2,55	10; 1,1L
Airbus	A319-100	34,1	33,8	10,1	16; 9,8P/L	2,55	10,9; 1,1L
Airbus	A319-100S	35,8	33,8	10,1	16; 9,8P/L	2,55	10,9; 1,1L
Airbus	A319neo	35,8	33,8	10,1	16; 9,8P/L	2,55	10,9; 1,1L
Airbus	A320-200	34,1	37,6	10,1	17,6; 9,8P/L	2,55	12,5; 1,1L
Airbus	A320-200S	35,8	37,6	10,1	17,6; 9,8P/L	2,55	12,5; 1,1L
Airbus	A320neo	35,8	37,6	10,1	17,6; 9,8P/L	2,55	12,5; 1,1L
Airbus	A321-100	34,1	44,5	10,1	21,8; 9,8P/L	2,55	16,7; 1,1L
Airbus	A321-100S	35,8	44,5	10,1	21,8; 9,8P/L	2,55	16,7; 1,1L
Airbus	A321-200	34,1	44,5	10,1	21,8; 9,8P/L	2,55	16,7; 1,1L



Výrobce	Typ	Rozpětí křídel [m]	Délka [m]	Výhled z pilotní kabiny [m]	Umístění přístupu k palivovým nádržím [m]	Umístění přístupu pro GPU [m]	Umístění přístupu pro PCA [m]
Airbus	A321-200S	35,8	44,5	10,1	21,8; 9,8P/L	2,55	16,7; 1,1L
Airbus	A321neo	35,8	44,5	10,1	21,8; 9,8P/L	2,55	16,7; 1,1L
Airbus	A321neo-ACF	35,8	44,5	10,1	21,8; 9,8P/L	2,55	16,7; 1,1L
Airbus	A321neo-XLR	35,8	44,5	10,1	21,8; 9,8P/L	2,55	16,7; 1,1L
Boeing	717-200	28,4	37,8	9	19,2; 6,5P	2,3; 1L	28; 0,5P
Boeing	727-100	32,9	40,6	11,8	20,4; 8,5P	3,7; 0,9P	15,2
Boeing	727-200	32,9	46,7	11,8	23,5; 8,5P	3,7; 0,9P	18,3
Boeing	737-100	28,4	28,7	11,5	13,4; 7,2P	2,6; 0,9P	10,1
Boeing	737-200	28,4	30,5	11,5	14,4; 7,2P	2,6; 0,9P	11
Boeing	737-300	28,9	33,4	11,5	15,5; 7,2P	2,6; 0,9P	12,1
Boeing	737-300W	31,2	33,4	11,5	15,5; 7,2P	2,6; 0,9P	12,1
Boeing	737-400	28,9	36,4	11,5	17,3; 7,2P	2,6; 0,9P	14,
Boeing	737-500	28,9	31	11,5	14,4; 7,2P	2,6; 0,9P	11
Boeing	737-600	34,3	31,2	11,5	14,8; 7,2P	2,6; 0,9P	10,7
Boeing	737-600W	35,8	31,2	11,5	14,8; 7,2P	2,6; 0,9P	10,7



Výrobce	Typ	Rozpětí křídel [m]	Délka [m]	Výhled z pilotní kabiny [m]	Umístění přístupu k palivovým nádržím [m]	Umístění přístupu pro GPU [m]	Umístění přístupu pro PCA [m]
Boeing	737-700	34,3	33,6	11,5	16,2; 7,2P	2,6; 0,9P	12,1
Boeing	737-700W	35,8	33,6	11,5	16,2; 7,2P	2,6; 0,9P	12,1
Boeing	737-800	34,3	39,5	11,5	19,2; 7,2P	2,6; 0,9P	15,1
Boeing	737-800W	35,8	39,5	11,5	19,2; 7,2P	2,6; 0,9P	15,1
Boeing	737-900	34,3	42,1	11,5	20,6; 7,2P	2,6; 0,9P	16,5
Boeing	737-900ER	34,3	42,1	11,5	20,6; 7,2P	2,6; 0,9P	16,5
Boeing	737-900W	35,8	42,1	11,5	20,6; 7,2P	2,6; 0,9P	16,5
Boeing	737-900ERW	35,8	42,1	11,5	20,6; 7,2P	2,6; 0,9P	16,5
Boeing	737-7	35,9	35,6	12,1	17; 7,7P	2,6; 0,9P	12,9
Boeing	737-8	35,9	39,5	12,1	19,2; 7,7P	2,6; 0,9P	15,1
Boeing	737-8-200	35,9	39,5	12,1	19,2; 7,7P	2,6; 0,9P	15,1
Boeing	737-9	35,9	42,1	12,1	20,8; 7,7P	2,6; 0,9P	16,7
Boeing	737-10	35,9	43,8	12	21,8; 7,7P	2,6; 0,9P	17,7
Bombardier	CRJ900ER	24,9	36,3	8,2	-	-	-
Bombardier	CRJ1000	26,2	39,1	8,2	-	-	-
Bombardier	Q100	25,9	22,3	5,7	12; 3,9P	10,2; 3,6P	16,5; 0,9L



Výrobce	Typ	Rozpětí křídel [m]	Délka [m]	Výhled z pilotní kabiny [m]	Umístění přístupu k palivovým nádržím [m]	Umístění přístupu pro GPU [m]	Umístění přístupu pro PCA [m]
Bombardier	Q200	25,9	22,3	5,7	12; 3,9P	10,2; 3,6P	16,5; 0,9L
Bombardier	Q300	27,4	25,7	5,7	13,9; 3,9P	12; 3,6P	19,9; 0,9L
Bombardier	Q400	28,4	32,8	-	17,8; 4,4P	15,8; 3,9P	26,3; 0,5P
Embraer	E170	26	29,9	11,7	13,5; 5,7P	4,1; 0,8L	10,5
Embraer	E175	26	31,7	11,7	14,3; 5,7P	4,1; 0,8L	11,3
Embraer	E175 EW	28,7	31,7	11,7	14,3; 5,7P	4,1; 0,8L	11,3
Embraer	E190	28,7	36,2	11,7	17,3; 7,8P	4,1; 0,8L	13,3
Embraer	E190-E2	33,7	36,3	12,7	-	-	-
Embraer	E195	28,7	36,7	11,7	18,1; 7,8P	4,1; 0,8L	14,1
Embraer	E195-E2	35,1	41,6	12,7	-	-	-

ACF – Airbus Cabin Flex

S – Sharklets

ER – Extended Range

W – Winglets

ERW – Extended Range Winglets

XLR – Xtra Long Range

EW – Enhanced Wingtip

3.2 Letadla k.p. D

Tabulka 6 obsahuje nejdůležitější charakteristiky pro návrh letadlových stání pro letadla kódového písmene D, tedy letadla s rozpětím křídel od 36 až do, ale ne včetně 52 metrů



Tabulka 6: Vybrané charakteristiky letounů k.p. D [42][43][44][45][46][47][48]

Výrobce	Typ	Rozpětí křídel [m]	Délka [m]	Výhled z pilotní kabiny [m]	Umístění přístupu k palivovým nádržím [m]	Umístění přístupu pro GPU [m]	Umístění přístupu pro PCA [m]
Airbus	A300B2	44,8	53,6	13,6	24,3; 11,8PaL	4,4; 1,7P	17,3; 0,8L
Airbus	A300B4	44,8	53,6	13,6	24,3; 11,8PaL	4,4; 1,7P	17,3; 0,8L
Airbus	A300C4	44,8	53,6	13,6	24,3; 11,8PaL	4,4; 1,7P	17,3; 0,8L
Airbus	A300-600	44,8	53,9	13,8	24,3; 11,8P	7,3	17,3; 0,8L
Airbus	A310	43,9	45,9	13,8	20,5; 10,5P/L	7,3	15,2; 0,8L
Boeing	707-120B	39,9	44,2	-	21,5; 10,6PaL	2,7; 0,6P	13,4
Boeing	707-320	44,4	46,6	-	23,7; 12,2PaL	2,7; 0,6P	14,3
Boeing	707-320B	44,4	46,6	-	23,7; 12,2PaL	2,7; 0,6P	14,3
Boeing	707-320C	44,4	46,6	-	23,7; 12,2PaL	2,7; 0,6P	14,3
Boeing	707-420	44,4	46,6	-	23,7; 12,2PaL	2,7; 0,6P	14,3
Boeing	720	39,9	41,5	-	20,9; 10,6PaL	2,7; 0,6P	12,8
Boeing	720B	39,9	41,7	-	20,9; 10,6PaL	2,7; 0,6P	12,8
Boeing	757-200	38,1	47,3	10,8	23,5; 11,3P	6,6; 0,3P	18,3
Boeing	757-300	38,1	54,4	10,8	27,5; 11,3P	6,6; 0,3P	22,4
Boeing	767-200	47,6	48,5	12,1	24,6; 13,9PaL	5,5; 0,9P	17,7; 1,5L
Boeing	767-200ER	47,6	48,5	12,1	24,6; 13,9PaL	5,5; 0,9P	17,7; 1,5L



Výrobce	Typ	Rozpětí křídel [m]	Délka [m]	Výhled z pilotní kabiny [m]	Umístění přístupu k palivovým nádržím [m]	Umístění přístupu pro GPU [m]	Umístění přístupu pro PCA [m]
Boeing	767-300	47,6	54,9	12,1	27,6; 13,9PaL	5,5; 0,9P	20,8; 1,5L
Boeing	767-300ER	47,6	54,9	12,1	27,6; 13,9PaL	5,5; 0,9P	20,8; 1,5L
Boeing	767-400ER	51,9	61,4	12,1	31; 13,9PaL	5,5; 0,9P	24,1; 1,5L

ER – Extended Range

3.3 Letadla k.p. E

Tabulka 7 obsahuje nejdůležitější charakteristiky pro návrh letadlových stání pro letadla kódového písmene E, tedy letadla s rozpětím křídel od 52 až do, ale ne včetně 65 metrů.

Tabulka 7: Vybrané charakteristiky letounů k.p. E
[49][50][51][52][53][54][55][56][57][58][59]

Výrobce	Typ	Rozpětí křídel [m]	Délka [m]	Výhled z pilotní kabiny [m]	Umístění přístupu k palivovým nádržím [m]	Umístění přístupu pro GPU [m]	Umístění přístupu pro PCA [m]
Airbus	A330-200	60,3	58,8	13,8	26,8; 12,6P	7,2	19,3; 0,5L
Airbus	A330-300	60,3	63,7	13,8	30; 12,6P/L	7,2	23,5; 0,5L
Airbus	A330-800	64	58,8	13,8	26,8; 12,6P/L	7,2	19,3; 0,5L
Airbus	A330-900	64	63,7	13,8	30; 12,6P/L	7,2	23,5; 0,5L
Airbus	A340-200	60,3	59,4	13,8	27,8; 12,6PaL	7	20,4; 0,5L
Airbus	A340-300	60,3	63,7	13,8	30; 12,6PaL	7	22,5; 0,5L
Airbus	A340-500	63,5	67,9	14	31,4; 12,6PaL	7	23,5; 0,3L



Výrobce	Typ	Rozpětí křídel [m]	Délka [m]	Výhled z pilotní kabiny [m]	Umístění přístupu k palivovým nádržím [m]	Umístění přístupu pro GPU [m]	Umístění přístupu pro PCA [m]
Airbus	A340-600	63,5	75,4	14	37,1; 12,6PaL	7	28,8; 0,3L
Airbus	A350-900	64,8	66,8	14,2	32,6; 15,8P/L	6,6	23,6; 1,5P
Airbus	A350-1000	64,8	73,8	14,2	36,5; 15,8P/L	6,6	27,4; 1,5P
Boeing	747-100	59,6	70,4	24,3	32,3; 14PaL	8,2; 1,2P	27,7; 0,9L
Boeing	747-200	59,6	70,4	24,3	32,3; 14PaL	8,2; 1,2P	27,7; 0,9L
Boeing	747-300	59,6	70,4	24,3	32,3; 14PaL	8,2; 1,2P	27,7; 0,9L
Boeing	747SP	59,6	56,3	24,3	26,9; 14PaL	8,2; 1,2P	22,8; 0,9L
Boeing	747-400	64,9	70,7	20,3	32; 14,1PaL	8,2; 1P	27,8; 0,9L
Boeing	747-400C o	64,9	70,7	20,3	32; 14,1PaL	8,2; 1P	27,8; 0,9L
Boeing	747-400E R	64,9	70,7	20,3	32; 14,1PaL	8,2; 1P	27,8; 0,9L
Boeing	747-400D	59,6	70,7	20,3	32; 14,1PaL	8,2; 1P	27,8; 0,9L
Boeing	777-200	60,9	63,7	12,5	28,3; 12,2PaL	7,1; 1,2P	24,4; 1,1PaL
Boeing	777-200L R	64,8	63,7	13,1	28; 12,2PaL	7; 1,2P	24,4; 0,9PaL
Boeing	777-300	60,9	73,9	12,5	33,7; 12,2PaL	7,1; 1,2P	29,6; 1,1PaL



Výrobce	Typ	Rozpětí křídel [m]	Délka [m]	Výhled z pilotní kabiny [m]	Umístění přístupu k palivovým nádržím [m]	Umístění přístupu pro GPU [m]	Umístění přístupu pro PCA [m]
Boeing	777-300ER	64,8	73,9	13,1	33,8; 12,2PaL	7; 1,1P	29,6; 1PaL
Boeing	777-8	64,8/71,8	69,8	-	-	-	-
Boeing	777-9	64,8/71,8	76,7	12,5	35,7; 14,8PaL	23,3; 1,1P	30,8; 1,1PaL
Boeing	787-8	60,1	56,7	10,6	27,5; 14,8L	5,9; 1,4L 30,3; 1,6L	21,7; 0,7L
Boeing	787-9	60,1	62,8	11,1	30,5; 14,8L	5,9; 1,4L 33,3; 1,6L	24,7; 0,7PaL
Boeing	787-10	60,1	68,3	11,3	33,6; 14,8L	5,9; 1,4L 36,4; 1,6L	27,8; 0,6PaL

Co – Combi

ER – Extended Range

D – Domestic

LR – Long Range

3.4 Letadla k.p. F

Tabulka 8 obsahuje nejdůležitější charakteristiky pro návrh letadlových stání pro letadla kódového písmene F, tedy letadla s rozpětím křídel od 65 až do, ale ne včetně 80 metrů.



Tabulka 8: Vybrané charakteristiky letounů k.p. F [60][61]

Výrobce	Typ	Rozpětí křídel [m]	Délka [m]	Výhled z pilotní kabiny [m]	Umístění přístupu k palivovým nádržím [m]	Umístění přístupu pro GPU [m]	Umístění přístupu pro PCA [m]
Airbus	A380-800	79,8	72,7	17,4	31,9; 18PaL	6; 0,5PaL	22,2; 1,5PaL
Boeing	747-8	68,4	76,3	19,4	36,3; 14,4PaL	8,2; 1P	36,3; 2,3L

3.5 Shrnutí

Bohužel se nepodařilo dohledat důvěryhodné zdroje parametrů několika typů letounů, jmenovitě Embraer E175-E2, Boeing 757-200W a Boeing 757-300W. Tyto typy ale nepatří mezi kritické typy letounů jednotlivých kódových písmen, proto by na výsledný návrh neměla jejich absence mít velký vliv. Jak ukazují tabulky 5, 6, 7 a 8, parametry letounů, které spadají do stejného kódového písmene jsou velmi rozmanité, ale i přesto se mezi většinou letounů dají najít společné znaky. Například skoro všechny letouny mají přístup pro GPU v přední části trupu blízko osy letounu. Dalším společným rysem naprosté většiny letounů je přístup k palivovým nádržím na pravém křídle s tím, že letouny od Airbusu mají často přístup k palivovým nádržím letounu i na levém křídle jako volitelnou výbavu za příplatek. Dalším častým rysem je dimenzování křídel letounů tak, aby se jejich rozpětí přibližovalo maximální hranici pro rozpětí křídel v daném kódovém písmenu. Velké množství výše zmíněných letounů má tedy rozpětí křídel ani ne o 1 metr menší, než je horní hranice kódového písmene, pod které dané letouny patří. Ve dvou případech (Boeing 777-8 a 777-9) má letoun dokonce skládací konce křídel tak, aby při jejich složení respektoval maximální hranici kódového písmene svého generačního předchůdce, tedy 65 metrů. Z tohoto důvodu jsou letadlová stání často dimenzována právě pro celá rozpětí jednotlivých kódových písmen.



4 Analýza možností umístění infrastruktury pro pozemní odbavení letadel pod zem

Pozemní odbavení letadel zahrnuje většinou, kromě jiných činností, tankování letadla palivem, zásobování letadla elektrickým proudem o frekvenci 400 Hz pomocí pozemního elektrického zdroje (GPU), a zásobování letadla klimatizovaným vzduchem pozemní klimatizační jednotkou (PCA). Existuje několik přístupů jak provádět tyto činnosti.

4.1 Tankování paliva

Tankování letadel se provádí buď pomocí velkých cisteren s objemem nádrže až několik desítek tisíc litrů paliva, kdy cisterna dopraví palivo na stání, a následně ho přečerpá do letadla. Jedná se o efektivní a levnou metodu. Velké cisterny však mohou mít problém s manévrováním na letadlovém stání, které po zaparkování letadla bývá prostorově velmi omezené. [59]

Druhou možností je využití tlakového hydrantového systému. Vybudování tlakového hydrantového systému je sice velmi nákladné, ale zrychlí a zjednoduší to proces odbavení. Tlakový hydrantový systém se ovšem také neobejde bez prostředků pozemního odbavení, v tomto případě tzv. dávkovačů. Dávkovače jsou vozidla velikosti menších nákladních aut, které se na stání připojí k hydrantovému systému a k letadlu. Palivo pak proudí pod tlakem z hydrantu do dávkovače, kde se měří jeho průtok a filtruje se od vody a jiných nečistot. Až poté míří palivo do letadlových nádrží. [62][63]

Tlakové hydrantové systémy se navrhují pro každé letiště na míru podle jeho potřeb, a to včetně umístění jednotlivých šachet na letadlová stání. Společnosti, které se navrhování a budování letištních hydrantových systémů zabývají, jsou například DABICO Airport Solutions, Hansaconsult, Airport Fluid Distribution Networks, Shell nebo BP. [64][65][66][67][68]

4.2 GPU

Elektrický proud při parkování letadla na stání může být dodáván letadlovým systémům pomocí APU, avšak kvůli neefektivnosti, hlučnosti a neekologičnosti se k tomuto účelu APU používá jen když není jiná možnost. Ve většině případů se tedy používá jedna z forem pozemního zdroje elektrické energie (GPU) [69]



GPU může být fixní, tedy měnič frekvence vybudovaný na zemi poblíž stání, který je připojen na elektrickou síť a následně spojen s letadlem kabely, namontovaný na nástupním mostě, kdy se jedná o měnič frekvence připojený k síti, který má kabely vyvedené v kabelovém navijáku u zakončení nástupního mostu, či mobilní. Mobilní GPU jsou většinou diesel generátory umístěné na podvozku, které vytvářejí elektrický proud pro letadlo v požadované frekvenci na místě, ale může se jednat i o velké baterie, které na jedno nabití dokáží obstarat elektřinu pro odbavení několika letadel. [64][70][71][72][73]

Další možností pro zásobování letadla elektřinou pomocí pozemního zdroje elektrické energie je vyvedení elektrické energie o frekvenci 400 Hz do podzemních šachet pod jednotlivými stáními, a to buď vytvořením centrálního systému pro elektrický proud o frekvenci 400 Hz, nebo umístěním měniče frekvence poblíž každého stání. Šachty mohou být buď s poklopem, nebo výsuvným víkem. Víka a poklopy těchto šachet jsou konstruovány tak, aby vydržely zatížení až 90 tun a zamezily přístupu vody a nečistot do šachty. Mezi výrobce těchto systémů patří například DABICO Airport Solutions, ElectroAir, Hitzinger či Dynell. [64][71][72][73]

4.3 PCA

K udržení vhodné teploty a vlhkosti na palubě letadla i po přistání je potřeba kabinu letadla zásobovat klimatizovaným vzduchem. Klimatizování vzduchu buď může obstarat APU, nebo může být použita pozemní klimatizační jednotka (PCA). Použití APU v tomto případě bývá neefektivní, nákladné, hlučné a neekologické, proto se k tomu přistupuje jen pokud není jiná možnost. [69]

PCA jednotky mohou být, stejně jako GPU, fixní, kdy je klimatizační jednotka umístěna na zem v blízkosti letadlového stání a ošetřený vzduch je poté veden do letadla hadicí, namontované na nástupním mostě, kdy je vzduch veden hadicí nebo trubicí ke konci nástupního mostu, a poté hadicí do letadla, nebo mobilní. Mobilní PCA jednotky jsou jednotky umístěné na podvozku, které se mohou přivést až k odbavovanému letounu a pomocí hadice se propojit s letounem. Všechny PCA jednotky samozřejmě potřebují zdroj elektrické energie a přístup ke vzduchu. [64][69][70][71][72][74]

Klimatizovaný vzduch může být z PCA jednotky, ať už centrální pro celý terminál, případně celé letiště, nebo fixní pro každé stání, veden na letadlová stání pod zemí do jednotlivých šachet. Tyto šachty pak mají buď výsuvné víko a vnitřek, nebo jsou



vybaveny poklopem. Víko i poklop mají nosnost až 90 tun a jsou vodotěsná a odolná proti písku. Výrobci těchto systémů jsou například DABICO Airport Solutions, ElectroAir nebo Dynell. [64][72][73]

4.4 Shrnutí

Při pozemním odbavení letadel existuje několik způsobů, jak dosáhnout kýžených výsledků, ale zabudování potřebné infrastruktury je, i přes svoji nákladnost, často nejefektivnější, nejelegantnější a nejekologičtější řešení. Vybudování takové infrastruktury se ale, vzhledem k velké počáteční investici, nevyplatí každému letišti. Vždy záleží na typu a podmínkách provozu na daném letišti a daném letadlovém stání.



5 Vypracování vzorových stání

Při vypracování vzorových stání nebylo pracováno s následujícími letouny z tabulek 5, 6, a 7: A300B2, A300B4, A300C4, A300-600, A300F4-600, A310, 717-200, 727-100, 727-100C, 727-200, 707-120B, 707-320, 707-320B, 707-320C, 707-420, 720, 720B, 747-100, 747-200, 747-300, 747SP, Q100, Q200, Q300, Q400. S letouny nebylo pracováno z důvodu jejich stáří a postupnému vyřazování z provozu, nebo kvůli jejich nevhodnosti k odbavení pomocí nástupních mostů. K vypracování návrhů byl použit software AutoCAD od vývojáře Autodesk a AviPLAN Airside Pro od vývojáře Transoft Solutions.

5.1 Rozměry stání

Rozměry stání by vždy měly být součtem několika položek. U určování délky stání hraje roli délka nejnáročnějšího letounu, pro který je stání určeno, výhled z pilotní kabiny, a minimální bezpečné vzdálenosti (za ocasem letounu). Výhled z pilotní kabiny se nemusí brát v potaz, pokud je stání vybaveno VDGS. Pro účely této práce ale VDGS nebude bráno v úvahu. Tabulka 9 ukazuje vypočtené délky stání pro jednotlivá kódová písmena.

Tabulka 9: Délky stání podle kódových písmen

Kódové písmeno	Největší délka s výhledem z pilotní kabiny [m]	Minimální bezpečná vzdálenost [m]	Výsledná délka stání [m]
C	56	4,5	60,5
D	73,5	7,5	81
E	91	7,5	98,5
F	96	7,5	103,5

Co se šířky stání týče, hlavní složkou výpočtu je horní hranice rozpětí křídel požadovaného kódového písmene. Je sice možné navrhovat stání pro konkrétní letouny, ale pokud je předpoklad, že provoz na stání bude velmi rozmanitý, je lepší zvolit horní hranici rozpětí křídel kódového písmene. To zajistí, že stání bude využitelné pro všechny letouny tohoto písmene, ať už stávající, či budoucí. Ke každému kódovému písmenu patří i předpisy požadovaná minimální vzdálenost od překážek na odbavovací

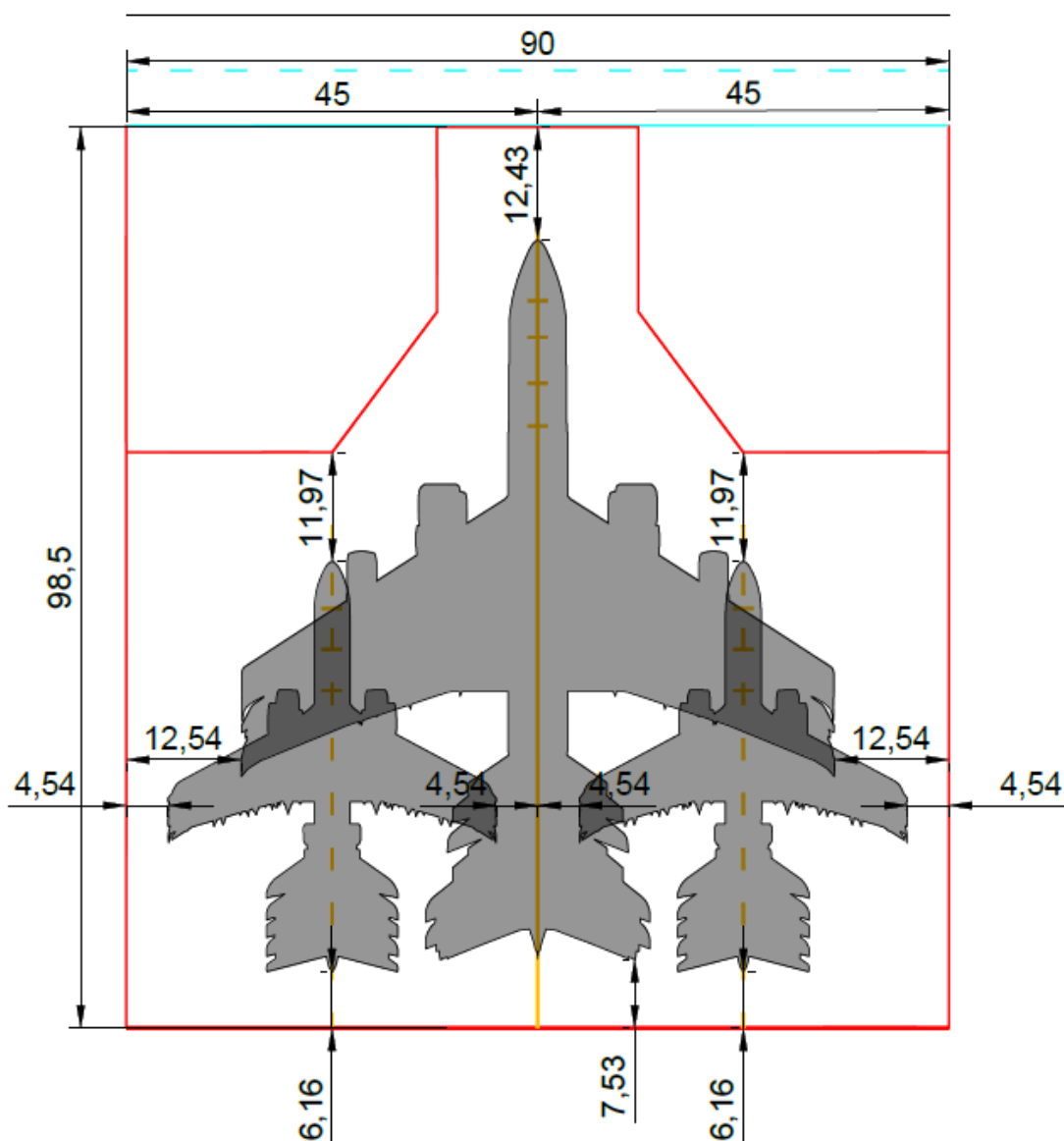


ploše, která se do výpočtu šířky stání musí také započítat. Tyto minimální bezpečné vzdálenosti se mohou u sousedních stání překrývat, a vytvářet tak zónu sousedních stání, která šetří místem na odbavovací ploše. Tato zóna ale může přinášet i problémy při současném používání těchto sousedních stání, zejména v situaci, kdy jeden z letounů na stání pojíždí, a kolem druhého se pohybují prostředky pozemního odbavení. Tyto prostředky pozemního odbavení pak nemohou narušit zónu sousedních stání, jinak by nebyly splněny minimální bezpečné vzdálenosti požadované předpisem, což jim značně zmenšuje manévrovací prostor. Z toho důvodu nebude ve vzorových stáních využito zón sousedních stání. Vypočtené minimální šířky stání podle kódových písmen lze vidět v tabulce 10.

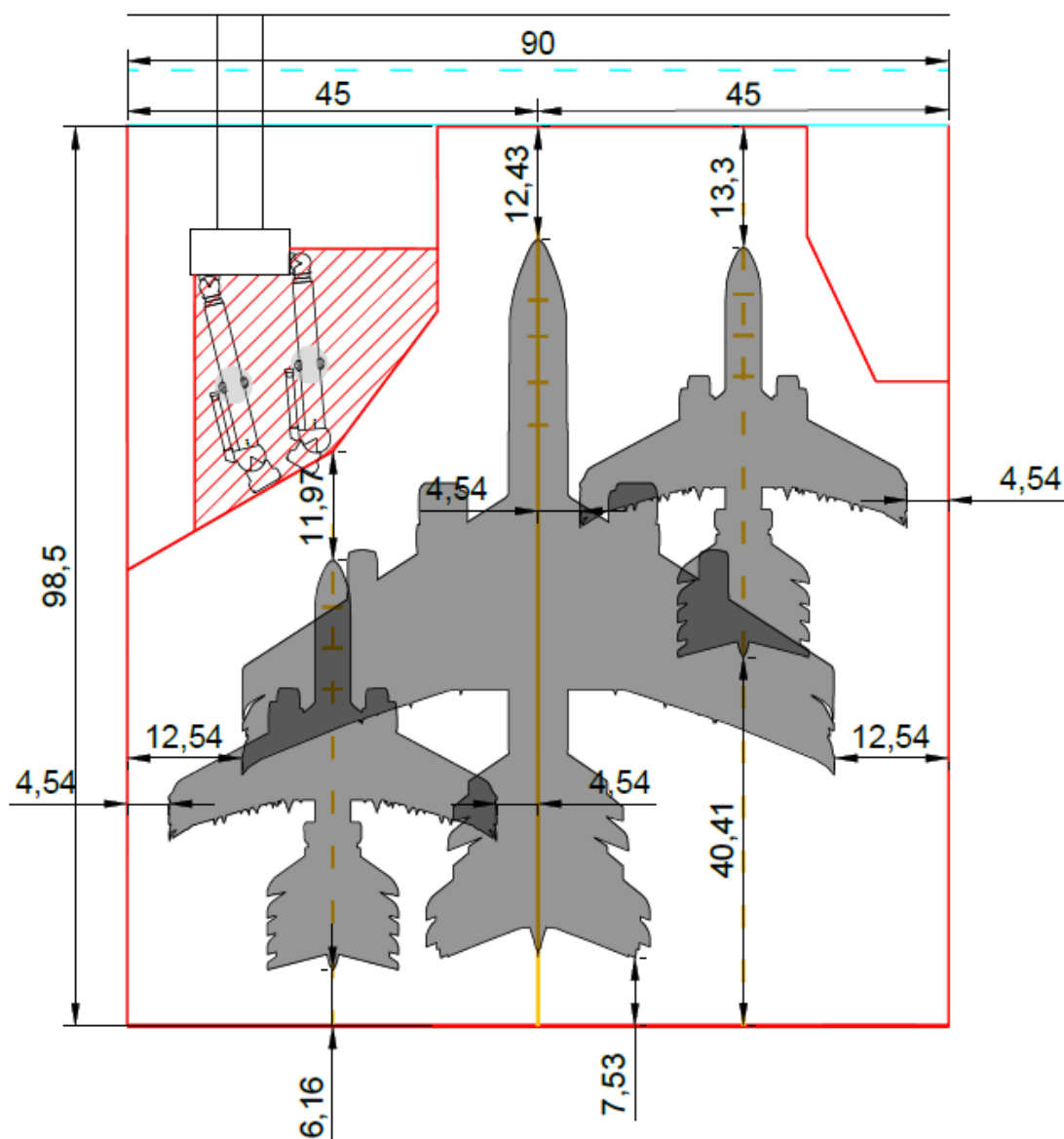
Tabulka 10: Minimální šířky stání podle kódových písmen

Kódové písmeno	Největší možné rozpětí křídel	Minimální bezpečná vzdálenost [m]	Výsledná minimální šířka stání [m]
C	36	2x4,5	45
D	52	2x7,5	67
E	65	2x7,5	80
F	80	2x7,5	95

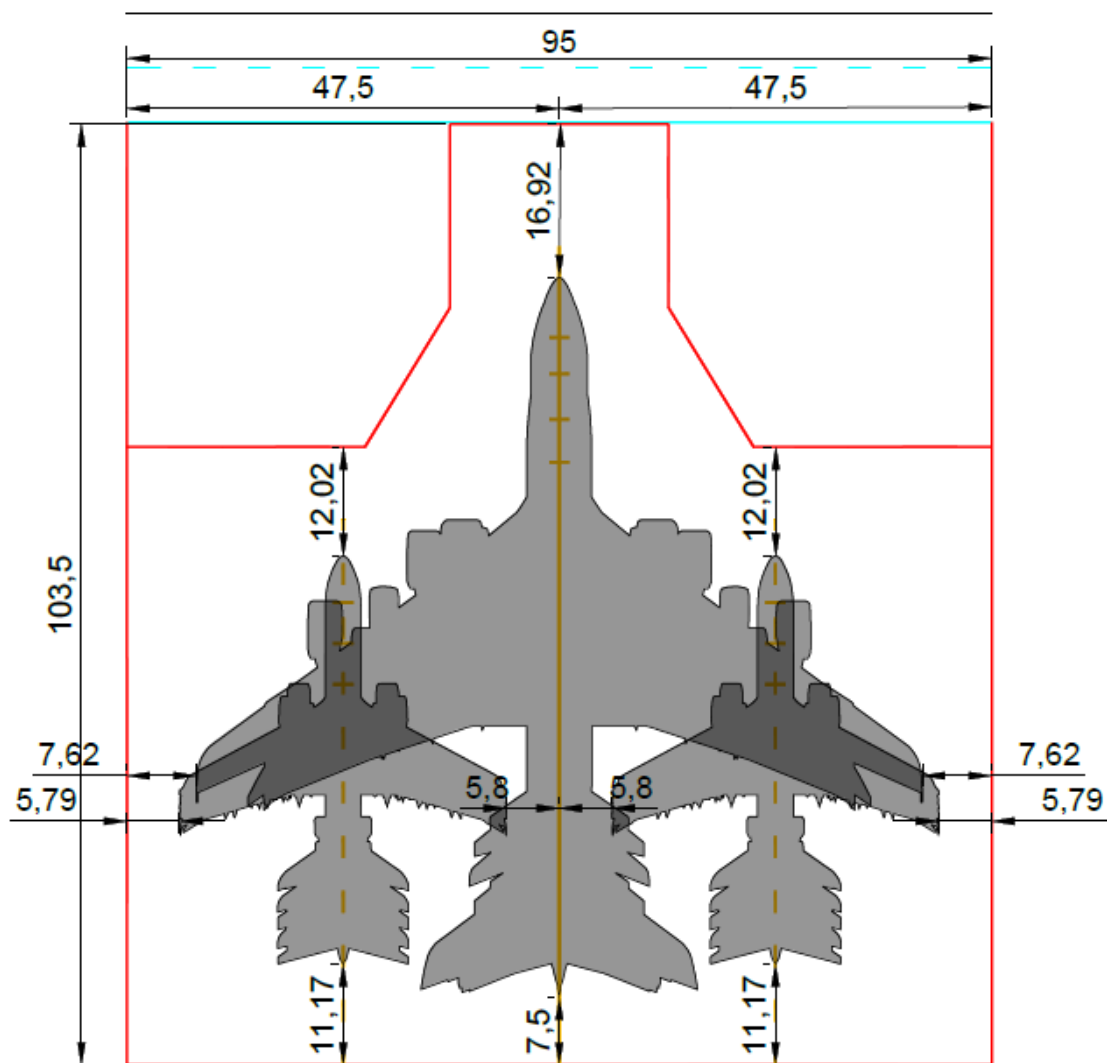
Jak je patrné z tabulky 10, dvě stání o minimální šířce kódového písmene C se na stání o minimální šířce kódového písmene E nevejdou, proto musí být stání kódového písmene E větší, a to aspoň o 10 metrů. Rozměry navržených stání lze vidět na obrázcích 33, 34, 35, 36 a 37, kde jako hranice alternativních stání byla použita osa hlavního stání, až na případ stání k.p. C/F se třemi nástupními mosty, kde je hranice mezi alternativními stáními vyznačena červeným přerušovaným značením o šířce 20 cm.



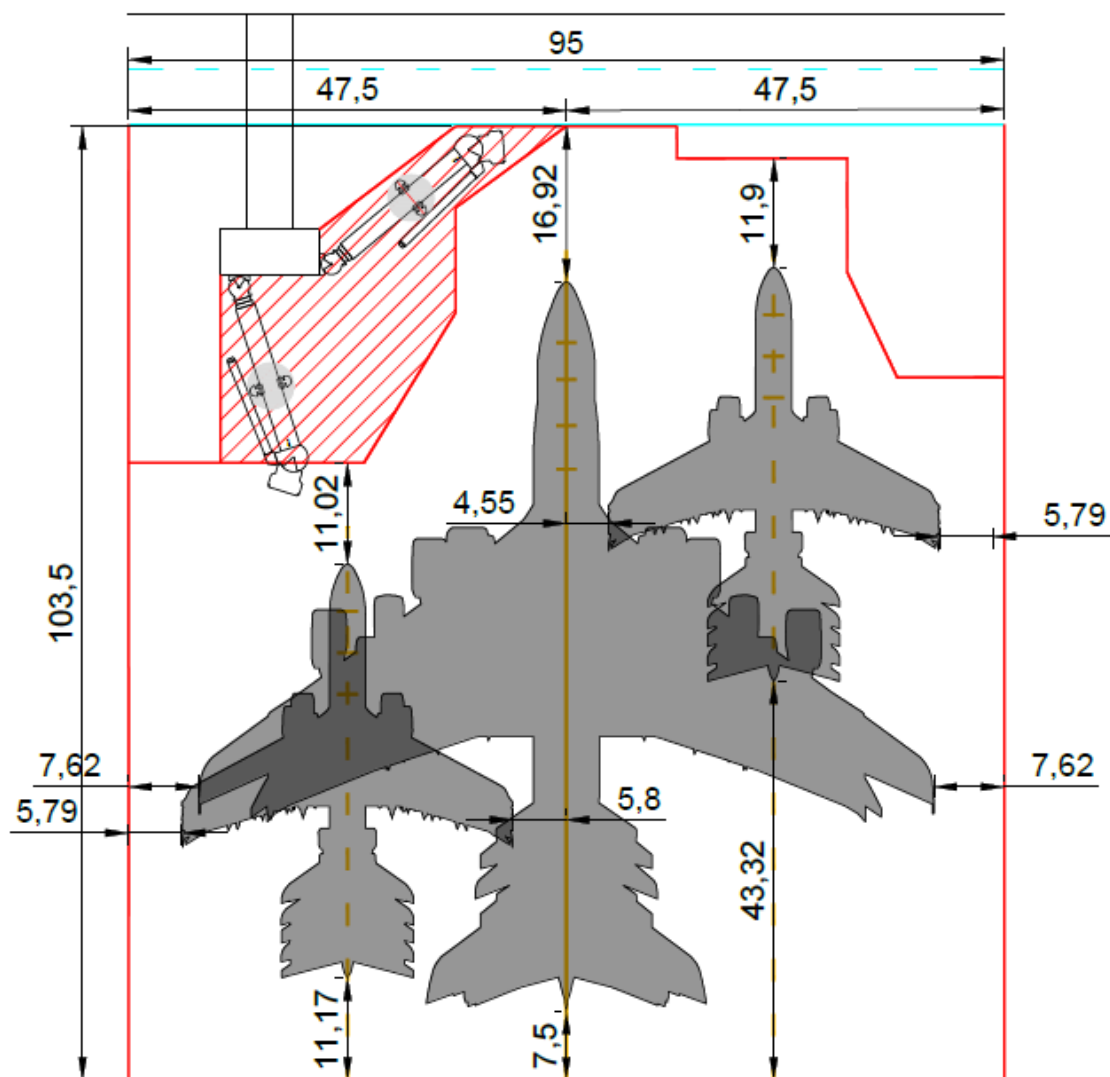
Obrázek 33: Rozměry navrženého stání k.p. C/E bez nástupních mostů



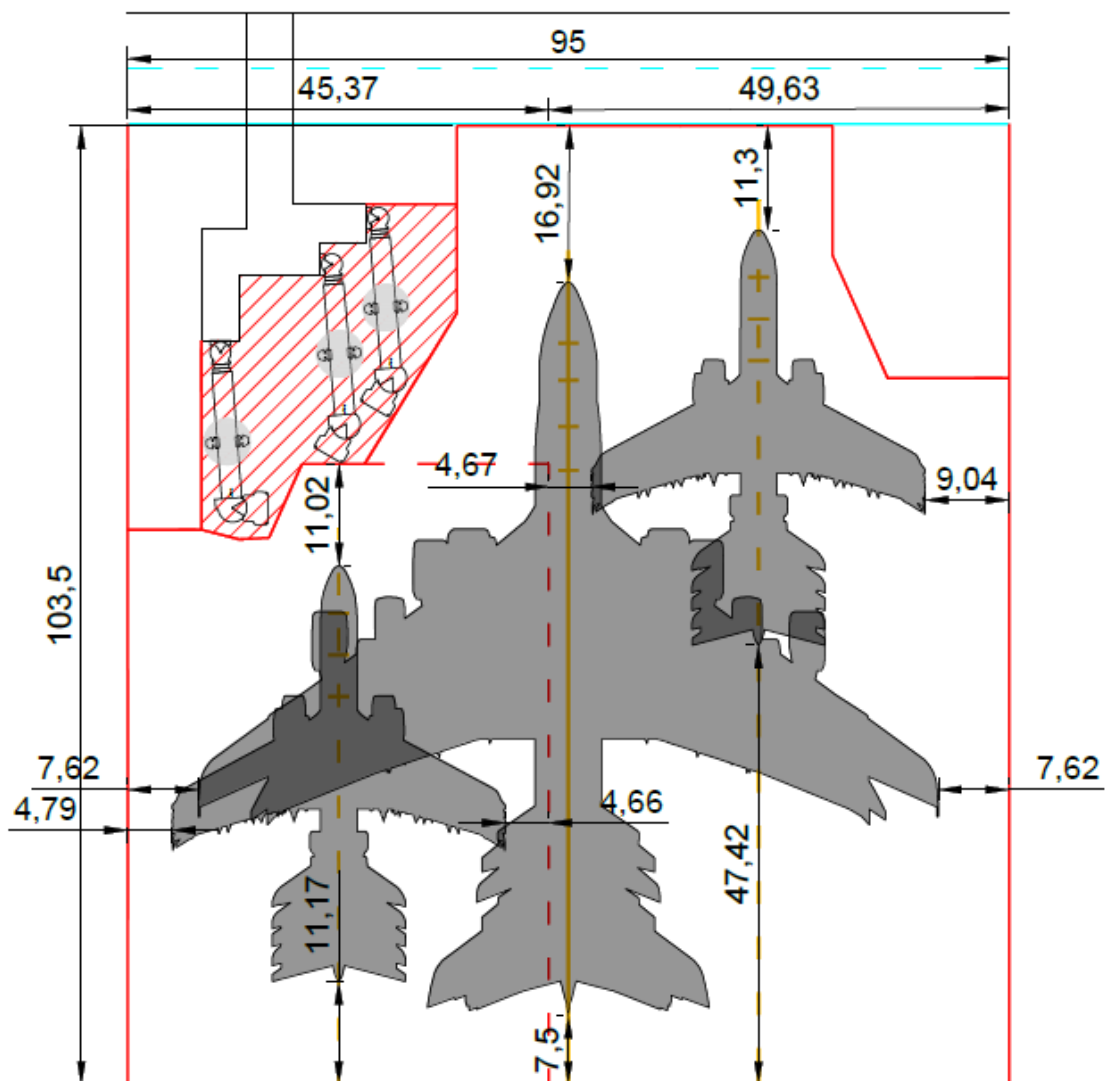
Obrázek 34: Rozměry navrženého stání k.p. C/E se dvěma nástupními mosty



Obrázek 35: Rozměry navrženého stání k.p. C/F bez nástupních mostů



Obrázek 36: Rozměry navrženého stání k.p. C/F se dvěma nástupními mosty

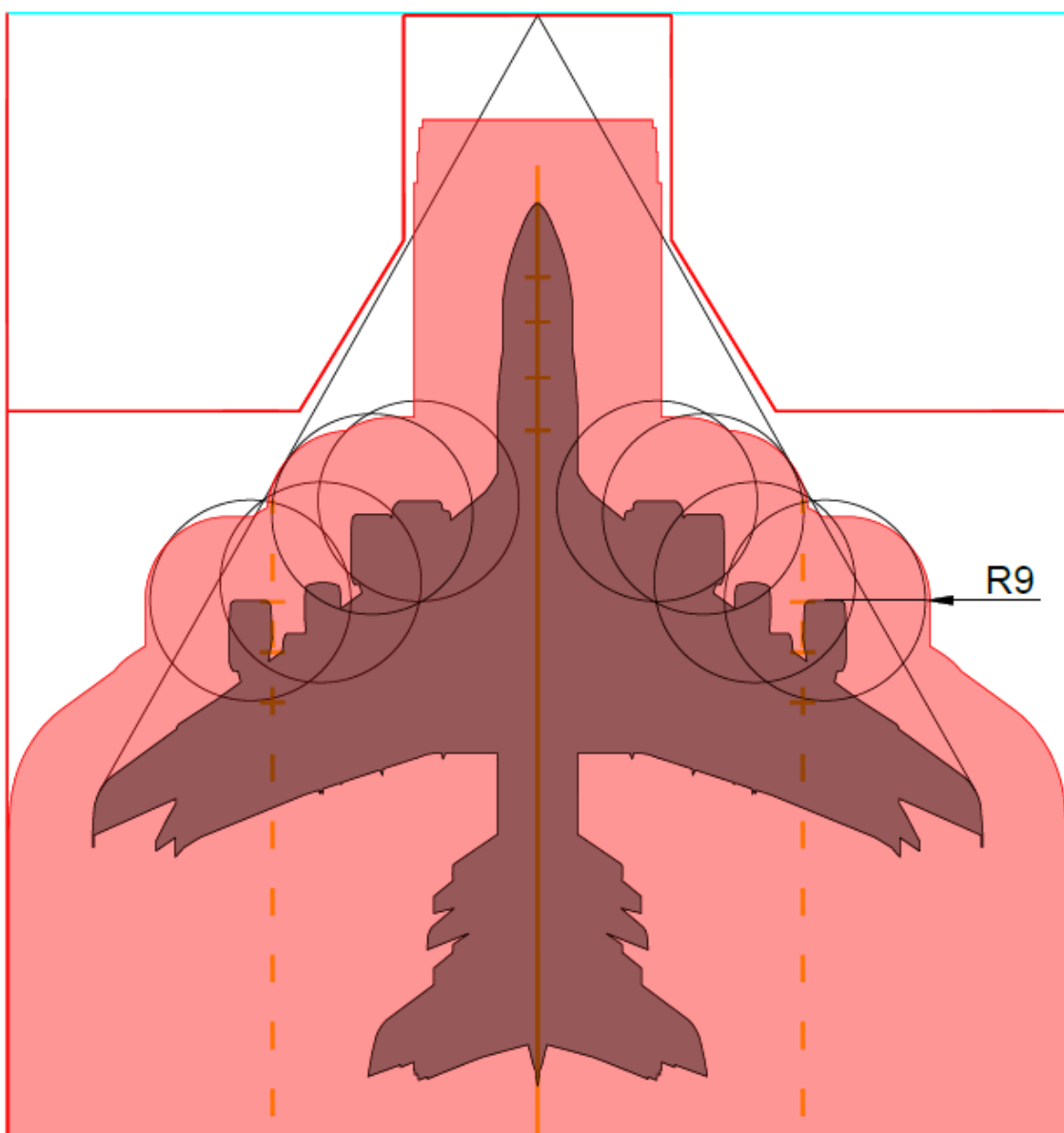


Obrázek 37: Rozměry navrženého stání k.p. C/F se třemi nástupními mosty

5.2 Určení velikosti odstavných ploch pro prostředky pozemního odbavení

Při určování velikostí odstavných ploch pro prostředky pozemního odbavení u jednotlivých stání je nutné dbát kromě dodržování minimálních bezpečných vzdáleností na stáních letadel i na to, že je žádoucí, aby marshaller měl vždy dostatečný výhled na konce křídel letounu pojíždějícího na stání. Marshaller při navádění letounu na stání stojí obvykle na předním okraji stání a na ose stání. Z tohoto bodu tedy musí vést přímky k bodům, které zaujímají konce křídel jednotlivých typů letounů při jejich zastavení na stání. Žádná z těchto přímek nesmí být narušena jakýmkoliv prostředkem pozemního odbavení. Dále je nutné respektovat zóny nebezpečí nasátí před

motory, které mají většinou tvar půlkružnic o různém poloměru. Podle přímký, která je nejbližší přední hranici stání se, po kontrole minimálních bezpečných vzdáleností a ujištění se, že kružnice zón nebezpečí nasátí kolem motorů jsou respektovány, může nakreslit hranice odstavné plochy pro prostředky pozemního odbavení, a tedy i hranice stání. Na obrázku 38 je příklad určování velikosti odstavných ploch pro prostředky pozemního odbavení na stání k.p. C/F bez nástupních mostů, kde marshaller stojí na průsečíku prodloužené osy stání a bezpečnostního značení odbavovací plochy.



Obrázek 38: Způsob určování velikosti odstavných ploch pro prostředky pozemního odbavení



5.3 Určení poloh stop příček na ose stání a rozřazení typů letounů na jednotlivé stop příčky

Maximální počet stop příček na stání není předpisy určen, ale v praxi je žádoucí, aby stop příček nebylo příliš velké množství, protože se pak značení na stání stává nepřehledné. Stání pro letouny kódového písmene E a F mají obvykle více stop příček z důvodu větší rozmanitosti letounů, pro které jsou navrhována, protože stání kódového písmene E se navrhují tak, aby byla schopná odbavit nejen letouny kódového písmene E, ale i letouny kódového písmene D a menší. To samé platí i pro stání kódového písmene F, tedy že se navrhují tak, aby mohla být použita k odbavení letounů kódových písmen F, E a D a menších. Při navrhování vzorových stání nebudou hlavní osy určené pro letouny k.p. C, vzhledem k tomu, že pro letouny k.p. C jsou určeny alternativní osy stání.

Při rozřazování typů letounů na jednotlivé stop příčky se musí dbát na dodržení předpisem požadovaných minimálních bezpečných vzdáleností, případně na technická omezení zvolených nástupních mostů. Dále je žádoucí, aby se půdorysná plocha křídel jednotlivých typů letounů co nejvíce překrývala, a to z důvodu budoucího optimálního umístění šachet hydrantového systému pro rozvod LPH. Umístění konkrétních typů letounů na jednotlivé stop příčky lze vidět v tabulce 11.

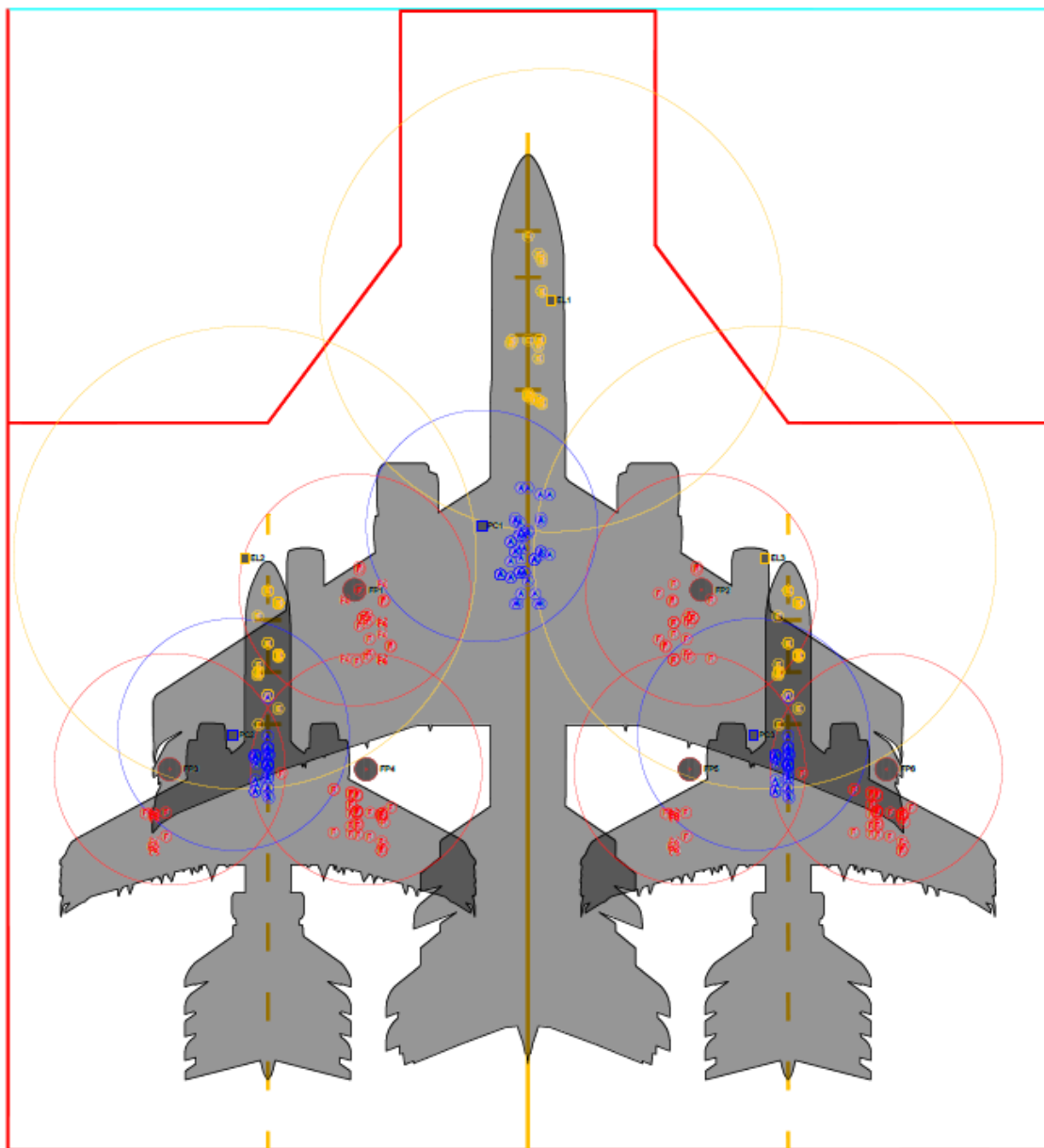
Tabulka 11: Rozřazení typů letounů na stop příčky

Kódové písmena	Označení příčky a její umístění [m]	Typy letounů na příčce
C	A	A321, 737 MAX 8, 9, 10; 737-800, 900; CRJ-900, 1000; E195-E2
	B (A+4,5)	A220; A320; 737 MAX 7; 737-200, 300, 400, 500, 600, 700; E175; E190; E195
	C (A+9)	A318; A319; 737-100; E170
E, D	A	A340-600; A350-1000; 777-9
	B (A+4)	777-300, 8
	C (A+9)	A340-500; A350-900; 747-400; 787-8, 9, 10; 767-400
	D (A+13,7)	A330; A340-200, 300; 777-200; 757; 767-200, 300
F, E, D	A	A340-600; A350-1000; 777-9
	B (A+4)	A380; 777-300, 8; 747-8
	C (A+9)	A340-500; A350-900; 747-400; 787-8, 9, 10; 767-400
	D (A+13,7)	A330; A340-200, 300; 777-200; 757; 767-200, 300

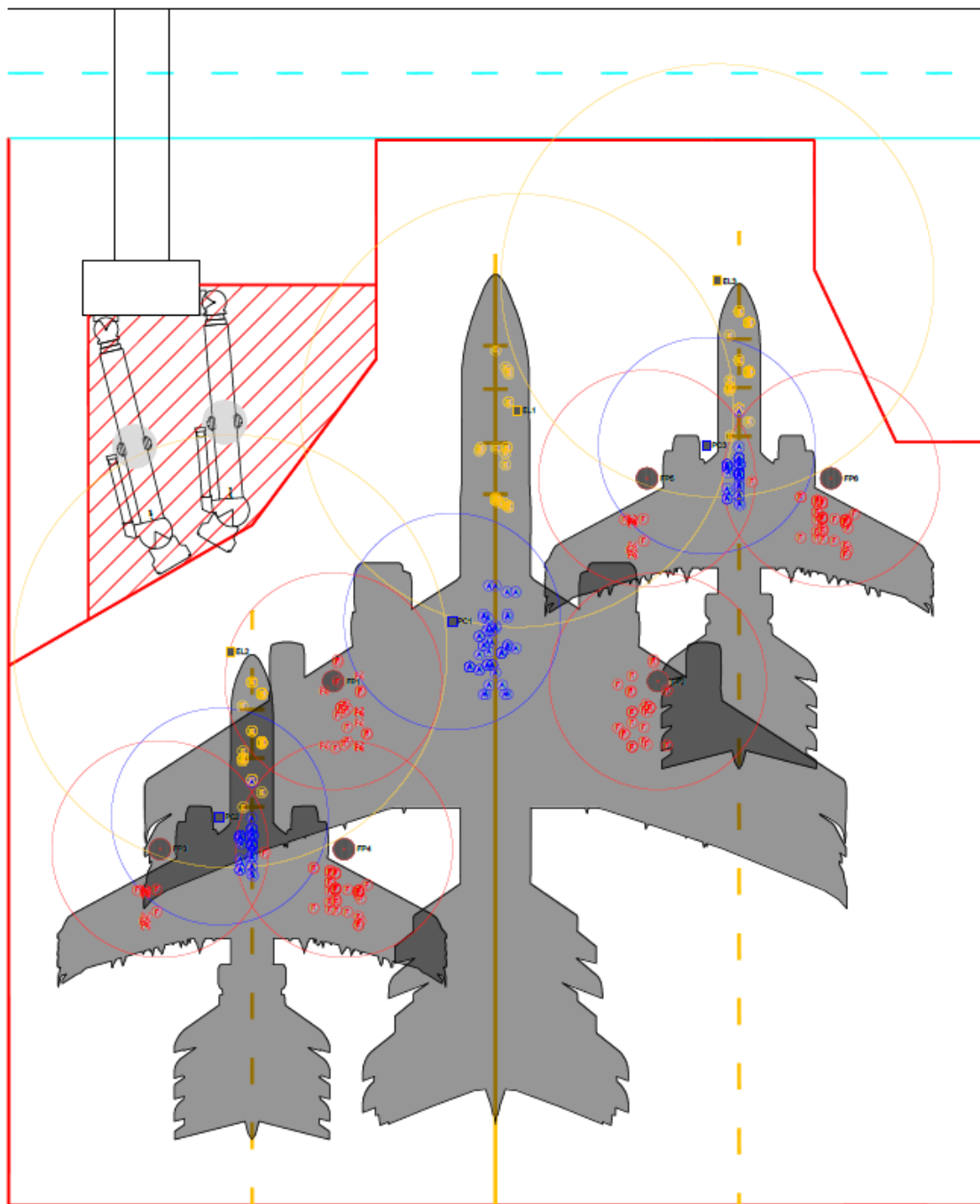
5.4 Umístění šachet

Při umisťování šachet s infrastrukturou pro odbavení letounů, je důležité dbát na to, aby nedocházelo k častému přejíždění podvozků letounů přes víka šachet, a to kvůli jejich možnému poškození, aby nedocházelo ke konfliktům prostředků pozemního odbavení s víky šachet při odbavování letounu, a aby byly vzdálenosti mezi jednotlivými šachtami a korespondujícími přístupy k palivovým nádržím, GPU a PCA co možná nejmenší. Umístění šachet a korespondující přístupy letounů zaparkovaných na stáních lze vidět na obrázcích 39, 40, 41, 42 a 43 kde přístupy k palivovým nádržím jsou červené, k GPU

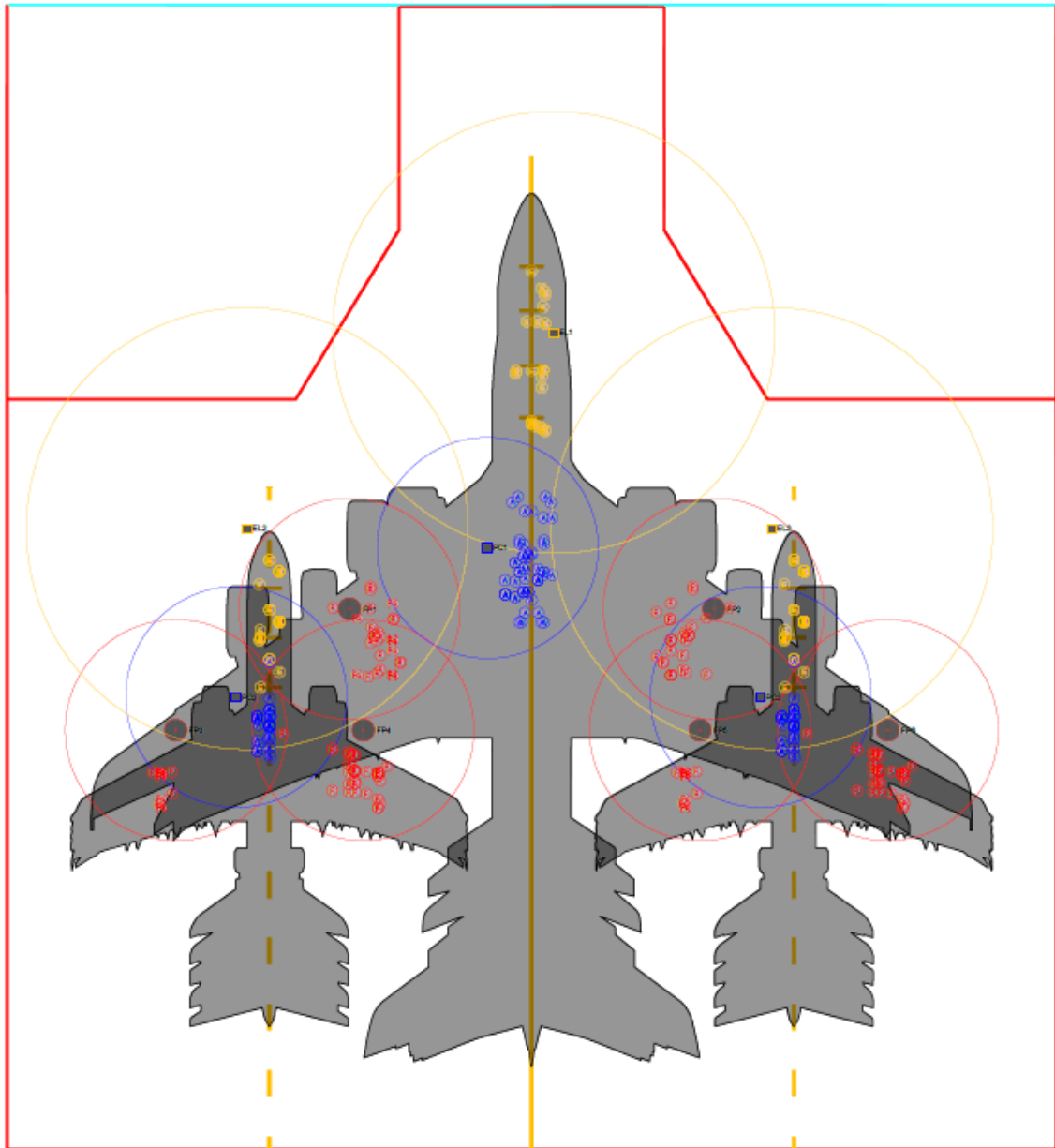
oranžové a k PCA modré. Rádusy jednotlivých typů šachet mají také korespondující barvy. Dosah jednotlivých šachet je 10 metrů pro šachty hydrantového systému pro rozvod LPH a šachet s PCA, a 20 metrů pro šachty s GPU. Kdy v případě šachet pro rozvod LPH a šachet s PCA se jedná o výchozí hodnotu programu AviPLAN, avšak v praxi může být dosah šachet větší. V případě šachet s GPU byla tato hodnota zvětšena s vědomím, že navijákové kabelové systémy GPU se standardně dodávají o délce až 30 metrů.



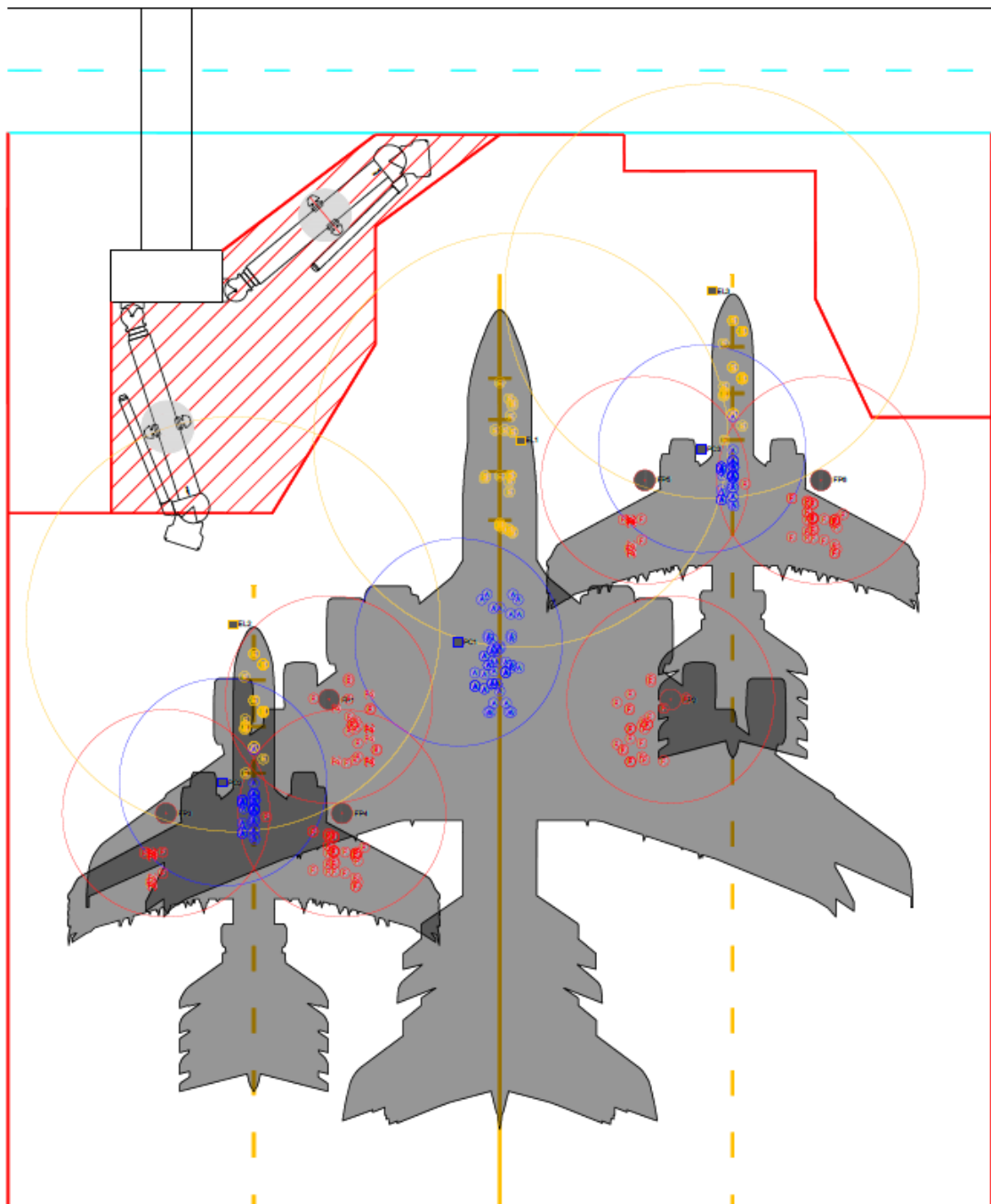
Obrázek 39: Umístění šachet na stání k.p. C/E bez nástupních mostů



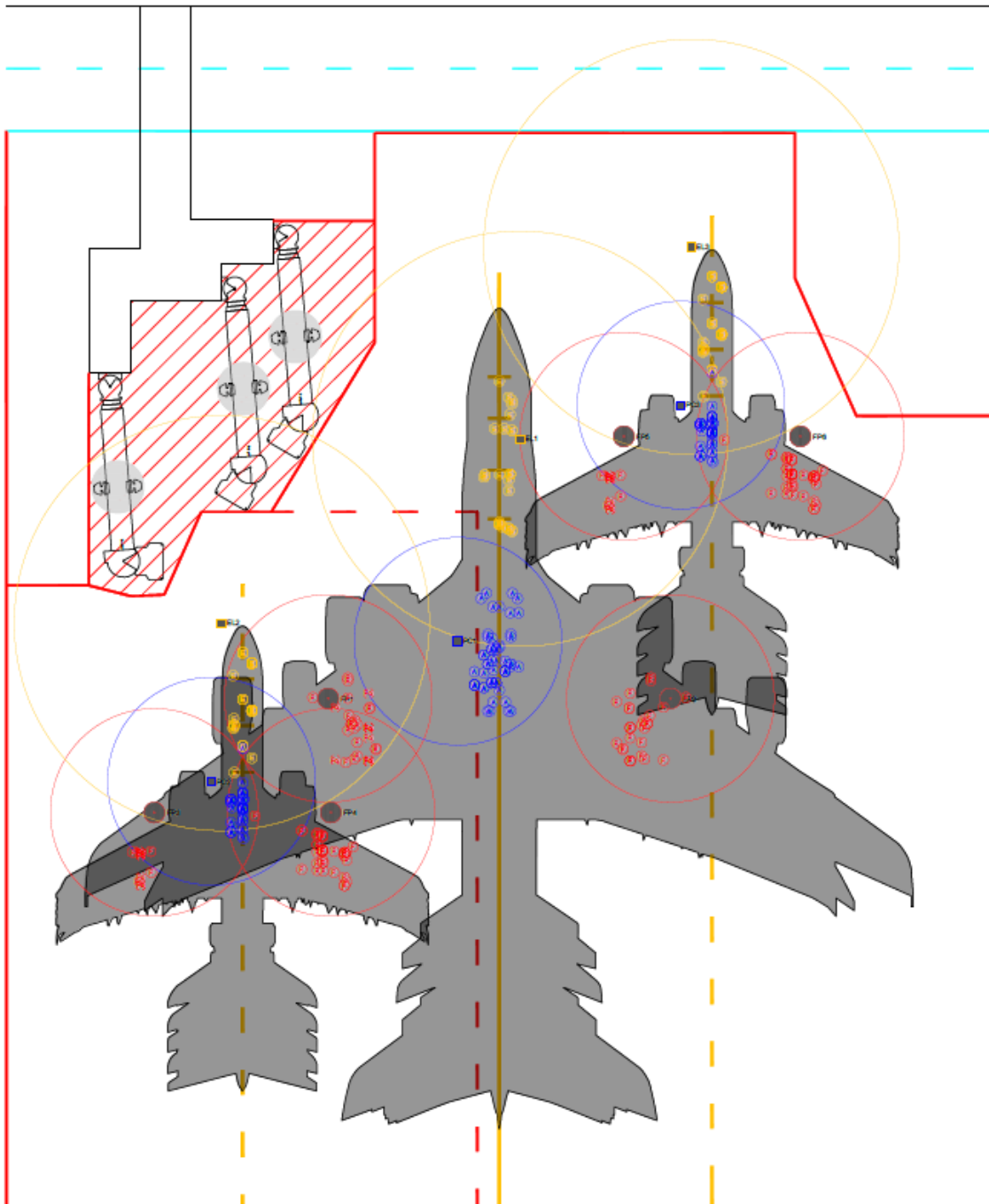
Obrázek 40: Umístění šachet na stání k.p. C/E se dvěma nástupními mosty



Obrázek 41: Umístění šachet na stání k.p. C/F bez nástupních mostů



Obrázek 42: Umístění šachet na stání k.p. C/F se dvěma nástupními mosty



Obrázek 43: Umístění šachet na stání k.p. C/F se třemi nástupními mosty

5.5 Umístění nástupních mostů

Nástupní mosty musí být umístěny tak, aby mohly být použity k odbavení všech letounů, pro které jsou stání určena. Kromě omezeného rozsahu pohybu, tedy minimální a maximální délky mostu a maximálních úhlů pootočení rotundy a kabiny mostu, je důležité při návrhu brát v potaz i sklon mostu po připojení k letounu, který by měl být co



nejmenší. Zároveň je žádoucí umisťovat nástupní mosty tak, aby byl letoun odbavitelný i při jeho případném mírném přejetí přidělené stop příčky. Nástupní mosty mají vyznačenou svojí operační zónu červeným šrafováním z důvodu předcházení konfliktů s prostředky pozemního odbavení. Operační zóny nástupního mostu byly navrhovány tak, aby byl most při zaparkované poloze v operační zóně s tím, že části kabiny kvůli jejich umístění vysoko nad povrchem země přesahovat mohou, pokud nenaruší minimální bezpečné vzdálenosti na stání. Dalším kritériem pro návržení operační zóny byla poloha mostů při přistavení k zaparkovanému letounu tak, aby most nepřesáhl do odstavných ploch pro prostředky pozemního odbavení ani při přejetí letounu za přidělenou stop příčku. Bílé kruhy v operační zóně nástupního mostu značí místo pro podvozek mostu v parkovací poloze.

5.6 Průjezdy pozemních odbavovacích prostředků

Pro ověření prostorových poměrů stání je důležité provést simulaci průjezdů pozemních odbavovacích prostředků okolo zaparkovaného kritického letounu tak, jak by k nim docházelo při typickém odbavování v praxi. V případě stání k.p. C jsou kritické letouny Airbus A321 a Boeing 737 MAX 10, v případě stání k.p. E je kritickým letounem Boeing 777-9 a v případě stání k.p. F je kritickým letounem Airbus A380-800. Rozložení pozemních odbavovacích prostředků při typickém odbavení je uvedeno v manuálech pro plánování letištní infrastruktury (APM) pro jednotlivé typy letounů, ale v praxi se rozložení pozemních odbavovacích prostředků může lišit.

Na obrázcích 44, 45, 46, 47 a 48 jsou letouny Airbus A321neo a Boeing 737 MAX 10 odbavovány:

- Dávkovačem paliva (červená stopa)
- 2x vozidlem cateringu (žlutá stopa)
- Pásovým dopravníkem (zelená stopa)
- Vozidlem servisu toalet (hnědá stopa)
- Cisternou s pitnou vodou (modrá stopa)
- Traktorem se třemi vozíky na přepravu zavazadel (azurová stopa)
- Mobilním schodištěm (jen na stáních, která nejsou vybavena nástupními mosty) (růžová stopa)



Na obrázcích 49 a 50 je letoun Boeing 777-9 odbavován:

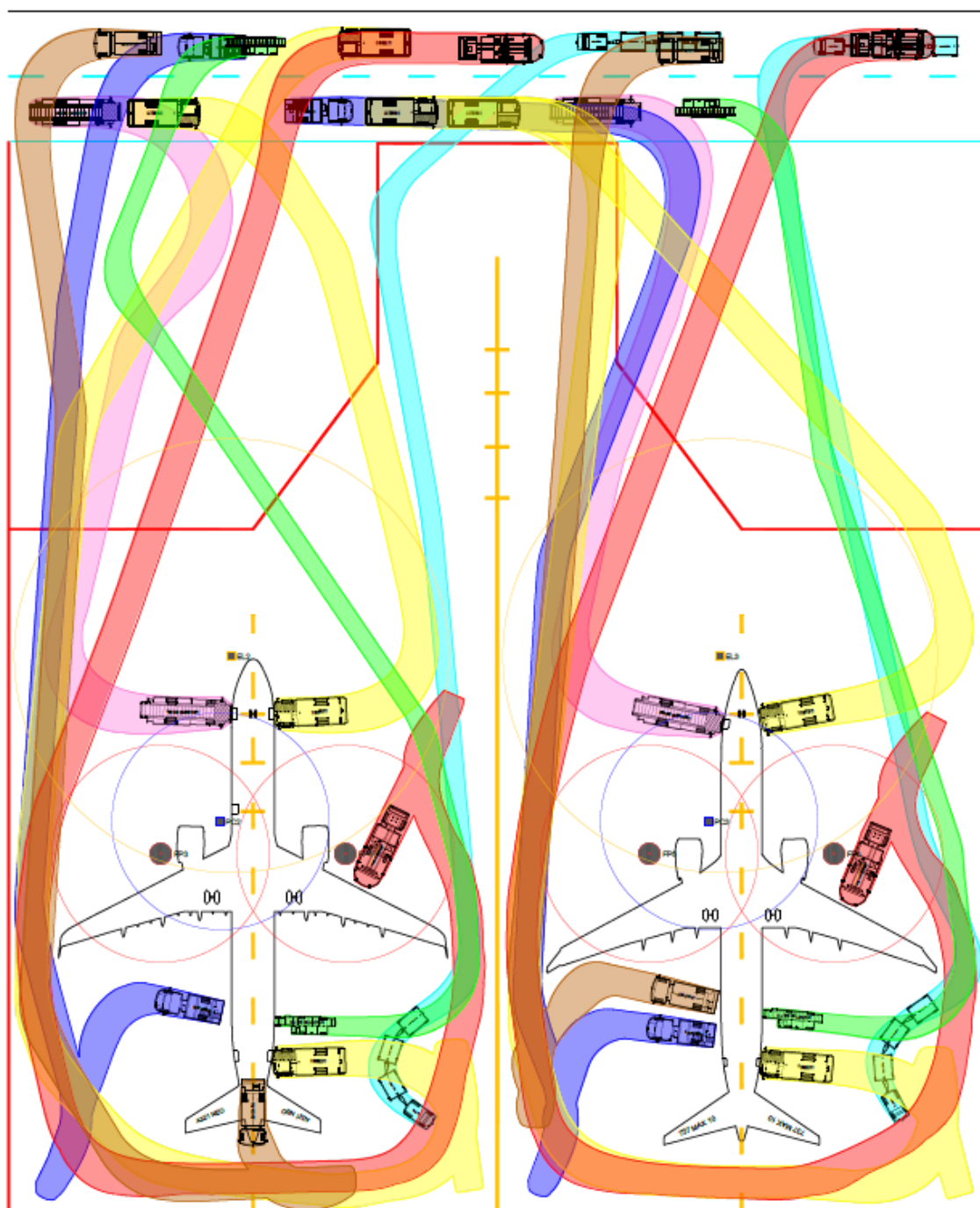
- Dávkovačem paliva (červená stopa)
- 4x vozidlem cateringu (žlutá stopa)
- Pásovým dopravníkem (zelená stopa)
- Vozidlem servisu toalet (hnědá stopa)
- Cisternou s pitnou vodou (modrá stopa)
- 3x traktorem se třemi vozíky na přepravu zavazadel (azurová stopa)
- Vozidlem úklidu kabiny (fialová stopa)
- 2x nakladačem nákladu (šedá stopa)
- Mobilním schodištěm (jen na stání, které není vybavené nástupními mosty) (růžová stopa)

Na obrázku 51 je letoun Airbus A380-800 odbavován:

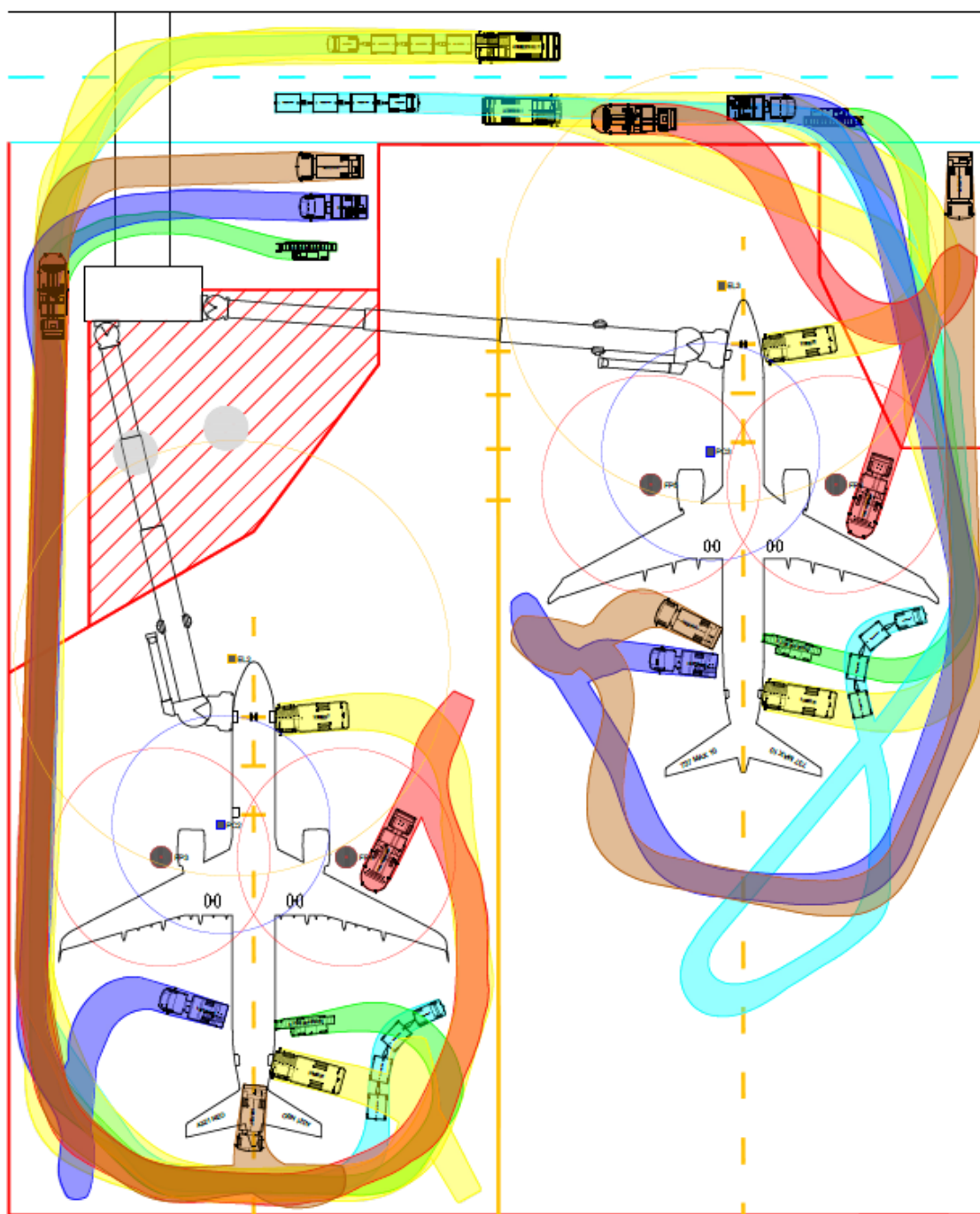
- 2x dávkovačem paliva (červená stopa)
- 3x vozidlem cateringu (žlutá stopa)
- Pásovým dopravníkem (zelená stopa)
- Vozidlem servisu toalet (hnědá stopa)
- Cisternou s pitnou vodou (modrá stopa)
- Traktorem se třemi vozíky na přepravu zavazadel (azurová stopa)
- Vozidlem úklidu kabiny (fialová stopa)
- 2x nakladačem nákladu (šedá stopa)
- 4x mobilním schodištěm (růžová stopa)

Na obrázcích 52 a 53 je letoun Airbus A380-800 odbavován:

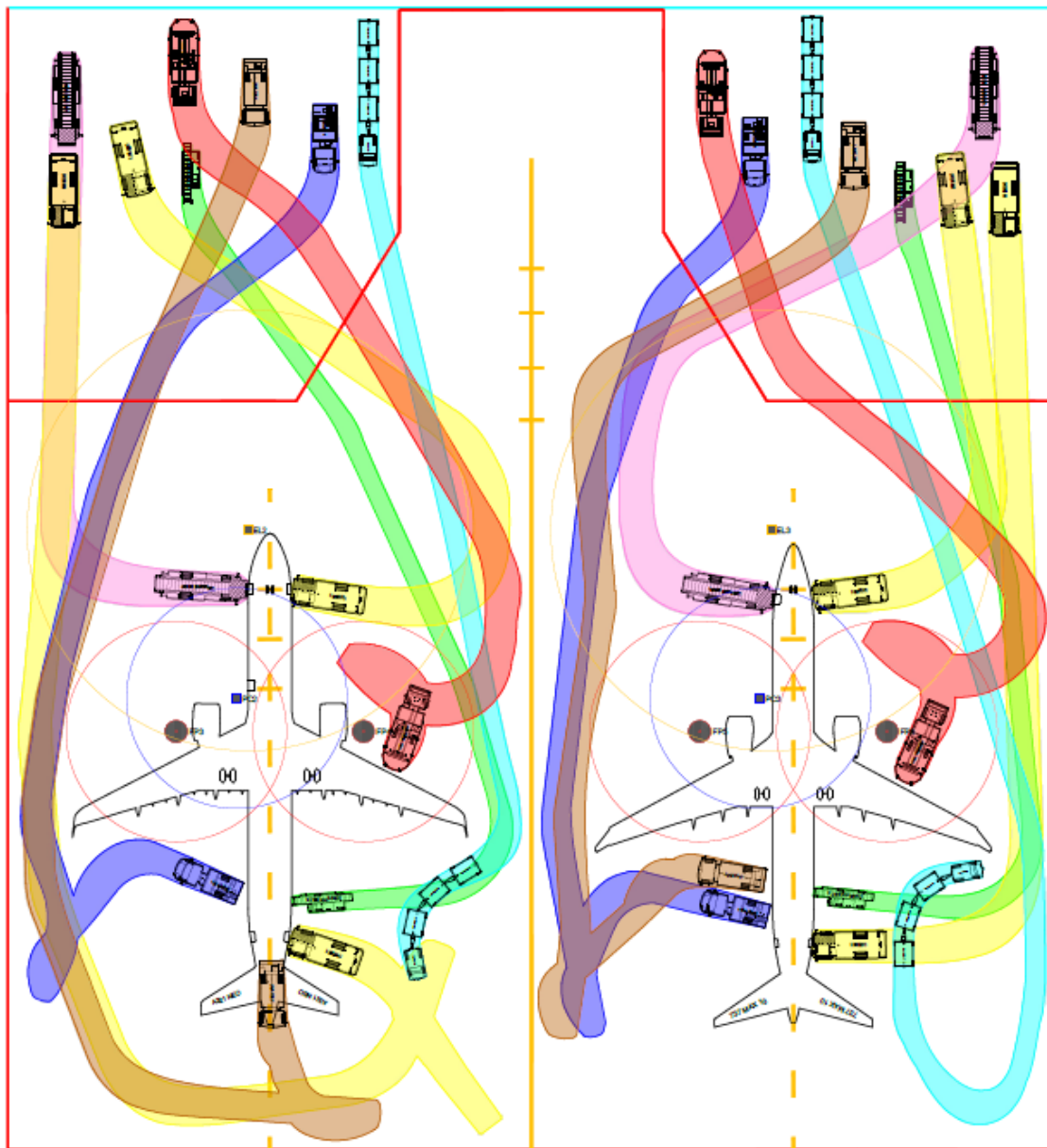
- 2x dávkovačem paliva (červená stopa)
- 4x vozidlem cateringu (žlutá stopa)
- Pásovým dopravníkem (zelená stopa)
- Vozidlem servisu toalet (hnědá stopa)
- Cisternou s pitnou vodou (modrá stopa)
- Traktorem se třemi vozíky na přepravu zavazadel (azurová stopa)
- 2x vozidlem úklidu kabiny (fialová stopa)
- 2x nakladačem nákladu (šedá stopa)



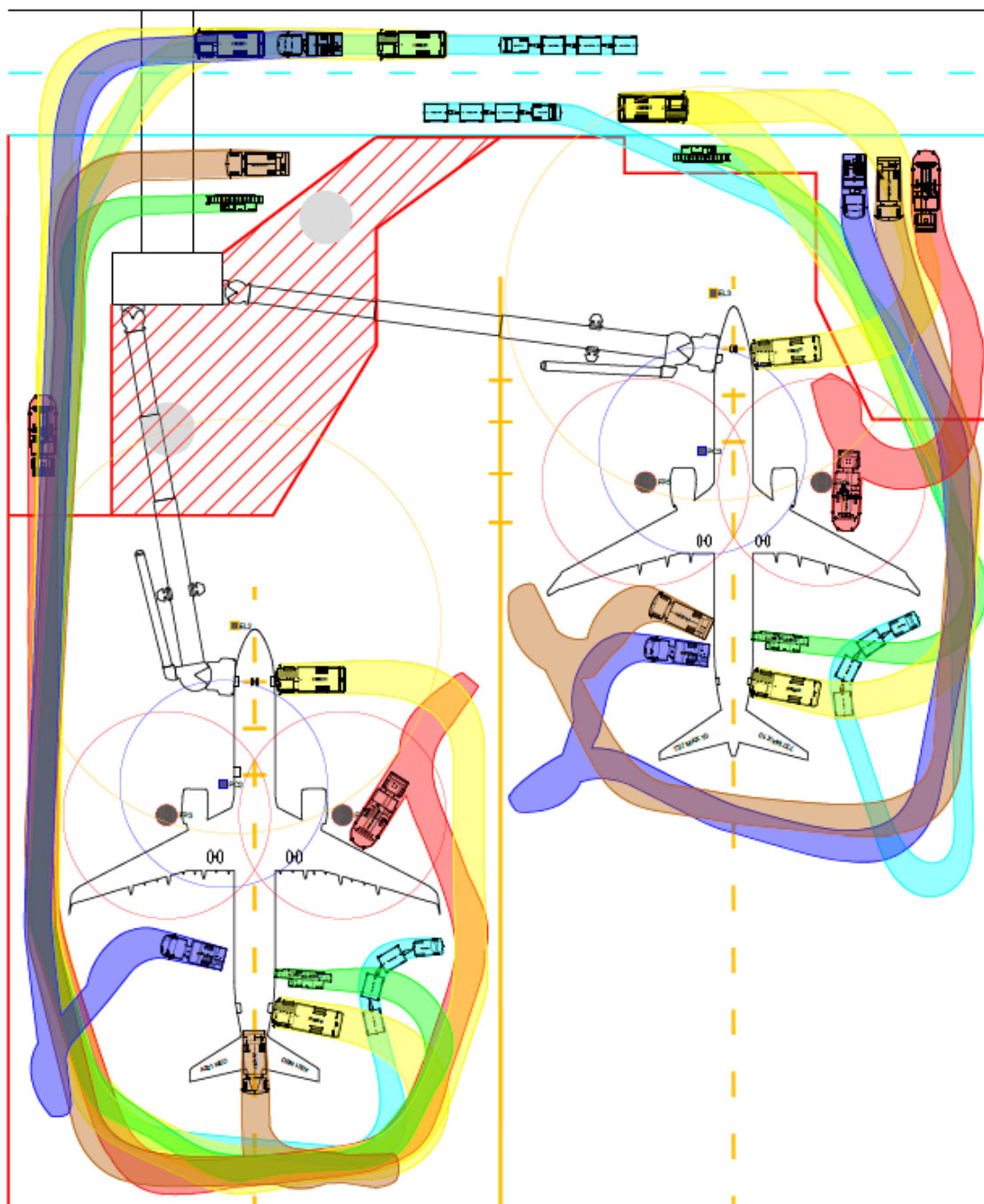
Obrázek 44: Průjezdy pozemních odbavovacích prostředků na stání k.p. C/E bez nástupních mostů kolem letounů A321neo a 737 MAX 10



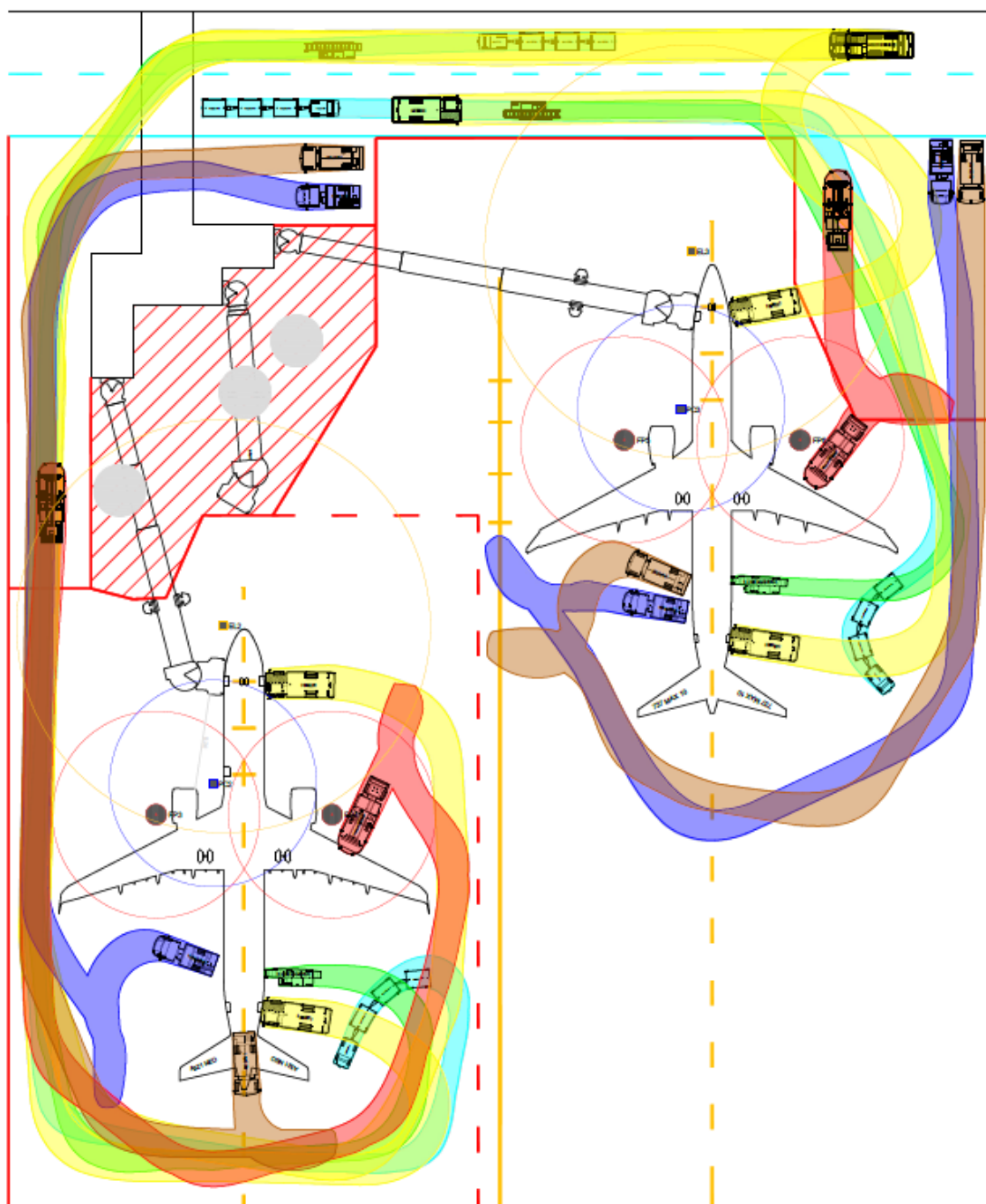
Obrázek 45: Průjezdy pozemních odbavovacích prostředků na stání k.p. C/E se dvěma nástupními mosty kolem letounů A321neo a 737 MAX 10



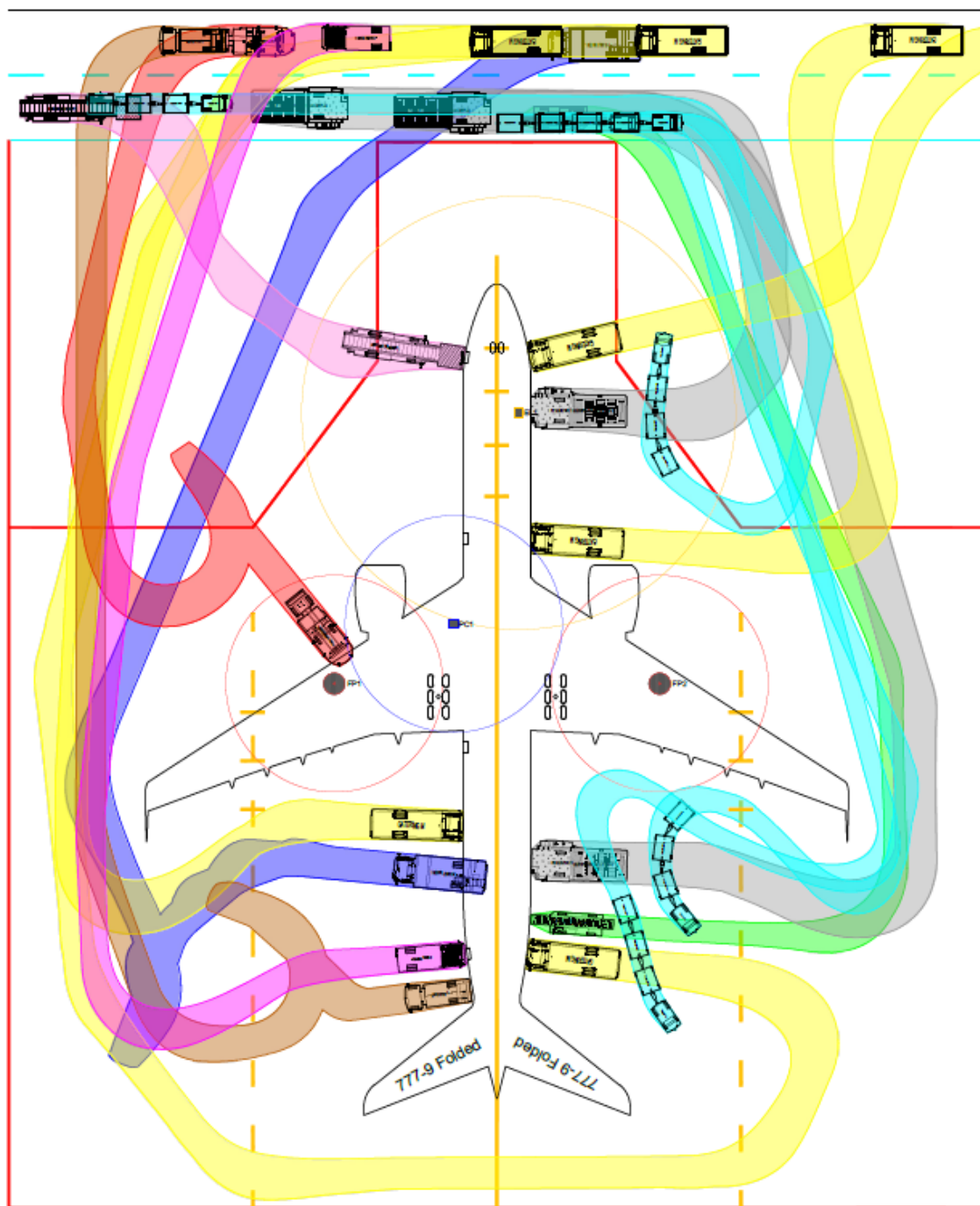
Obrázek 46: Průjezdy pozemních odbavovacích prostředků na stání k.p. C/F bez nástupních mostů kolem letounů A321neo a 737 MAX 10



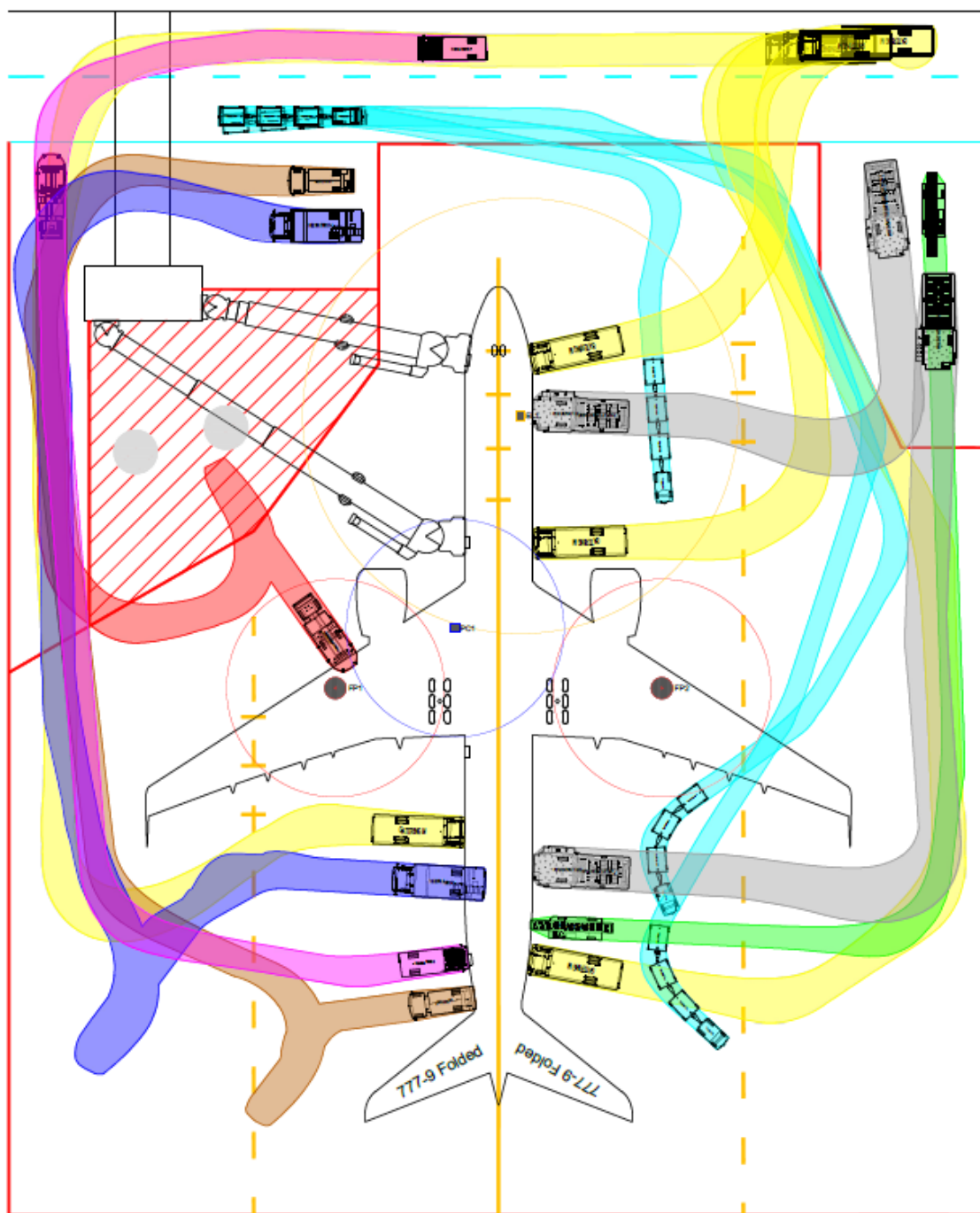
Obrázek 47: Průjezdy pozemních odbavovacích prostředků na stání k.p. C/F se dvěma nástupními mosty kolem letounů A321neo a 737 MAX 10



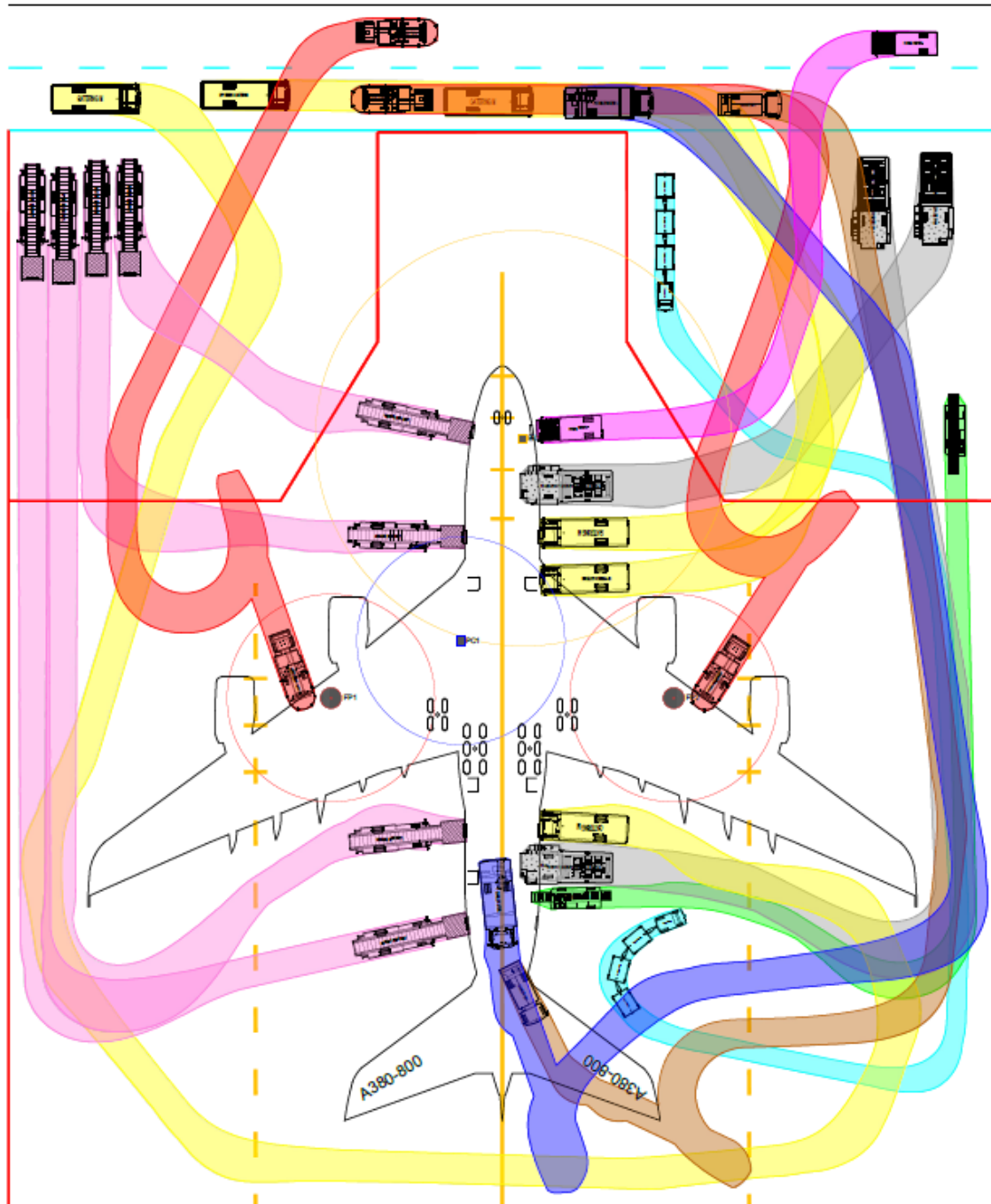
Obrázek 48: Průjezdy pozemních odbavovacích prostředků na stání k.p. C/F se třemi nástupními mosty kolem letounů A321neo a 737 MAX 10



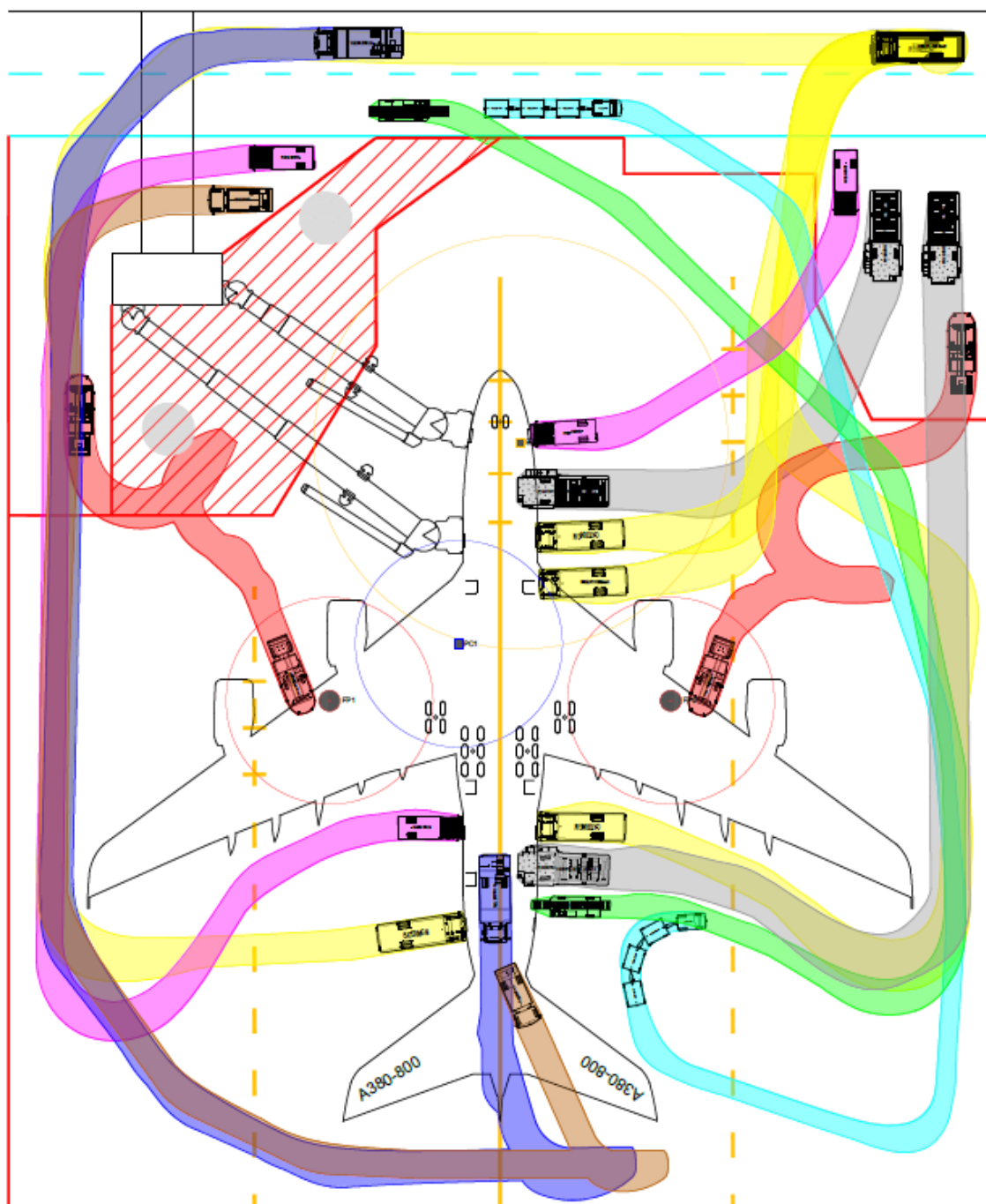
Obrázek 49: Průjezdy pozemních odbavovacích prostředků na stání k.p. C/E bez nástupních mostů kolem letounu 777-9



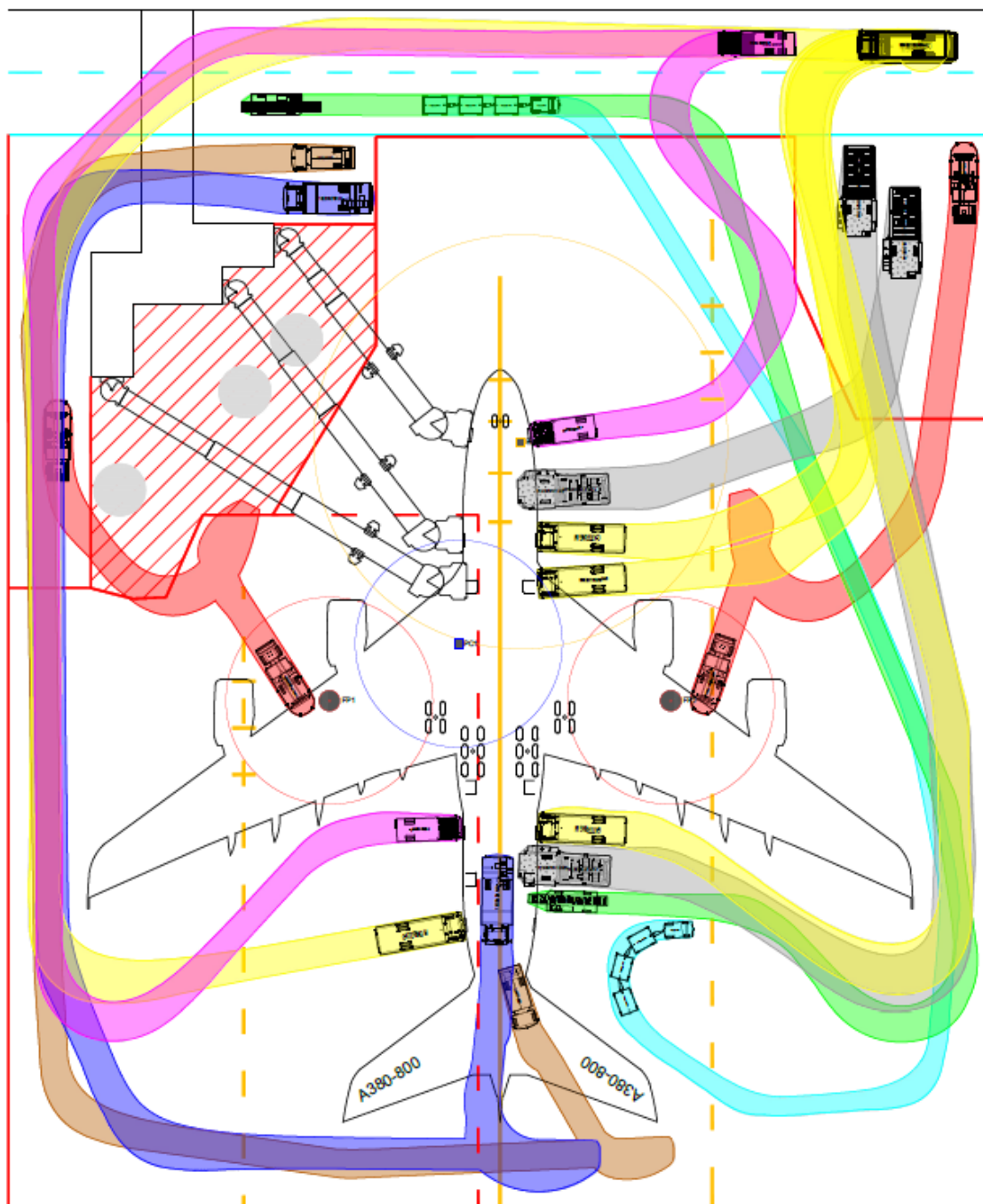
Obrázek 50: Průjezdy pozemních odbavovacích prostředků na stání k.p. C/E se dvěma nástupními mosty kolem letounu 777-9



Obrázek 51: Průjezdy pozemních odbavovacích prostředků na stání k.p. C/F bez nástupních mostů kolem letounu A380-800



Obrázek 52: Průjezdy pozemních odbavovacích prostředků na stání k.p. C/F se dvěma nástupními mosty kolem letounu A380-800



Obrázek 53: Průjezdy pozemních odbavovacích prostředků na stání k.p. C/F se třemi nástupními mosty kolem letounu A380-800

Jak lze vidět na obrázcích 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52 a 53, stání jsou dostatečně prostorná pro využití k odbavení kritických typů letounů.



6 Závěr

Cílem práce bylo navrhnout vzorová nose-in stání typu MARS pro letouny k.p. C/E bez nástupních mostů a se dvěma nástupními mosty a vzorová nose-in stání typu MARS pro letouny k.p. C/F bez nástupních mostů, se dvěma nástupními mosty a se třemi nástupními mosty s umístěním technologií pro odbavení letounů do podzemních šachet. Stání měla být navrhována s ohledem na požadavky předpisů, charakteristik letounů a technické možnosti současných zařízení.

V praktické části byla stání navržena s ohledem na výsledky analýz z teoretické části práce, tedy analýzy předpisových požadavků, analýzy nose-in stání typu MARS na vybraných evropských letištích, analýzy možností umístění infrastruktury pro pozemní odbavení letadel pod zem a analýzy charakteristik letounů, s tím, že se nepodařilo dohledat charakteristiky některých letounů, které by ale na návrhy stání neměly zásadní dopad. Výsledné návrhy jsou kompromisním řešením mezi jednotlivými technickými požadavky, které mají na podobu stání vliv.

Limitace práce vychází přímo ze zadání práce, kdy v průběhu návrhu bylo provedeno několik rozhodnutí, které v kontextu návrhu vzorových stání dávají smysl, ale v praxi by bylo rozhodnuto častokrát jinak, a to na základě kontextu letiště, pro které je stání navrhováno. Letadlová stání jsou v praxi navrhována s omezeními, která na ně klade okolní prostředí, ať už ostatní stání, budovy terminálu, či jiné objekty v okolí.

Práce může sloužit jako vzor pro navržení nose-in MARS stání, s tím, že pro převedení výsledných návrhů do praxe by bylo nutné návrhy modifikovat tak, aby respektovaly realitu zvoleného letiště.



7 Seznam použité literatury

1. *Annex 14: Aerodromes* [online]. Volume I - Aerodrome Design and Operations. 8th edition. Montréal: International Civil Aviation Organization, 2018 [cit. 2022-01-29]. ISBN 978-92-9258-483-2. Dostupné z: <https://www.bazl.admin.ch/bazl/de/home/themen/rechtliche-grundlagen/anhaenge-icao.html>
2. *Convention on International Civil Aviation* [online]. Ninth edition. Montréal: International Civil Aviation Organization, 2006 [cit. 2022-01-29]. ISBN 92-9194-754-7. Dostupné z: https://www.icao.int/publications/Documents/7300_9ed.pdf
3. Letecký předpis letišť: L14. In: *AIM: Letecká informační služba* [online]. Jeneč: Řízení letového provozu, 2009 [cit. 2022-01-29]. Dostupné z: https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-14/data/print/L-14_cely.pdf
4. Certifikační specifikace a poradenský materiál pro návrh letišť (CS ADR-DSN): 5. vydání. In: *Úřad pro civilní letectví* [online]. Praha, 14. 10. 2021 [cit. 2022-01-29]. Dostupné z: https://www.caa.cz/wp-content/uploads/2021/10/Decision_ED_2021_004_RAnnex_CS.pdf?cb=ff2561e353d0503a62a3741365f88ec1
5. *NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) 2018/1139*. In: Brusel, 2018. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R1139&from=CS>
6. *NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 139/2014*. In: Brusel, 2014. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0139&from=EN>
7. *Doc 9157: Aerodrome Design Manual* [online]. Part 1 - Runways. Fourth Edition. Montréal: International Civil Aviation Organization, 2020 [cit. 2022-01-29]. ISBN 978-92-9265-232-6. Dostupné z: <https://www.bazl.admin.ch/bazl/de/home/themen/rechtliche-grundlagen/anhaenge-icao/manuals-zu-icao-annex-14.html>
8. *Doc 9157: Aerodrome Design Manual* [online]. Part 2 - Taxiways, Aprons and Holding Bays. Fifth edition. Montréal: International Civil Aviation Organization, 2020 [cit. 2022-01-29]. ISBN 978-92-9258-864-9. Dostupné z: <https://www.bazl.admin.ch/bazl/de/home/themen/rechtliche-grundlagen/anhaenge-icao/manuals-zu-icao-annex-14.html>



9. *Doc 9157: Aerodrome Design Manual* [online]. Part 4 - Visual Aids. Fourth Edition. Montréal: International Civil Aviation Organization, 2004 [cit. 2022-01-29]. ISBN 92-9194-209-X. Dostupné z: <https://www.bazl.admin.ch/bazl/de/home/themen/rechtliche-grundlagen/anhaenge-icao/manuals-zu-icao-annex-14.html>
10. Letecká informační příručka: LKPR AD-2. In: *AIM: Letecká informační služba* [online]. Jeneč: Řízení letového provozu [cit. 2022-05-14]. Dostupné z: https://aim.rlp.cz/ais_data/www_main_control/frm_cz_aip.htm
11. *Google Earth: LKPR* [online]. Dublin, 2021 [cit. 2022-05-14]. Dostupné z: <https://earth.google.com/web/@50.10631042,14.26670599,359.2974382a,2485.66013453d,35y,64.15419432h,0t,0r>
12. Aeronautical Information Publication: LOWW AD-2. In: *Aeronautical Information Service* [online]. Vienna: Austro Control [cit. 2022-05-14]. Dostupné z: https://eaip.austrocontrol.at/lo/220422/ad_2_loww.htm
13. *Google Earth: LOWW* [online]. Dublin, [2019] [cit. 2022-06-17]. Dostupné z: <https://earth.google.com/web/@48.11707807,16.5645559,174.89235354a,2679.60750466d,35y,0h,0t,0r>
14. Aeronautical Information Publication: EIDW AD-2. In: *Aeronautical Information Service* [online]. Shannon: Irish Aviation Authority [cit. 2022-05-14]. Dostupné z: [http://iaip.iaa.ie/iaip/aip_directory.htm#Part_III_-_Aerodromes_\(AD\)](http://iaip.iaa.ie/iaip/aip_directory.htm#Part_III_-_Aerodromes_(AD))
15. *Google Earth: EIDW* [online]. Dublin, 2020 [cit. 2022-06-18]. Dostupné z: <https://earth.google.com/web/@53.42814781,-6.24494493,69.00618477a,2276.326176d,35y,0h,0t,0r>
16. Aeronautical Information Publication: LEBL AD-2. In: *Aeronautical Information Service* [online]. Madrid: Enaire [cit. 2022-06-22]. Dostupné z: <https://aip.enaire.es/AIP/AIP-en.html>
17. *Google Earth: LEBL* [online]. Dublin, 2020 [cit. 2022-06-22]. Dostupné z: <https://earth.google.com/web/@41.29672579,2.07901951,1.61679992a,5694.62787695d,35y,335.45352494h,0t,0r>



18. Aeronautical Information Publication: ENGM AD-2. In: *Aeronautical Information Service* [online]. Oslo: Avinor [cit. 2022-06-26]. Dostupné z: <https://ais.avinor.no/no/AIP/View/116/2022-07-14-AIRAC/html/index-en-GB.html?target=https%3A//ais.avinor.no/no/AIP/View/116/2022-07-14-AIRAC/html/EN-cover-en-GB.html&menuState=https%3A//ais.avinor.no/no/AIP/View/116/2022-07-14-AIRAC/html/eAIP/EN-menu-en-GB.html?GEN,ENR,AD,AD-2>
19. *Google Earth: ENGM* [online]. Dublin, 2018 [cit. 2022-06-26]. Dostupné z: <https://earth.google.com/web/@60.19169927,11.09823844,204.37434928a,4304.72435295d,35y,0h,0t,0r>
20. Key figures of the four largest aircraft manufacturers worldwide in FY 2020. In: *Statista* [online]. Hamburg, 2021 [cit. 2022-07-02]. Dostupné z: <https://www.statista.com/statistics/269920/key-figures-of-the-four-largest-aircraft-manufacturers/>
21. A220-100: Airport Planning Publication. In: *A220World.airbus.com* [online]. Mirabel: Airbus Canada Limited Partnership, 2022 [cit. 2022-07-02]. Dostupné z: <https://eservices.aero.bombardier.com/wps/wcm/connect/eServices/e9fdbcd5-00e7-4698-84ea-33f56bfa4acd/A220-100APP-Issue030-00-19May2022.PDF?MOD=AJPERES&CVID=o3shmlF&CVID=nEpwj0F&CVID=nEpwj0F&CVID=nDRAzlg&CVID=nDRAzlg&CVID=n1yKojc&CVID=n1yKojc&CVID=n1yKojc&CVID=n1yKojc&CVID=mVHv1V2&CVID=mVHv1V2&CVID=mVHv1V2&CVID=mVHv1V2&CVID=mVHv1V2&CVID=mVHv1V2&CVID=mVHv1V2&CVID=mVHv1V2&CVID=mVHv1V2&CVID=mVHv1V2>
22. A220-300: Airport Planning Publication. In: *A220World.airbus.com* [online]. Mirabel: Airbus Canada Limited Partnership, 2022 [cit. 2022-07-02]. Dostupné z: <https://eservices.aero.bombardier.com/wps/wcm/connect/eServices/a029747e-3160-450c-b125-be66308cbc34/A220-300APP-Issue029-00-19May2022.PDF?MOD=AJPERES&CVID=o3shN8v&CVID=nEpwCZe&CVID=nEpwCZe&CVID=nDRB7Pn&CVID=nDRB7Pn&CVID=ndnlvYh&CVID=n8iXu7i&CVID=n8iXu7i&CVID=n8iXu7i&CVID=mVHwufA&CVID=mVHwufA>
23. A318 AIRCRAFT CHARACTERISTICS: AIRPORT AND MAINTENANCE PLANNING. In: *Airbus Aircraft Characteristics* [online]. Blagnac Cedex: AIRBUS S.A.S. Technical Data Support and Services, 2022 [cit. 2022-07-02]. Dostupné z: https://www.airbus.com/sites/g/files/jlcbta136/files/2022-02/Airbus-techdata-AC_A318_0322.pdf



24. A319 AIRCRAFT CHARACTERISTICS: AIRPORT AND MAINTENANCE PLANNING. In: *Airbus Aircraft Characteristics* [online]. Blagnac Cedex: AIRBUS S.A.S. Technical Data Support and Services, 2022 [cit. 2022-07-02]. Dostupné z: https://www.airbus.com/sites/g/files/jlcbta136/files/2022-02/Airbus-techdata-AC_A319_0322.pdf
25. A320 AIRCRAFT CHARACTERISTICS: AIRPORT AND MAINTENANCE PLANNING. In: *Airbus Aircraft Characteristics* [online]. Blagnac Cedex: AIRBUS S.A.S. Technical Data Support and Services, 2022 [cit. 2022-07-02]. Dostupné z: https://www.airbus.com/sites/g/files/jlcbta136/files/2022-02/Airbus-techdata-AC_A320_0322.pdf
26. A321 AIRCRAFT CHARACTERISTICS: AIRPORT AND MAINTENANCE PLANNING. In: *Airbus Aircraft Characteristics* [online]. Blagnac Cedex: AIRBUS S.A.S. Technical Data Support and Services, 2022 [cit. 2022-07-02]. Dostupné z: https://www.airbus.com/sites/g/files/jlcbta136/files/2022-02/Airbus-techdata-AC_A321_0322.pdf
27. 717-200: Airplane Characteristics for Airport Planning. In: *Boeing: Airport Compatibility* [online]. Chicago: Boeing Commercial Airplanes, 2014 [cit. 2022-07-02]. Dostupné z: <https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/airports/acaps/717.pdf>
28. 727 Airplane Characteristics: Airport Planning. In: *Boeing: Airport Compatibility* [online]. Chicago: Boeing Commercial Airplanes, 2011 [cit. 2022-07-02]. Dostupné z: <https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/airports/acaps/727.pdf>
29. 737 Airplane Characteristics: Airport Planning. In: *Boeing: Airport Compatibility* [online]. Chicago: Boeing Commercial Airplanes, 2021 [cit. 2022-07-02]. Dostupné z: https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/airports/acaps/737NG_REV%20C.pdf
30. 737 MAX Airplane Characteristics: Airport Planning. In: *Boeing: Airport Compatibility* [online]. Chicago: Boeing Commercial Airplanes, 2022 [cit. 2022-07-02]. Dostupné z: https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/airports/acaps/737MAX_RevG.pdf



31. CRJ900: Airport Planning Manual. In: *Customer.aero.bombardier.com* [online]. Toronto: Bombardier Aerospace Commercial Aircraft Customer Support, 2015 [cit. 2022-07-02]. Dostupné z: [https://customer.aero.bombardier.com/webd/BAG/CustSite/BRAD/RACSDocument.nsf/51aae8b2b3bdfd6685256c300045ff31/ec63f8639ff3ab9d85257c1500635bd8/\\$FILE/ATTQF1EY.pdf/CRJ900APMR11.pdf](https://customer.aero.bombardier.com/webd/BAG/CustSite/BRAD/RACSDocument.nsf/51aae8b2b3bdfd6685256c300045ff31/ec63f8639ff3ab9d85257c1500635bd8/$FILE/ATTQF1EY.pdf/CRJ900APMR11.pdf)
32. CRJ1000: Airport Planning Manual. In: *Customer.aero.bombardier.com* [online]. Toronto: Bombardier Aerospace Commercial Aircraft Customer Support, 2015 [cit. 2022-07-02]. Dostupné z: [https://customer.aero.bombardier.com/webd/BAG/CustSite/BRAD/RACSDocument.nsf/51aae8b2b3bdfd6685256c300045ff31/ec63f8639ff3ab9d85257c1500635bd8/\\$FILE/ATT82VLY.pdf/CRJ1000APMR8.pdf](https://customer.aero.bombardier.com/webd/BAG/CustSite/BRAD/RACSDocument.nsf/51aae8b2b3bdfd6685256c300045ff31/ec63f8639ff3ab9d85257c1500635bd8/$FILE/ATT82VLY.pdf/CRJ1000APMR8.pdf)
33. Q100: Airport Planning Manual. In: *Customer.aero.bombardier.com* [online]. Downsview, Ontario: Bombardier Aerospace Regional Aircraft Airline Services, c1999 [cit. 2022-07-02]. Dostupné z: [https://customer.aero.bombardier.com/webd/BAG/CustSite/BRAD/RACSDocument.nsf/51aae8b2b3bdfd6685256c300045ff31/ec63f8639ff3ab9d85257c1500635bd8/\\$FILE/ATT19ELL.pdf/D8100-APM.pdf](https://customer.aero.bombardier.com/webd/BAG/CustSite/BRAD/RACSDocument.nsf/51aae8b2b3bdfd6685256c300045ff31/ec63f8639ff3ab9d85257c1500635bd8/$FILE/ATT19ELL.pdf/D8100-APM.pdf)
34. Q200: Airport Planning Manual. In: *Customer.aero.bombardier.com* [online]. Downsview, Ontario: Bombardier Aerospace Regional Aircraft Airline Services, c2000 [cit. 2022-07-02]. Dostupné z: [https://customer.aero.bombardier.com/webd/BAG/CustSite/BRAD/RACSDocument.nsf/51aae8b2b3bdfd6685256c300045ff31/ec63f8639ff3ab9d85257c1500635bd8/\\$FILE/ATTYXCO6.pdf/D8200-APM.pdf](https://customer.aero.bombardier.com/webd/BAG/CustSite/BRAD/RACSDocument.nsf/51aae8b2b3bdfd6685256c300045ff31/ec63f8639ff3ab9d85257c1500635bd8/$FILE/ATTYXCO6.pdf/D8200-APM.pdf)
35. Q300: Airport Planning Manual. In: *Customer.aero.bombardier.com* [online]. Downsview, Ontario: Bombardier Aerospace Regional Aircraft Airline Services, c2001 [cit. 2022-07-02]. Dostupné z: [https://customer.aero.bombardier.com/webd/BAG/CustSite/BRAD/RACSDocument.nsf/51aae8b2b3bdfd6685256c300045ff31/ec63f8639ff3ab9d85257c1500635bd8/\\$FILE/ATT3MP36.pdf/D8300-APM.pdf](https://customer.aero.bombardier.com/webd/BAG/CustSite/BRAD/RACSDocument.nsf/51aae8b2b3bdfd6685256c300045ff31/ec63f8639ff3ab9d85257c1500635bd8/$FILE/ATT3MP36.pdf/D8300-APM.pdf)



36. Q400: Airport Planning Manual. In: *Customer.aero.bombardier.com* [online]. Downsview, Ontario: Bombardier Aerospace Commercial Aircraft Customer Support, 2014 [cit. 2022-07-02]. Dostupné z: [https://customer.aero.bombardier.com/webd/BAG/CustSite/BRAD/RACSDocument.nsf/51aae8b2b3bfd6685256c300045ff31/ec63f8639ff3ab9d85257c1500635bd8/\\$FILE/ATTNBEOB.pdf/D8400-APM.pdf](https://customer.aero.bombardier.com/webd/BAG/CustSite/BRAD/RACSDocument.nsf/51aae8b2b3bfd6685256c300045ff31/ec63f8639ff3ab9d85257c1500635bd8/$FILE/ATTNBEOB.pdf/D8400-APM.pdf)
37. E170: Airport Planning Manual. In: *Embraer-Documents* [online]. São José Dos Campos, São Paulo: Embraer S.A., 2015 [cit. 2022-07-02]. Dostupné z: https://www.embraercommercialaviation.com/wp-admin/admin-ajax.php?juwpfisadmin=false&action=wpfd&task=file.download&wpfd_category_id=51&wpfd_file_id=3582&token=21a7eb8f92620f274fcf2d3e57fadebd&preview=1
38. E175: Airport Planning Manual. In: *Embraer-Documents* [online]. São José Dos Campos, São Paulo: Embraer S.A., 2015 [cit. 2022-07-02]. Dostupné z: https://www.embraercommercialaviation.com/wp-admin/admin-ajax.php?juwpfisadmin=false&action=wpfd&task=file.download&wpfd_category_id=51&wpfd_file_id=3581&token=21a7eb8f92620f274fcf2d3e57fadebd&preview=1
39. E190: Airport Planning Manual. In: *FLYEMBRAER* [online]. São José Dos Campos, São Paulo: Embraer S.A., 2021 [cit. 2022-07-02]. Dostupné z: https://www.flyembraer.com/irj/go/km/docs/download_center/Anonymous/Ergonomia/Home%20Page/Documents/APM_190.pdf
40. E195: Airport Planning Manual. In: *Embraer-Documents* [online]. São José Dos Campos, São Paulo: Embraer S.A., 2015 [cit. 2022-07-02]. Dostupné z: https://www.embraercommercialaviation.com/wp-admin/admin-ajax.php?juwpfisadmin=false&action=wpfd&task=file.download&wpfd_category_id=51&wpfd_file_id=3583&token=21a7eb8f92620f274fcf2d3e57fadebd&preview=1
41. E-JETS E2: Airport Planning Manual. In: *FLYEMBRAER* [online]. São José Dos Campos, São Paulo: Embraer S.A., 2021 [cit. 2022-07-02]. Dostupné z: https://www.flyembraer.com/irj/go/km/docs/download_center/Anonymous/Ergonomia/Home%20Page/Documents/APM_E-JetsE2.PDF



42. A300: Airplane Characteristics for Airport Planning. In: *Airbus Aircraft Characteristics* [online]. Blagnac Cedex: AIRBUS S.A.S. Technical Data Support and Services, 2009 [cit. 2022-07-04]. Dostupné z: <https://www.airbus.com/sites/g/files/jlcbta136/files/2021-11/Airbus-Commercial-Aircraft-AC-A300-Dec-2009.pdf>
43. A300-600: Airplane Characteristics for Airport Planning. In: *Airbus Aircraft Characteristics* [online]. Blagnac Cedex: AIRBUS S.A.S. Technical Data Support and Services, 2009 [cit. 2022-07-04]. Dostupné z: <https://www.airbus.com/sites/g/files/jlcbta136/files/2021-11/Airbus-Commercial-Aircraft-AC-A300-600-Dec-2009.pdf>
44. A310: Airplane Characteristics for Airport Planning. In: *Airbus Aircraft Characteristics* [online]. Blagnac Cedex: AIRBUS S.A.S. Technical Data Support and Services, 2009 [cit. 2022-07-04]. Dostupné z: <https://www.airbus.com/sites/g/files/jlcbta136/files/2021-11/Airbus-Commercial-Aircraft-AC-A310-Dec-2009.pdf>
45. 707 Airplane Characteristics: Airport Planning. In: *Boeing: Airport Compatibility* [online]. Chicago: Boeing Commercial Airplanes, 2011 [cit. 2022-07-04]. Dostupné z: <https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/airports/acaps/707.pdf>
46. 720 Airplane Characteristics: Airport Planning. In: *Boeing: Airport Compatibility* [online]. Chicago: Boeing Commercial Airplanes, 2011 [cit. 2022-07-04]. Dostupné z: <https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/airports/acaps/720.pdf>
47. 757-200/300 Airplane Characteristics: Airport Planning. In: *Boeing: Airport Compatibility* [online]. Chicago: Boeing Commercial Airplanes, 2011 [cit. 2022-07-04]. Dostupné z: https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/airports/acaps/757_23.pdf
48. 767 Airplane Characteristics: Airport Planning. In: *Boeing: Airport Compatibility* [online]. Chicago: Boeing Commercial Airplanes, 2021 [cit. 2022-07-04]. Dostupné z: https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/airports/acaps/767_REV_1.pdf



49. A330 AIRCRAFT CHARACTERISTICS: AIRPORT AND MAINTENANCE PLANNING. In: *Airbus Aircraft Characteristics* [online]. Blagnac Cedex: AIRBUS S.A.S. Technical Data Support and Services, 2021 [cit. 2022-07-05]. Dostupné z: <https://www.airbus.com/sites/g/files/jlcbta136/files/2021-11/Airbus-Commercial-Aircraft-AC-A330.pdf>
50. A340-200/300 AIRCRAFT CHARACTERISTICS: AIRPORT AND MAINTENANCE PLANNING. In: *Airbus Aircraft Characteristics* [online]. Blagnac Cedex: AIRBUS S.A.S. Technical Data Support and Services, 2021 [cit. 2022-07-05]. Dostupné z: <https://www.airbus.com/sites/g/files/jlcbta136/files/2021-11/Airbus-Commercial-Aircraft-AC-A340-200-300.pdf>
51. A340-500/600 AIRCRAFT CHARACTERISTICS: AIRPORT AND MAINTENANCE PLANNING. In: *Airbus Aircraft Characteristics* [online]. Blagnac Cedex: AIRBUS S.A.S. Technical Data Support and Services, 2021 [cit. 2022-07-05]. Dostupné z: https://www.airbus.com/sites/g/files/jlcbta136/files/2021-11/Airbus-Commercial-Aircraft-AC-A340-500_600.pdf
52. A350 AIRCRAFT CHARACTERISTICS: AIRPORT AND MAINTENANCE PLANNING. In: *Airbus Aircraft Characteristics* [online]. Blagnac Cedex: AIRBUS S.A.S. Technical Data Support and Services, 2022 [cit. 2022-07-05]. Dostupné z: <https://www.airbus.com/sites/g/files/jlcbta136/files/2022-05/Airbus-Commercial-Aircraft-AC-A350-900-1000.pdf>
53. 747 Airplane Characteristics: Airport Planning. In: *Boeing: Airport Compatibility* [online]. Chicago: Boeing Commercial Airplanes, 2011 [cit. 2022-07-05]. Dostupné z: https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/airports/acaps/747_123sp.pdf
54. 747-400 Airplane Characteristics: Airport Planning. In: *Boeing: Airport Compatibility* [online]. Chicago: Boeing Commercial Airplanes, 2011 [cit. 2022-07-05]. Dostupné z: https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/airports/acaps/747_4.pdf
55. 777-200/300 Airplane Characteristics: Airport Planning. In: *Boeing: Airport Compatibility* [online]. Chicago: Boeing Commercial Airplanes, 2010 [cit. 2022-07-05]. Dostupné z: https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/airports/acaps/777_23.pdf)



56. 777-200LR/300ER/Freighter Airplane Characteristics: Airport Planning. In: *Boeing: Airport Compatibility* [online]. Chicago: Boeing Commercial Airplanes, 2015 [cit. 2022-07-05]. Dostupné z: https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/airports/acaps/77_2lr3er.pdf
57. 777X Airport Compatibility Brochure. In: *Boeing: Airport Compatibility* [online]. Chicago: Boeing Commercial Airplanes - Airport Compatibility Engineering, 2015 [cit. 2022-07-05]. Dostupné z: https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/airports/acaps/77_7Xbrochure.pdf
58. 777-9 Airplane Characteristics: Airport Planning. In: *Boeing: Airport Compatibility* [online]. Chicago: Boeing Commercial Airplanes, 2022 [cit. 2022-07-05]. Dostupné z: https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/airports/acaps/77_7X_RevD.pdf
59. 787 Airplane Characteristics: Airport Planning. In: *Boeing: Airport Compatibility* [online]. Chicago: Boeing Commercial Airplanes, 2021 [cit. 2022-07-05]. Dostupné z: https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/airports/acaps/78_7.pdf
60. A380 AIRCRAFT CHARACTERISTICS: AIRPORT AND MAINTENANCE PLANNING. In: *Airbus Aircraft Characteristics* [online]. Blagnac Cedex: AIRBUS S.A.S. Technical Data Support and Services, 2020 [cit. 2022-07-06]. Dostupné z: <https://www.airbus.com/sites/g/files/jlcbta136/files/2021-11/Airbus-Aircraft-AC-A380.pdf>
61. 747-8 Airplane Characteristics: Airport Planning. In: *Boeing: Airport Compatibility* [online]. Chicago: Boeing Commercial Airplanes, 2012 [cit. 2022-07-06]. Dostupné z: https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/airports/acaps/74_7_8.pdf
62. Aviation Fuels: Technical Review. In: *Chevron - Media Relations* [online]. San Ramon, USA: Chevron Products Company, c2007 [cit. 2022-07-10]. Dostupné z: <https://www.chevron.com/-/media/chevron/operations/documents/aviation-tech-review.pdf>



63. BOYCE, John. HYDRANT SYSTEMS: Deciding to install is a matter of cost/benefit; fuel management becomes easier; technology advances. In: *Aviation Pros* [online]. Nashville: Endeavor Business Media, 1999 [cit. 2022-07-10]. Dostupné z: <https://www.aviationpros.com/home/article/10388735/hydrant-systems>
64. *Dabico* [online]. Dubai: Dabico Airport Solutions, c2022 [cit. 2022-07-10]. Dostupné z: <https://www.dabico.com>
65. *Hansaconsult* [online]. Reinbek: hansaconsult Ingenieurgesellschaft, c2022 [cit. 2022-07-10]. Dostupné z: <https://www.hansaconsult.com>
66. *AFDN* [online]. Villiers-Sous-Grez: Airport Fluid Distribution Networks, c2022 [cit. 2022-07-10]. Dostupné z: <https://www.af-dn.com>
67. *Shell Global: Engineering Services* [online]. The Hague: Shell International, c2022 [cit. 2022-07-10]. Dostupné z: <https://www.shell.com/business-customers/aviation/aviation-consultancy-services/technical-products-and-services/engineering-services.html>
68. *Air BP* [online]. Sunbury on Thames: BP, c2022 [cit. 2022-07-10]. Dostupné z: <https://www.bp.com/en/global/air-bp.html>
69. *Pre-conditioned Air Systeme PCA: Inox Steel Technology* [online]. Gwatt, Switzerland: IST-Edelstahl-Anlagenbau, c2022 [cit. 2022-07-10]. Dostupné z: <https://www.istinox.ch/en/products/airport-systems/>
70. *ITW GSE: Ground Power Units, Pre-Conditioned Air Units, Cables & Hoses* [online]. Odense: ITW GSE ApS, c2022 [cit. 2022-07-10]. Dostupné z: <https://itwgse.com/>
71. *Hitzinger* [online]. Linz: Hitzinger Electric Power, c2022 [cit. 2022-07-10]. Dostupné z: <https://www.hitzinger.at/en/airport-equipment/>
72. *ElectroAir Ground Power Units: Manufacturer and worldwide supplier of ground power units* [online]. Tallinn: ElectroAir Ground Power Units, c2022 [cit. 2022-07-10]. Dostupné z: <https://electroair.eu/web/>
73. *Dynell: The power league* [online]. Mistelbach bei Wels, Buchkirchen, Austria: Dynell, c2022 [cit. 2022-07-10]. Dostupné z: <https://www.dynell.at/>
74. *ADELTE: The Boarding Company* [online]. Barcelona: ADELTE Group, c2022 [cit. 2022-07-10]. Dostupné z: <https://www.adelte.com/>