



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

ŠIMON JELÍNEK

NÁVRH MODELOVÝCH STÁNÍ LETADEL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2019

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

d ě k a n

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



K621 **Ústav letecké dopravy**

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Šimon Jelínek

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – LED – Letecká doprava

Název tématu (česky): **Návrh modelových stání letadel**

Název tématu (anglicky): Desing of Model Aircraft Stands

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Předpisová základna
- Evropský a světový přístup k návrhu stání letadel
- Prostorové nároky pro technické odbavení letounu
- Návrh modelových stání



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: ICAO Annex 14
EASA CS-ADR-DSN
ICAO Aerodrome Desing Manual

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Jakub Kraus, Ph.D.**
Ing. Petr Líkař

Datum zadání bakalářské práce: **20. října 2017**
(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: **26. srpna 2019**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

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



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

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

Simon Jelínek
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 3. prosince 2018

Poděkování

Rád bych na tomto místě poděkoval zejména vedoucímu projektu panu Ing. Petru Líkařovi za odborné vedení, cenné rady a poznámky k jejímu vypracování. Dále bych chtěl poděkovat Letišti Praha za možnost studia jednotlivých prvků letadlového stání. Fakultě Dopravní za poskytnutí profesionálního softwaru pro návrh letišť. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině, blízkým a kolegům za trpělivost a podporu v průběhu studia

Prohlášení

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

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

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

V Praze dne 26. srpna 2019


Simon Jelínek
jméno a podpis studenta

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ

NÁVRH MODELOVÝCH STÁNÍ LETADEL

Bakalářská práce

Šimon Jelínek

ABSTRAKT

Předmětem bakalářské práce *Návrh modelových stání letadel* je popsat způsob návrhu letadlových stání pro letadla kódového písmena C (např. Airbus A320 Family, Boeing 737 Family), dále kategorie E (Boeing 747-400, Boeing 777-300) a kategorie F (Airbus A380, B748). Práce je rozdělená na teoretickou a praktickou část. Teoretická část se věnuje předpisům, přístupu a procesům na letadlovém stání. Praktická část poté přistupuje zvlášť ke každé kategorii a popisuje tři možné varianty návrhu stání.

Klíčová slova: bezpečnost, letadlové stání, letiště, letouny, návrh, odbavovací plocha

ABSTRACT

The aim of the bachelor thesis *Design of aircraft model stands* is to describe the design of aircraft stands for aircraft of code letter C (eg Airbus A320 Family, Boeing 737 Family), code letter E (Boeing 747-400, Boeing 777-300) and code letter F (Airbus A380, B748). The thesis is divided into the theoretical and the practical part. The theoretical part is devoted to regulations, approach and processes on aircraft stand. The practical part then treats each category separately and describes three possible variants of aircraft stands design.

Keywords: safety, aircraft stand, airport, aircraft, design, apron

Obsah

Obsah	5
1 Úvod.....	7
1.1 Předpisová základna.....	8
1.2 Mezinárodní předpisová základna.....	8
1.3 Evropská předpisová základna	10
1.4 Národní předpisová základna	10
2 Světový a evropský přístup v návrhu letadlových stání.....	11
2.1 Velikost letiště.....	11
2.2 Vizuální ohraničení stání.....	12
2.3 Obslužná komunikace.....	14
2.4 Pozemní zdroje.....	16
2.5 Společnosti	17
3 Prostorové nároky letadlového stání.....	18
3.1 Technické odbavení.....	18
3.2 Nakládka a vykládka zavazadel	19
3.3 Plnění letadla provozními kapalinami	20
3.4 Kabinový servis.....	21
3.5 Bezpečnostní nároky na technické odbavení	22
3.6 Nehody vzniklé technickými prostředky	24
3.7 Cestující.....	24
4 Návrh modelového stání.....	26
4.1 Postup návrhu	27
4.2 Modelové stání – kategorie C	27
4.2.1 Kategorie C – minimální varianta.....	28
4.2.2 Kategorie C – maximální varianta.....	31
4.2.3 Kategorie C – optimální varianta	35
4.2.4 Kategorie C – další možné varianty.....	37
4.3 Modelové stání – kategorie E.....	38

4.3.1 Kategorie E – minimální varianta.....	39
4.3.2 Kategorie E – maximální varianta.....	41
4.3.3 Kategorie E – optimální varianta.....	43
4.4 Modelové stání – kategorie F.....	44
4.4.1 Kategorie F – minimální varianta.....	45
4.4.2 Kategorie F – optimální varianta.....	47
4.4.3 Kategorie F – systém s více odbavovacími plochami	48
5 Závěr.....	52
Tabulka použitých rozměrů značení na odbavovací	54
Tabulka bezpečnostních odstupů na komunikacích.....	54
Seznam použitých zdrojů	55
Seznam obrázků	59
Seznam tabulek.....	60
Seznam příloh	60

1 Úvod

Letectví je jedním z nejrychleji se rozvíjejících dopravních systémů na světě. Za rok 2017 bylo přepraveno více než 4,1 miliardy cestujících [1]. Tento zájem však přináší zvýšené nároky na kapacitu letišť. Když pomineme dráhový systém a systém pojezdových drah, další oblastí jsou odbavovací plochy a stání letadel. Bezpečnost, rychlost a plynulost odbavení jsou nutné pro zkrácení dob průletů jednotlivých linek.

Jak roste provoz, stoupá počet přepravených cestujících. Mnohá letiště jsou již nyní na hranici své kapacity. Proto přistupují k rozšíření a budují nové terminály společně se stáními pro letadla. Avšak pro letadlová stání neexistuje ucelený manuál jak v případě jeho návrhu postupovat.

V souvislosti s tímto přístupem bylo zvoleno zadání této bakalářské práce. Předmětem této práce je popsat způsob návrhu modelových stání dopravních letadel kódového písmena C (např. Airbus A320 Family, Boeing 737 Family), dále kategorie E (Boeing 747-400, Boeing 777-300) a F (Airbus A380, B748), které je možné aplikovat na kterékoli letiště. Součástí této práce není návrh stání z hlediska únosnosti plochy ACN-PCN, taktéž nejsou součástí ekonomické ukazatele (investice a návratnost). Jelikož se jedná o poměrně náročný proces, je nutné se nejprve seznámit s předpisy, světovým a evropským přístupem k návrhu letadlových stání a s prostorovými nároky jednotlivých procesů na letadlovém stání. Práce je koncipována do těchto kapitol:

První kapitola se věnuje předpisové základně, kterou se řídí jednotlivé modelové návrhy. Zde se porovnávají mezinárodní předpisy s evropskými a národními. V následující kapitole se na základě získaných dat analyzuje přístup jak evropských států, tak světových států k návrhu letadlových stání. Ve třetí kapitole jsou rozebrány jednotlivé úkony technického odbavení letounu, bezpečnosti, nehod a vlivu pohybu cestujících po ploše letadlového stání. Poslední kapitola je věnována návrhu jednotlivých variant letadlových stání. Pro každou kategorii letadel jsou zde popsány tři varianty návrhu.

Téma této bakalářské práce bylo vybráno s ohledem na autorův zájem o letectví společně skloubeného s projektováním ve 2D a s možností budoucího uplatnění v této oblasti letecké dopravy. Společně s plánovaným rozšiřováním letiště Václava Havla Praha bylo toto téma zajímavou volbou.

1.1 Předpisová základna

S rozvojem letecké dopravy v minulém století dochází také ke změnám v pojetí odbavovací plochy. Zpočátku se jednalo o travnatou plochu v blízkosti hangárů a ostatních letištních budov, kde bylo potřeba zajistit výstup a nástup cestujících, nakládku či vykládku nákladu a další činnosti spojené s pozemním provozem letadla. V průběhu let však začala být letadla větší a také mít vyšší hmotnost. S tím rostl nárok na zpevněné odbavovací plochy, které měly povrch nejčastěji z betonu, případně z asfaltu.

Je třeba upřesnit také rozdíly mezi různými typy odbavovacích ploch, na kterých se letadlová stání nacházejí. Nejčastějším typem odbavovací plochy na letištích určených pro přepravu cestujících je odbavovací plocha u terminálu (passenger terminal apron). Jedná se o plochu, která je navržena pro manévrování a parkování letadel v blízkosti terminálu pro zajištění výstupu a nástupu cestujících. Také na této ploše dochází k natankování letadla a k vyložení a naložení pošty a nákladu. To vše bez narušení ostatního letištního provozu. Tato práce se bude věnovat návrhu letadlového stání na této ploše. Dalším typem odbavovací plochy je odbavovací plocha pro náklad (cargo terminal apron). Je určena pouze pro letadla, která převážejí zboží, nebo poštu. Zpravidla je oddělen terminál pro cestující od terminálu pro zboží, protože každý terminál a odbavovací plocha vyžaduje jiné technické zařízení pro uskutečnění dané akce. Předpisy týkající se stání letadel můžeme rozdělit do tří kategorií: mezinárodní, evropské a národní. [2]

1.2 Mezinárodní předpisová základna

Hlavní organizací spravující oblast civilního letectví je Mezinárodní organizace pro civilní letectví (International Civil Aviation Organization – ICAO). Dokumentem spravujícím tuto oblast letectví je ICAO Annex 14 [2]. Tento dokument se skládá z částí, které se věnují plánování, certifikaci, servisu, postupům pro letecké navigační služby na letišti a navrhování letišť. Poslední jmenovaná se skládá z částí věnujících se vždy určité části infrastruktury na letišti.

V první části je nutné uvést tabulku kódového značení letišť uvedené níže v *Tabulce 1*, která nám určuje kategorii letiště, tak z ní lze vyčíst na základě technických parametrů kategorii letounu. Toto značení se skládá z kódového čísla a z kódového písmena. Tyto prvky se vztahují k výkonovým a rozměrovým charakteristikám tzv. kritického letounu. To znamená největší možný letoun, pro který je letiště navrženo. Kódové číslo odpovídá jmenovité maximální délce pro vzlet daného letounu. Kódové písmeno se vztahuje k rozměrovým vlastnostem, které jsou pro nás důležité. Písmeno odpovídá největšímu rozpětí letounu, nebo největšímu rozpětí kol. [2]

Tabulka 1 Kódové označení letišť [2]

Kódový prvek 1		Kódový prvek 2		
Kódové číslo	Jmenovitá délka dráhy vzletu letounu	Kódové písmeno	Rozpětí křídel	Vnější rozchod kol hlavního podvozku
1	Méně než 800 m	A	Až do, ale ne včetně 15 m	Až do, ale ne včetně 4,5 m
2	Od 800 m až do, ale ne včetně 1200 m	B	Od 15 m až do, ale ne včetně 24 m	Od 4,5 m až do, ale ne včetně 6 m
3	Od 1200 m až do, ale ne včetně 1800 m	C	Od 24 m až do, ale ne včetně 36 m	Od 4,5 m až do, ale ne včetně 6 m
4	1800 m a více	D	Od 36 m až do, ale ne včetně 52 m	Od 6 m až do, ale ne včetně 9 m
		E	Od 52 m až do, ale ne včetně 65 m	Od 9 m až do, ale ne včetně 14 m
		F	Od 65 m až do, ale ne včetně 80 m	Od 14 m až do, ale ne včetně 16 m
		G	Od 80 m	Od 16 m

V dokumentu *Aerodrome Design Manual*, part 2. věnující se pojezdovým drahám, odbavovacím plochám a vyčkávacím místům je uvedena tabulka týkající se vzdáleností na letadlových stáních [2]. Tabulka přesně definuje minimální vzdálenost na letadlovém stání pro danou kategorii letounu. Pomocí této tabulky a rozměrů v ní uvedených definujeme šířku letadlového stání, která souvisí s minimální bezpečnou vzdáleností od křídla letadla. Tabulku 2 můžeme najít v textu níže. [2]

V levém sloupci Tabulky 2 máme kódové písmeno neboli kategorii letadla, které odpovídá písmenu v kódovém značení letiště. V pravém sloupci je minimální vzdálenost, kterou musíme dodržet mezi koncem křídla letounu vstupujícího na letadlové stání, nebo opouštějící stání a dále jakýmkoli objektem v blízkosti, nebo letadlem na vedlejším stání.

Tabulka 2 Vzdálenosti na stáních letadel [2]

Kódové písmeno	Vzdálenost
A	3,0 m
B	3,0 m
C	4,5 m
D	7,5 m
E	7,5 m
F	7,5 m

Pro kódová písmena D, E a F, pokud to zvláštní okolnosti odůvodňují, může být zmenšena vzdálenost v následujících situacích (pouze na stáních typu nose – in/push – out¹). Mezi přídí letadla a terminálem včetně nástupních mostů a také jakoukoli součástí stání, které je opatřeno směrovým vedením pomocí vizuálního dokovacího systému. [2]

1.3 Evropská předpisová základna

Hlavní organizací zastřešující bezpečnost v letecké dopravě v Evropě je Evropská agentura pro bezpečnost letectví (European Aviation Safety Agency – EASA). Dokument, který se věnuje technickým požadavkům a rozměrům při návrhu letišť včetně minimálních bezpečných vzdáleností na letadlovém stání se jmenuje CS-ADR-DSN (Certification Specifications – Aerodromes Desing) [3]. Najdeme v něm stejnou tabulku jako v předpisu ICAO s tou výjimkou, že se nevěnuje kódovému písmenu G. Příkladem letounu kódového písmena G je Antonov An-225 Mrija.

1.4 Národní předpisová základna

V České republice zastřešuje civilní letectví Úřad pro civilní letectví, který je podřízen Ministerstvu dopravy České republiky. Veškeré předpisy týkající se letišť jsou v souladu s předpisy ICAO a EASA. Dokument, který se věnuje návrhu letišť je Letecký předpis L14 – Letiště [4]. Opět zde najdeme tabulku z dokumentu EASA, resp. ICAO, který se věnuje vzdálenostem na stání letadla mezi samotným letadlem a překážkami v jeho blízkosti. Ať už se jedná o přilehlé budovy, objekty nebo letadla na vedlejších stáních.

V neposlední řadě je potřeba ještě zmínit dva úřady, které také vydávají předpisy týkající se stání letadel. V první řadě je to Americký federální letecký úřad (FAA), který se ve svém dokumentu AC 150/5300-13A Airport Design také věnuje rozměrům na stání [5]. Na rozdíl od dokumentu ICAO jsou rozměry větší. Pro kategorii C je to 6,5 m, kat. E 9,5 m a kategorii F 11 m. Jiná je také vzdálenost osy pojezdového pruhu od objektu (v našem případě se jedná o vzdálenost vjezdového značení stání a osy pojezdové dráhy). Tato vzdálenost je oproti předpisům ICAO větší. Druhým úřadem, který chci zmínit je, Australský Civil Aviation Safety Authority – CASA. V dokumentu Manual of Standards Part 139 – Aerodromes nalezneme tabulku, která vychází z předpisů ICAO a je totožná s daným předpisem [6].

¹ nose-in/push-out – koncept stání, kde letoun využívá vlastní pohon k zajištění na stání a následně pomocí tahačem při vytlačování ze stání

V této práci se řídím především předpisem ICAO, kterému odpovídají jak předpis EASA, tak předpis L 14. Žádný jiný předpis neupravuje rozměry letadlového stání, a tedy vycházíme pouze z výše uvedené Tabulky 2. [2][3][4]

2 Světový a evropský přístup v návrhu letadlových stání

Vzhledem k předpisům se stání letadel v jednotlivých zemích, ale dokonce i na letištích v jedné zemi, liší. Samozřejmě v rámci jednoho státu je snaha sjednotit stání na všech letištích. Ne vždy to v praxi ale funguje. Samotný návrh je ovlivněn několika faktory, které nám určují konečný tvar a rozměry letadlového stání.

2.1 Velikost letiště

Jedná se o hlavní faktor, který ovlivňuje samotný návrh. Není rozdíl mezi stáním například pro Boeing 737 na menším regionálním letišti a stáním na mezinárodním letišti. Předpisy určují pro všechna stání stejné bezpečnostní odstupy od překážek. Je však rozdíl mezi využitím těchto stání. Na menším letišti bude letadlové stání určeno pouze pro jednu kategorii letounů. Na větších letištích může být stání navrženo pro větší letouny, které lze na jednom stání obsloužit. Na jednom stání tedy může stát například jak Boeing 737, tak na jeho místě stát Airbus A330. Na velkých mezinárodních letištích, která obsluhují letadla kategorie E a F, se setkáváme se stáním, na kterém je jedno hlavní osové značení pro letadlo těchto kategorií a dvě alternativní osové značení pro nezávislé odbavení dvou menších letounů. Tento typ stání se označuje zkratkou MARS². Alternativní osové značení využívají letadla kategorie C. Výjimkou mohou být i letadla kategorie B (např. Bombardier CRJ 200), která zajišťují na stání a pro výstup a nástup cestujících se využívá nástupní most. Někdy se ještě používají alternativní osová značení, která jsou v některých případech pod úhlem a umožňují na jedno stání postavit více letadel. Příkladem může být stání 3, 3A a 3B, nebo nově postavené stání 1, 1A a 1B na pražském letišti.

Dalším faktorem je tvar terminálu, který se podílí na podobě stání. Pro stání typu *nose-in/push out* rozdělujeme tyto koncepty:

Lineární koncept – letadla stojí kolmo k budově terminálu po celé jeho délce. Příkladem může být letiště v Ženevě.

² MARS – Multiple Aircraft Ramp System – systém více odbavovacích ploch na jednom letadlovém stání

Prstový koncept – z budovy terminálu vystupují jednotlivé prsty, ve kterých jsou umístěny jednotlivé nástupní a výstupní brány a další provozy určené pro cestující a provoz letiště. Letadla zde stojí kolmo k jednotlivým prstům.

Toto řešení umožňuje lépe oddělit například mezinárodní a vnitrostátní provoz v rámci jedné budovy terminálu. Příkladem je například letiště Václava Havla.

Satelitní koncept – jedná se zpravidla o kruhový terminál, který je spojen s hlavním terminálem podzemní dráhou, nebo pozemním spojením. Letadla zde stojí kolmo k budově. V tomto rozvržení jsou největší mezery mezi konci křídel jednotlivých letadel. Avšak v praxi se upouští od této koncepce vzhledem k náročnosti a malé kapacitě stání. [2]

Od toho, na kterém konceptu se stání nachází, se vychází při samotném návrhu. Moderní letiště, ať už v Evropě nebo ve světě, se projektují jako kombinace lineárního a prstového konceptu. Především ve Spojených státech se na lineárním konceptu setkáváme se stáním pro letadla nejvyšších kategorií, zatímco prstové koncepty jsou určeny pro ostatní kategorie.

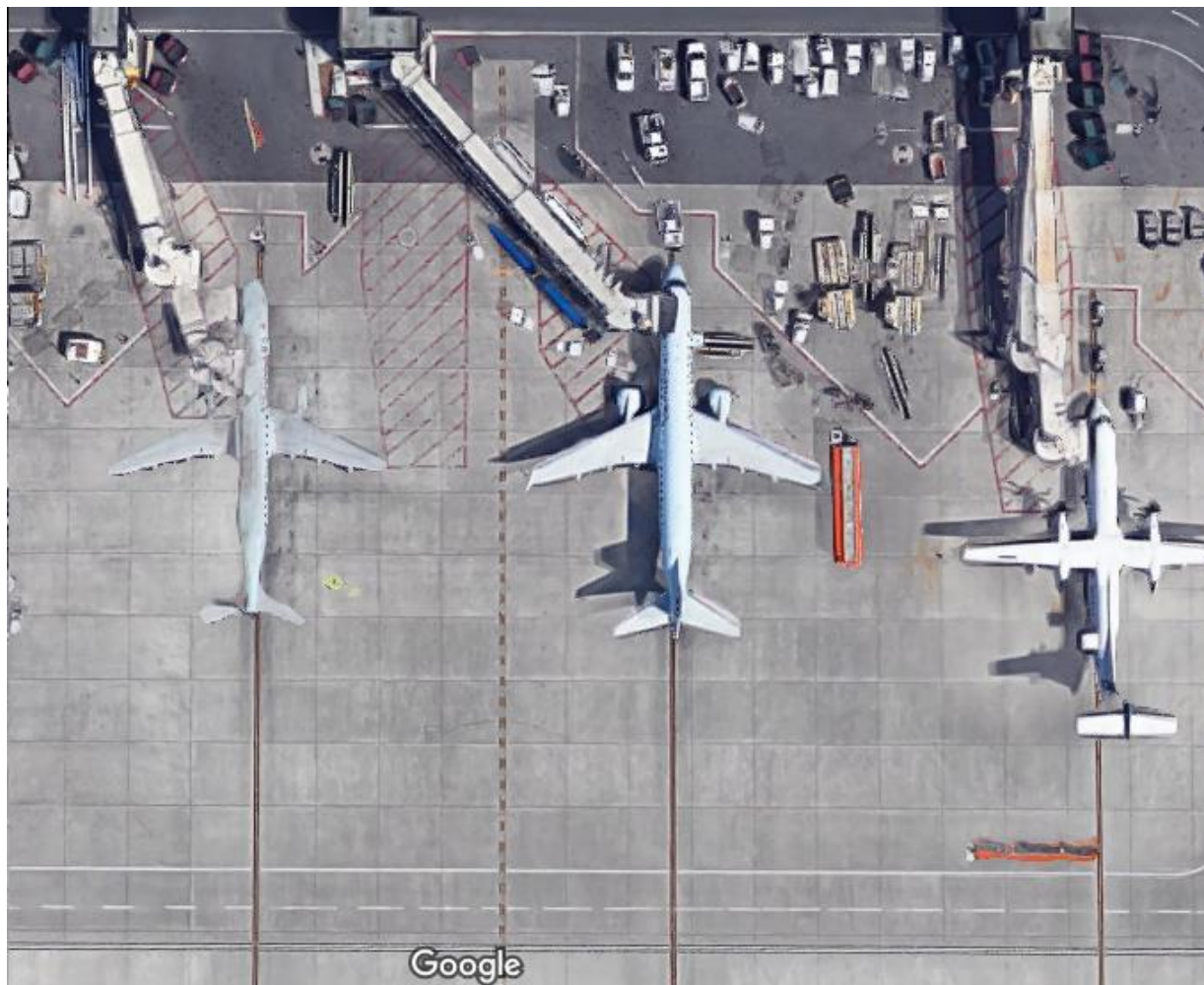
2.2 Vizuální ohraničení stání

Mezi další prvek, kterým se světová letiště odlišují, je ohraničení stání a ploch v blízkosti stání. Tento prvek, který je ve vyspělých zemích nedílnou součástí samotného letadlového stání, se však země od země odlišuje. Jedná se o hranici stání, ve které se nachází letadlo, a v době jeho příjezdu, nebo při vytlačení, nesmí být žádná technika uvnitř ohraničeného prostoru.

Ve Spojených státech amerických se nejčastěji setkáváme s ohraničením stání v bílé, červené, nebo v kombinaci těchto barev, kdy červená barva je barva vnější a bílá je barva vnitřní. Součástí těchto stání je na většině letišť také označení bezpečnostní zóny kolem motorů letadel. S tímto označením se však setkáváme na stáních pro menší letadla kategorie C. Pokud to tvar terminálu umožňuje, protahuje se boční ohraničení stání až na konec stání k obslužné komunikaci.

V Kanadě se zpravidla u letišť po rekonstrukci nebo přestavbě používá americký způsob značení. Stání ostatních letišť je ohraničeno zpravidla na straně k terminálu kombinací bílého a červeného značení, jako je vidět na Obrázku 1 níže. Tento způsob označování se také uplatňuje u modernějších terminálů v Jižní Americe.

V Jižní Americe se s ohraničením stání příliš nesetkáme. Na většině letišť je letadlo vedeno po osovém značení až na příčku zastavení, kde zastaví a personál se poté přiblíží k samotnému letadlu. Tento způsob se používá také v Africe, až na výjimky, kterými jsou letiště, která obsluhují lety především z Evropy.



Obrázek 1. Mezinárodní letiště Ottawa, stání 18, 17A, 17, 16 [7]

Austrálie používá stejný způsob jako například Kanada. Stání jsou tudíž ohraničena jen menšími trojúhelníky mezi jednotlivými stáními. V některých případech se ještě na ploše vyskytnou čáry, které ohraničují kraje křídel. Tento způsob se využívá na stáních kategorie E a F.

S nejednotným systémem značení se můžeme setkat také v Asii. Zatímco v Japonsku převládá označení stání jako v USA nebo Evropě, ostatní země používají jednodušší systém označení hranic stání trojúhelníky. Zde se příliš nerozlišuje, zdali se jedná o velké mezinárodní letiště, nebo malé vnitrostátní letiště.

V neposlední řadě nesmíme opomenout Evropu. Zde se snaží sjednotit jednotlivá stání. Ohraničení stání se provádí v červené barvě a okraje jsou protaženy až na konec stání. Výjimkami mohou být letadlová stání na letištích ve státech bývalé Jugoslávie a bývalého východního bloku, kde se setkáme s jednodušším označením.

2.3 Obslužná komunikace

Prvek, který je součástí každého letadlového stání, je obslužná komunikace. Ta slouží pro příjezd a odjezd techniky, pro zajišťující odbavení, tak také pro techniku a vozidla zajišťující chod a bezpečnost letiště. Ve všech částech světa se jedná zpravidla o dvoupruhovou komunikaci opticky oddělenou od stání.

Ve Spojených státech amerických a v Kanadě se setkáme s obslužnou komunikací téměř na všech letištích pro vnitrostátní a mezinárodní dopravu. Výjimkou mohou být regionální letiště v menších státech. Menší letiště mají obslužnou komunikaci umístěnou na konci stání vzdálenějšího od terminálu. Tato komunikace v tomto případě slouží také jako optické oddělení stání od pohybové plochy. U středních letišť narazíme na komunikaci buď to za stáním, nebo naopak v blízkosti terminálu, která má tu výhodu, že technika nemusí projíždět okolo stojícího letadla nebo před příjezdem letadla na stojánku. Naopak nevýhodou takto umístěných komunikací je řešení přístupových mostů a staveb s nimi spojených, jelikož musí vytvořit přemostění komunikace s odpovídající světlostí a šířkou pro techniku. U velkých mezinárodních letišť se setkáme s oběma typy komunikací.

Ohraničení komunikace však není unifikováno. Některé komunikace mají postranní vodící proužky označené bílou barvou, zatímco některé červenou, nebo kombinací černé a bílé, případně žluté.

Státy střední a Jižní Ameriky využívají komunikace dále od terminálů. Výjimku tvoří větší letiště v Brazílii, kde je komunikace umístěna u terminálů. Austrálie patří mezi státy, kde je komunikace umístěna na konci letadlového stání dále od terminálů. Ve východní Asii se setkáme s oběma typy komunikací. Především velká letiště jako Peking, Kuala Lumpur, Soul – Incheon, Tokyo – Narita používají u stání, která jsou určena pro menší letadla kategorií C, komunikaci blíže terminálu. Naopak u stání kategorie E a F se setkáme s umístěním komunikace na obou koncích stání, jako je vidět na Obrázku 2 na následující stránce.

V Africe se setkáváme s komunikací na obou koncích především u letišť v JAR a také v Egyptě. V ostatních státech se komunikace nachází na konci stání dále od terminálu.



Obrázek 2. Mezinárodní letiště Narita, obslužná komunikace na obou koncích letadlového stání 66 a 66R [7]

Za samotnou kapitolu můžeme pokládat Evropu. Ani zde neexistuje sjednocení, a tak každé letiště používá jiné umístění. Zde se však setkáváme i u malých letišť s komunikací blíže terminálu a u velkých naopak.

Jako příklad můžeme uvést letiště v Dubrovniku kde, ačkoli má letiště malé rozměry a disponuje pouze čtyřmi nástupními mosty, využívá dvě obslužné komunikace. Zatímco například letiště Zurich – Kloten používá komunikaci na konci stání u některých terminálů. Umístění komunikace tedy nezáleží na velikosti letiště, ale spíše na logistickém a stavebním hledisku. V Evropě je alespoň sjednocené postranní značení obslužné komunikace, a to plnou čarou bílé barvy. Potom už jen záleží na umístění komunikace. Pokud se nalézá na konci stání, je ještě doplněna postranní čarou plnou čarou červené barvy. [7]

2.4 Pozemní zdroje

S rozdílným přístupem se setkáme také v otázce pozemních zdrojů. Pozemním zdrojem na letadlovém stání rozumíme vedení paliva s hydrantem na letadlovém stání a také podzemní vedení zdroje elektrické energie pro letadlo. To znamená, že v případě palivového hydrantu nemusí pod křídlo letounu přijet cisterna s palivem. Místo toho pouze vozidlo s čerpadlem a plošinou pro personál, který zajistí připojení tankovací hadice ke křídlu.

U pozemního zdroje potom odpadá táhnutí kabelu od nástupního mostu, kde je umístěn samotný zdroj, nebo od energetické jednotky tzv. GPU³. Personál tedy nemusí čekat na přistavení mostu nebo jednotky, ale pouze vytáhne kabel zpod krytu, nasadí koncovku do zdířky v letadle a zapne zdroj. V obou případech je zdroj na zemi vždy ohraničen červeným čtvercem. Výjimkou může být také žluté ohraničení.

Pokud se podíváme na řešení zdrojů v Severní Americe zjistíme, že zdroje elektrické energie jsou umístěny na většině letišť na nástupních mostech. U regionálních letišť zajišťují elektrickou energii elektrické jednotky. Podzemní řešení paliva je výhradou větších letišť. Transport paliva k letadlu a jeho čerpání zajišťují u menších letišť především cisterny.

V Jižní Americe a v Austrálii se setkáme s umístěným zdroje elektrické energie v nástupním mostu, nebo v případě modernizovaných letišť (Austrálie) v zemi. Umístění zdrojů paliva je řešeno opět pomocí cisterny, která přijede k letadlu. Barevné ohraničení pozemních zdrojů elektrické energie v Austrálii tvoří žlutý kruh s černým obdélníkem uprostřed.

Japonsko zastává systém s umístěním zdrojů paliva v zemi a zdroje elektrické energie jsou umístěny na nástupním mostě. I zde je ohraničení tvořeno červeným čtvercem pro zvýraznění.

U ostatních asijských zemí není však jednoznačné řešení. Dá se ale předpokládat, že u moderních letišť jako je například Soul – Incheon apod. se používá zdroj z mostu a ze země se bere palivo pro letadla. [7]

Velká letiště v Africe používají zdroje paliva ze země, zatímco zdroj elektrické energie obstarává pozemní jednotka. Například v Jihoafrické republice si můžeme na stojánce všimnout vyhrazeného stání pro GPU.

³ GPU – Ground Power Unit; pozemní zařízení, které dodává elektrickou energii letounu stojícím na stání při vypnutí motorů a pomocného motoru (APU)

U letišť v Evropě je to také různé. Některá mají pozemní zdroje pro palivo i elektrickou energii, některá naopak zdroje pomocí jednotek GPU a palivo dopravují cisternami. Nezáleží na velikosti letiště. Na výhody a nevýhody těchto řešení se podíváme v následující kapitole.

2.5 Společnosti

Dalším rozdílem mezi Evropou a světem je oddělení jednotlivých leteckých dopravců na letišti. Zatímco v Evropě se setkáme spíše s dělením pouze na lety do Schengenského prostoru a lety mimo Schengenský prostor, ve světě je toto dělení jiné.

Ve Spojených Státech i v Kanadě má každá společnost svoji část terminálu, kam spadají také letadlová stání, na která tato letadla zajiřďejí. Samozřejmostí je, že toto dělení platí především pro letiště, kde je mezinárodní provoz oddělen od provozu vnitrostátního. Avšak i zde se můžeme setkat s výjimkami. Záleží především na konstrukci terminálu a jeho členění. Mezinárodní terminál je využíván zpravidla více dopravci, zatímco vnitrostátní dopravci mají každý svůj vlastní terminál. Od tohoto rozdělení se také odvíjí samotné rozměry stání, pozemní zdroje energie a paliva a handlingové služby poskytované danou společností. Nejznámější nízkonákladové společnosti v USA a v Kanadě Southwest Airlines, WestJet a Blue – Air se snaží u svých terminálů minimalizovat jednotlivé rozestupy mezi stojámkami, aby byla maximálně využita plocha na airside⁴ straně letiště.

Nutno však podotknout, že všechna stání letadel těchto společností jsou pro nástup a výstup cestujících obsluhovány nástupními mosty. Pokud se nejedná tedy o malé regionální letiště, kde je nástup umožněn přistavenými schody.

Tímto se letiště v USA a Kanadě odlišují od ostatních letišť ve světě. Nepočítáme sem však velká letiště, která jsou domovskou základnou velkých leteckých společností. I ty mají své terminály a jiné společnosti využívají jiná stání než společnosti, pro které je toto letiště domovem (viz Obrázek 3).



Obrázek 3. Letadla společnosti Delta Airlines u Terminálu 4 letiště JFK [8]

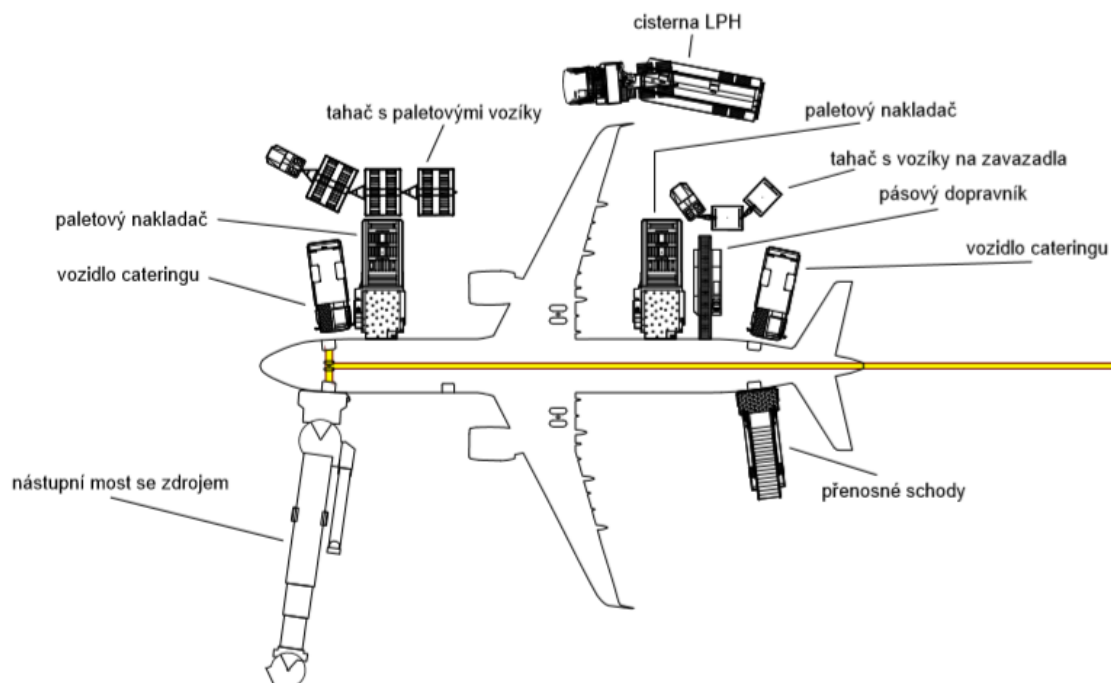
⁴ airside – provozní část letiště, kde dochází k pohybu letadel a jejich odbavení

3 Prostorové nároky letadlového stání

V této kapitole si podrobněji přiblížíme nároky kladené z hlediska prostoru kolem letadla, které stojí, nebo zajíždí na letadlové stání. Aby vyhovovalo letadlové stání konkrétnímu zadání, je potřeba analyzovat procesy jako je výstup cestujících a technické odbavení letadla. K tomu patří také technické parametry prostředků, které jsou v provozu v blízkosti letadla a ze kterých vycházíme. Dále budou ve stručnosti popsány způsoby, jak se takové prostředky pohybují a jak to ovlivňuje návrh a bezpečnost. V některých částech však bude pro zjednodušení pochopení jen naznačen proces konkrétní činnosti.

3.1 Technické odbavení

Na každém letadlovém stání před příjezdem letadla se obvykle v předstihu shromažďuje technika a personál, který bude odbavovat dané letadlo, daný let. Zásadou odbavení je bezpečnost odbavení, rychlost a spolehlivost. Technické odbavení letadla zahrnuje výstup a nástup cestujících a vykládku/nakládku zavazadel, plnění provozními kapalinami, úklid kabiny a další činnosti, které jsou spojené s přípravou na další let. Tyto úkony jsou spojené



Obrázek 4. Typické rozmístění prostředků technického odbavení kolem letounu

s provozem techniky kolem a v samotné blízkosti letounu, což je spojeno s určitými nároky a předpisy pro bezpečné odbavení letounu. [9]

Zde však můžeme říci, že stojící letadlo je překážkou pro ostatní pohybující se letadla. Bezpečnostní odstupy od překážek se na stojící letoun nevztahují. Na Obrázku 4 na předchozí stránce vidíme typické rozmístění techniky. Na levé straně letounu je k nástupním dveřím 1L přistaven nástupní most, který má vývod na připojení zdroje k letadlu. Současně má most ve většině případů také klimatizační jednotku pro připojení k letadlu a jeho klimatizaci. Pokud není nástupní most k dispozici, stojí na tomto místě nástupní schody. Schody najdeme také u zadních dveří. Ty slouží k urychlení výstupu/nástupu cestujících, nebo ke vstupu úklidové čety a úklidu letadla a jeho přípravě na další let. Další možností je přistavení nákladního vozu s plošinou. Některé letouny jsou vybaveny plnicím ventilem na levém křídle a poté je prováděno plnění z levé strany. Na pravé straně u dveří 1P stojí zpravidla vozidlo cateringu, které vymění vozíčky s občerstvením a ostatními věcmi pro pohodlí pasažérů a posádky. Pro vykládku zavazadel z předního nákladního prostoru je v tomto případě použit paletový nakladač, u kterého stojí tahač se třemi paletovými vozíky. U pravého křídla se nachází cisterna, která plní letoun do jeho pravého křídla. U zadního nákladního prostoru je přistaven opět paletový nakladač v kombinaci s pásovým dopravníkem, který zajišťuje vykládku/nakládku zavazadel posádky, transfer zavazadel a také kočárků. Zadní dveře obsluhuje vozidlo cateringu. Dalšími vozidly v zadní části letounu může být vozidlo doplňující pitnou vodu, nebo zajišťující vyprázdnění toalet.

3.2 Nakládka a vykládka zavazadel

Tato činnost je nejdéle trvající operací při technickém odbavení letadla. Musí být zachována bezpečnost odbavení, ať už personálu, nebo samotného letadla, rychlost a spolehlivost. V závislosti na typu letadla a na způsobu umístění nákladu v letadle, které očekáváme na stojánce, se přiveze technika, která je pro tento typ odbavení určena. Způsob uložení nákladu v letadle:

- volně ložený – rozumíme tím manuální vykládku nákladu pomocí vyškoleného personálu. Příkladem letadel s volně loženým prostorem pro náklad jsou Boeing 737, Embraer a také některá letadla Airbus z rodiny A320.
- na paletách, nebo v kontejnerech – nakládka a vykládka pomocí paletových nakladačů. Týká se větších letadel, většiny letadel Airbus, která nejsou přestavena na volně ložený nákladní prostor. [9]

Mezi techniku, která se používá pro vykládku/nakládku zavazadel řadíme:

- tahač s vozíky,
- pásové dopravníky a nakladače,
- paletové a cargo nakladače pro vyložení/naložení palet a kontejnerů.

Z hlediska prostorových požadavků je jasné, že nejvíce prostoru při vykládce a nakládce potřebují paletové a cargo nakladače. S šířkou 4 m a délkou až 12 m patří k největším prostředkům, které se na odbavení podílejí.

Po příjezdu letadla, vypnutí motorů, antikolizního majáku a po založení klínů ke kolům hlavního podvozku dochází k přesunu techniky k zadní části trupu, kde se nejprve musí vyložit zadní nákladní prostor. Ve většině případů nejprve jedou velké paletové nakladače, které si musí udržovat určitý odstup od konce křídla. Aby se zamezilo srážce techniky s křídlem, dává pozemní personál na plochu stání dopravní kužely, které vymezují bezpečný prostor pohybu techniky kolem letadla. Tento kužel se v případě konce křídla dává nejméně 1 m od konce. Při připočtení odstupů techniky od kuželu v případě paletového nakladače se dostáváme na vzdálenost vzdálenějšího okraje nakladače 5 m od konce křídla.

3.3 Plnění letadla provozními kapalinami

Plnění letadla provozními kapalinami je nedílnou součástí technického odbavení. Ať už se jedná pouze o doplnění pitné vody, nebo o doplnění paliva. Doplnění vody může probíhat kdykoli v průběhu samotného odbavování letadla. Pro tento účel se používá menších užitkových vozů, které mají na korbě nádrž a zařízení k čerpání vody do letadla. Většina dopravních letadel má přístup na doplnění pitné vody vzadu na pravé straně, tzv. starboard side⁵.

Příjezd vozidla k letadlu tedy probíhá projetím z obslužné komunikace před stáním kolem pravého konce křídla a přistavením zadní částí k portu na doplnění vody.

V některých případech se však můžeme setkat s příjezdem vozidla od ocasní části letadla. Zpravidla se toto používá, pokud je zvýšený pohyb osob/techniky u pravého konce křídla a příjezd z konce stání je volný, stejně jako stání po levé straně letadla stojícího na letadlovém stání.

⁵ starboard side – výraz pro pravou stranu letadla převzatý z námořní dopravy

V případě doplnění paliva do letadla se používají 2 systémy:

- cisterna s palivem – tahač s cisternou a zařízením pro plnění paliva do křídla.
- palivový hydrant – vozidlo se zařízením pro čerpání paliva ze zemního zdroje do letadla.

S cisternou LPH⁶ se můžeme setkat na řadě letišť, ať už těch menších nebo i větších. Jedná se o dopravu paliva zpravidla pod pravé křídlo letadla, kde se poté tankuje do nádrží. U větších letadel se může vystřídat více cisteren. Palivo se výhradně plní do letadla, ve kterém nejsou cestující. V závislosti na typu letadla a délce letu se tankování tímto způsobem může promítnout na délce odbavení letounu.

Cisterna přijíždí zpravidla zezadu pod pravé křídlo, kde se poté po uzemnění tankuje palivo do křídla. Za letadlo se cisterna dostane příjezdem z vedlejšího prázdného stání nebo průjezdem kolem konce křídla a následným otočením se u ocasní části. Tyto cisterny bývají velice dlouhé, na LKPR⁷ kolem 17 m. Proto je třeba počítat s jejich délkou při návrhu stání a předpokladu obsazení vedlejšího stání, které by jinak sloužilo k pohodlnějšímu příjezdu.

Vozidla s palivovým hydrantem jsou menších rozměrů, zhruba jako střední užitkové vozidlo. U nich také platí tankování paliva při prázdném letadle. Odpadá u nich však nutnost větších prostorových nároků. Tento typ tankování se na LKPR nenalézá, avšak na mnoha velkých letištích v Evropě nebo i jinde ve světě je to běžný způsob dopravy paliva do letadla.

3.4 Kabinový servis

Pokud v tomto případě nemyslíme nízkonákladové společnosti a společnosti, které na palubách svých letadel nemají cateringové služby, je kabinový servis další součástí technického odbavení. Kabinový servis zahrnuje doplnění občerstvení, jídel a tekutin pro konzumaci jak pasažérů, tak posádky za letu. Také zahrnuje úklid kabiny.

Pro tyto účely se používají tato vozidla:

- cateringová vozidla – užitková vozidla s hydraulicky zdvihací nástavbou, která umožní dopravení vozíků s jídlem do kabiny,
- úklidová vozidla – vozidla, která slouží pro odvoz odpadků z kabiny.

Cateringová vozidla jsou svými rozměry srovnatelná s paletovými nakladači. Na Obrázku 5 níže vidíme cateringové vozidlo obsluhující Airbus A350 a za ním paletový nakladač. Na stání

⁶ LPH – leteckých pohonných hmot

⁷ LKPR – ICAO kód letiště Václava Havla Praha

přijíždějí vždy z obslužné komunikace a zpravidla k předním dveřím (1P) na pravé straně. Pokud se jedná o větší letadlo (A380, B747, B777), přijíždí více těchto vozidel.

Úklidová vozidla jsou tvarem a velikostí podobná cateringovým vozidlům. Rozdíl je však ve vnitřním vybavení, který je určen pro úklid kabiny cestujících. Vozidla staví u zadních dveří na levé straně, tzv. port side⁸. Na LKPR se s tímto nesetkáme. Mnohem častější je přístavení schodů k zadním dveřím a úklid letadla personálem přístupem z plochy.



Obrázek 5. Cateringové vozidlo při odbavení letadla Airbus A350 [10]

3.5 Bezpečnostní nároky na technické odbavení

Jak už bylo zmíněno v úvodu této kapitoly, jednou ze zásad technického odbavení je i bezpečnost jak samotného odbavení, tak i doby před a po odbavení letadla.

Před příjezdem letadla je technika zaparkována a připravena k použití v části, která je vyhrazena pro stání techniky. Tato část se nazývá pohotovostní stání. Pohotovostní stání je součástí všech stojánek pro odbavení dopravních letadel na LKPR, taktéž na většině letišť ve světě. V tomto prostoru může být trvale zaparkováno některé zařízení, které se používá

⁸ port side – výraz pro levou stranu letadla převzatý z námořní dopravy

k odbavení. Zpravidla se však jedná pouze o vozíky na kufry, které se poté jen zapřáhnou za tahač a dojedou k pásovému nakladači.

Někdy na tomto místě bývá také zaparkován prostředek GPU, ASU⁹, nebo push-back traktor (například stojánka 14, 14A na LKPR, kde je trvale umístěn push-back traktor na B748, A380).

Někdy na tomto místě bývá ještě vyznačena oblast pro konkrétní handlingovou službu (například CAH – Czech Airlines Handling), ve které jsou zaparkovány prostředky konkrétní handlingové společnosti. [11]

Toto pohotovostní stání musí splňovat přísné bezpečnostní nároky v souvislosti s tímto stáním. Pokud je technika zaparkovaná na tomto stání a vyčkává na příjezd letadla na stání, nesmí zasahovat do prostoru obslužné komunikace. Dalším důležitým nárokem je, že musí být vždy místo pro odjezd cisterny s palivem v případě nenadálé situace. To znamená, že pokud například začne vytékat palivo z cisterny nebo z křídla, cisterna se musí co nejrychleji vzdálit od letadla. Ve většině případů cisterna přijíždí k letadlu zezadu, proto je směr, kterým opustí stání u letadla, dopředu na obslužnou komunikaci. Platí to však pro některé typy letadel. Proto by měl být na pohotovostním stání vždy prostor jak pro zaparkovanou techniku, tak pro průjezd cisterny i s přívěsem a její najetí na obslužnou komunikaci. Jedná se zhruba o koridor šířky 8 m.

S tímto koridorem a zaparkovanými prostředky se musí počítat také při samotném návrhu stání. Koridor musí být zajištěn, a proto je potřeba upravit prostorové řešení stání, například vhodným umístěním nástupního mostu nebo dalších prvků v blízkosti.

V případě ostatních prostředků technického odbavení se řídíme předpisy ICAO. Je nutno modelově ověřit, jaké provozní dráhy budou mít prostředky, a podle nich případně rozšířit stání na hodnotu, která bude umožňovat bezpečný provoz na obsluhované stojánce, tak na vedlejší stojánce, kde dochází například k výstupu cestujících pomocí přistavení zadních schodů a jejich následný pohyb v koridoru na letadlovém stání.

U některých leteckých společností se však můžeme setkat s tím, že technické prostředky pro dobavení letadla mají povolen pohyb pod křídlem. S tímto se můžeme setkat například u společnosti British Airways, kde vozíky s nákladem mohou projíždět pod křídlem. Je samozřejmostí, že v tomto prostoru se nesmí vyskytovat žádná překážka, například cisterna, a musí projíždět v dostatečné vzdálenosti od motorových gondol. Tento provoz je však umožněn pouze na pravé straně letadla.

⁹ ASU – Air Start Unit; zařízení, které dodává stlačený vzduch potřebný k nastartování motorů, pokud není v provozu APU. Většinou ve formě přívěsu za tahač.

3.6 Nehody vzniklé technickými prostředky

Mezi nejčastější nehody, mezi technickým prostředkem a letadlem vzhledem k prostorovým nárokům řadíme kontakt mezi vozidlem a koncem křídla. Nejčastější je to u letadel Boeing 737 se Split Winglets¹⁰, nebo AT Winglets¹¹. Důvodem je ve většině případů nedodržení bezpečné vzdálenosti mezi okrajem vozidla a koncem křídla. Z tohoto důvodu se dávají na konce křídel + 1 m dopravní kužely pro vymezení prostoru.

Z výzkumu, který proběhl v roce 2007 na letišti Schiphol u Amsterdamu, můžeme vyčíst, že nejrizikovější je právě proces odbavení letadla na stání [12]. Nejčastějším incidentem je kontakt vozidla cateringu s letadlem společně s poškozením způsobeným nakladačem či tahačem s vozíky. Ač se jedná o poškození letadla, které vznikne jakýmkoli způsobem, jako například nesprávné přistavení prostředku a následné promáčknutí, nebo protržení trupu, je zde uveden také kontakt s jiným letadlem. A to také při vytlačování ze stojánky. Chybou v tomto případě může být najetí jiným letadlem při zajištění na stojánku do konce křídla, nebo kontakt konců křídel. Stejně tak kontakt konce křídla letadla, které pojíždí po pojezdové dráze a ocasných ploch zaparkovaného letadla. Při vytlačování se může přihodit opět kontakt konců křídel, najetí do překážky v podobě odstavené techniky nebo najetí do letadla, stojícího za vytlačovaným letadlem. Nejnovějším incidentem je kolize letadla Airbus A320 společnosti EasyJet, který pojížděl po pojízděcím pruhu a Boeingu 737 společnosti KLM, který byl vytlačován z letadlového stání. [13]

3.7 Cestující

Nástup a výstup cestujících a jejich pohyb po ploše je pro některá letiště prioritou v návrhu stání. Jedná se především o nízkonákladové společnosti, které tímto opatřením, kdy přistaví schody i k zadní části letadla, umožní rychlejší nástup a výstup, a tudíž zkrátí průletový čas na minimum. Nyní se podíváme na nejčastější způsob nástupu a výstupu cestujících na LKPR na stáních typu nose-in/push-out.

Nástup a výstup cestujících můžeme rozdělit na:

- nástup a výstup pomocí nástupního mostu,
- nástup a výstup pomocí nástupního mostu a přistavených zadních schodů.

¹⁰ Split Winglets – design wingletů použitých na některých novějších letadlech Boeing 737 NG; připomíná winglety použité u letadel Boeing MAX

¹¹ Advanced Technology Winglets – nový desing wingletů instalovaných na Boeing MAX Family

První případ je nejčastějším případem nástupu a výstupu na letišti. Ať už se jedná o LKPR nebo jakékoli světové letiště (stále se bavíme o stání nose-in/push-out).

Po zastavení letadla na přičce se přisune nástupní most k letadlu a následně se otevřou dveře do kabiny cestujících. Most poté slouží také pro úklidový personál, odbavovací personál, kdy cestující nechávají u dveří do letadla své kočárky nebo kolečková křesla, která se poté uloží do nákladního prostoru letadla jako poslední, aby mohla být při vykládce hned při ruce. I v tomto prvním případě mohou být přistaveny schody k zadní části letadla. Slouží však pouze úklidovému personálu, nebo při evakuaci cestujících z letadla při stání na stojánce.

Druhý případ je rozšířen především mezi nízkonákladovými dopravci, kde přistavení schodů umožňuje rychlejší vyprázdnění letadla, a naopak urychluje nástup do něj. Zde však vystává určité bezpečnostní riziko spojené s pohybem cestujících po letadlovém stání.

Řada letišť má pro tyto účely nástupu na ploše nakreslený koridor, který cestující musí využít pro bezpečný průchod od/k letadlu. Samozřejmě ne všichni to dodržují, a proto jsou na zemi další příslušníci odbavení, kteří dohlížejí na to, aby se cestující nevzdalovali od určeného koridoru a neohrozili tím svojí bezpečnost. Pokud je na vedlejší stojánce zaparkované letadlo a probíhá u něj odbavovací proces, je zvýšen počet pohybů kolem konce pravého křídla. To znamená, že technika se může přiblížit k cestujícím, nebo naopak cestující svým nevhodným chováním dostane do blízkosti techniky, takže může dojít k následnému úrazu cestujícího, nebo k jinému incidentu.

Pokud se podíváme na to, jak široký má být koridor určený pro cestující, je potřeba počítat s tím, že cestující nepůjdou společně za sebou, ale je pravděpodobné, že půjdou například v řadě po třech lidech.

V tomto případě je potřeba použít normy pro návrh chodníků a jiné infrastruktury určené pro chodce. Z ní vyplývá, že pro řadu 3 lidí je potřeba pruh široký 2,25m a bezpečnostní odstupy na obou stranách 0,25m [14].

4 Návrh modelového stání

V této kapitole si přiblížíme problematiku přístupu k navrhování letadlového stání. Jak bylo již zmíněno v předchozích kapitolách, faktorů, které ovlivňují rozměry letadlového stání, je mnoho. V našem případě se budeme zabývat pouze návrhem modelového stání, které není ovlivněno tvarem terminálu a rozmístěním jednotlivé infrastruktury. To nám dává více možností pro navrhování jednotlivých stání.

Jednotlivé kapitoly jsou členěny podle kategorie letadla, pro které je modelového stání určeno. Budeme se tedy zabývat těmito kategoriemi letadel a stáním pro ně:

- kategorie C,
- kategorie E,
- kategorie F.

Jednotlivé varianty modelového stání ještě můžeme rozlišit na:

- minimální variantu,
- maximální variantu,
- optimální variantu.

Varianty se liší rozměry stání, uspořádáním stop příček a také v případě stání pro letadla kategorie C koridory pro cestující. Podrobně bude vysvětleno v následujících podkapitolách.

Veškeré návrhy byly vypracovány v programu AviPLAN Airside od společnosti Transoft Solutions, které je rozšířením programu AutoCAD od společnosti Autodesk Inc. Tento program je významným pomocníkem při návrhu letadlového stání. V jeho knihovně lze najít všechny typy nejčastějších civilních letadel, tak typy nástupních mostů a mobilní techniky pro technické odbavení, nebo pouze pro pohyb na komunikacích. Program umožňuje analyzovat pohyb letadla při zajištění/vytlačování, zobrazit obrys prostoru kolem letadla pro danou kategorii a dále ho přizpůsobovat konkrétním požadavkům, jako je například odstup 3 m kolem obrysu. Nespornou výhodou je možnost animace pohybu a trajektorie vozidel technického odbavení. Na základě zobrazení trajektorie a následného průjezdného obrysu, které vozidlo zanechá, je možno upravovat rozměry, respektive posouvat stop příčky, měnit nastavení mostu atd.

4.1 Postup návrhu

Jak již bylo zmíněno výše, pro navrhování letadlových stání používáme program AviPLAN. Před každým návrhem je vhodné mít rozmyšlenou koncepci stání a poté pomocí jednotlivých funkcí programu upravovat rozměry.

V programu AviPLAN vždy začínáme umístěním středu souřadného systému. Je to místo, kde je geometrický střed rotundy nástupního mostu. Při umísťování nám potom program nabídne i sklony odbavovacích ploch, které ale v našem případě zanedbáváme. Dalším krokem je umístění osového značení stání v určité vzdálenosti od středu souřadného systému. Po umístění osového značení následuje vybrání nástupního mostu. Zde máme opět několik možností. Můžeme vybírat mezi mosty několika společností, mezi ocelovým nebo proskleným, určením pro horní palubu Airbusu A380 a také délkami jednotlivých mostů.

Pokud máme vybraný most, stačí již pouze umístit letadlo na osu. Jsou tu dvě varianty umístění. První je automatické umístění letadla spolu s příčkou zastavení, druhá varianta spočívá v umístění příčky zastavení a následného výběru letadel, které na této příčce mají stát. V této fázi můžeme začít na základě kategorie letadla vytvářet samotné stání.

Tím myslíme prostor kolem letadla, ve kterém se v kritické době (zajíždění/vytlačování) nesmí nacházet žádná pevná překážka a technika.

4.2 Modelové stání – kategorie C

Mezi nejrozšířenější letadlové stání na letištích patří stání pro letadla kategorie C. Připomeňme si, že do této nejrozšířenější kategorie patří letadla, která mají rozpětí křídel od 24 m až do, ale ne včetně 36 m. Patří sem letadla rodiny Boeing 737 a Airbus A320. Mezi další zástupce této kategorie můžeme zařadit také méně rozšířené Airbus A220 a Embraer (v dohledné době Boeing Brazil) E-Jet. [15]

Jak již bylo zmíněno výše, patří tyto letouny mezi nejrozšířenější díky svým vlastnostem. Jsou používány na krátké a střední tratě (1 000 – 3 000 km). Velikou oblibu si získaly jak u nízkonákladových společností, kde díky svým výkonům mohou operovat i z menších letišť, tak u klasických společností. Ovšem s jejich oblibou u nízkonákladových společností jsou spojeny konstrukčními nároky na letadlové stání, jak již bylo zmíněno v kapitole 3.7 Cestující.

V následujících částech si rozebereme jednotlivá řešení návrhu letadlového stání pro kategorii C. U každé varianty přiblížíme výhody a nevýhody tohoto řešení.

4.2.1 Kategorie C – minimální varianta

V první řadě si přiblížíme minimální variantu návrhu. Tento návrh je nejjednodušším řešením návrhu letadlového mostového stání. Jako všechny návrhy v dalších podkapitolách má stejné řešení nástupního mostu a také obslužné komunikace před letadlovým stáním.

Samotný návrh spočívá v již zmíněném postupu návrhu v podkapitole 4.1. Avšak po umístění letounu na příčku zastavení je nutné na základě předpisu dodržet minimální vzdálenost na stáních letadel. V tomto případě se jedná o 4,5 m od obrysu letadla. Jak již bylo zmíněno v předchozích kapitolách, jedná se o vzdálenost, která musí být zajištěna mezi letadlem vstupujícím na letadlové stání, nebo opouštějícím stání a jakoukoli přilehlou překážkou. Tím myslíme jakékoli další letadlo, sloup osvětlení nebo jakoukoli další pevnou překážku.[2]

Další vzdáleností, která musí být dodržena je vzdálenost od pohonné jednotky letadla a pohotovostního stání mobilních mechanizačních prostředků. Je vytvořena z důvodu ochrany lidí, kteří se podílejí na technickém odbavení letadla, tak ochrany samotné pohonné jednotky, která je v době zajištění na letadlové stání stále v provozu. Ačkoli je výrobci ve většině případů udávaná bezpečná vzdálenost 4,5 m od pohonné jednotky je vhodné zvětšit tuto vzdálenost o 3 m z důvodu zvýšení bezpečnosti a snížení rizika nasátí cizích předmětů (FOD¹²). Znamená to, že pokud na letadle svítí anti-kolizní červený maják, veškerá technika a personál nesmějí překročit hranici pohotovostního stání. Stejná situace nastává, pokud letadlo má nefunkční APU, a tudíž nedokáže pomocí vlastního zdroje nastartovat pohonnou jednotku. Letadlo stojí na stání, nástupní most je odstaven, veškerá technika je umístěna na pohotovostním stání MMP¹³ kromě ASU, pomocí které se nastartuje motor, který je již schopen dodat potřebný stlačený vzduch k nastartování druhé pohonné jednotky.

Máme tedy 2 vzdálenosti, kterých se v tomto návrhu budeme držet. Jelikož nám předpisová vzdálenost 4,5 m udává vzdálenost mezi letadly, můžeme jí v tomto krajním případě použít. V tomto případě budeme mít na letadlovém stání jednu osu a jednu příčku zastavení. Ta je umístěna v takové vzdálenosti, aby před letadla byla v bezpečné vzdálenosti od překážky, tedy nejméně 4,5 m od hranice stání a obslužné komunikace. Zároveň však musí splňovat požadavky na minimální vzdálenost, na kterou je vidět z kokpitu letadla na zem. Tato vzdálenost je důležitá v případě výpadku vizuálního dokovacího systému (VDGS¹⁴). [2]

Na osu a příčku zastavení umístíme letadlo s největším rozpětím křídel z kategorie C. Jedná se tedy o Boeing 737 MAX 9, které má rozpětí křídel 35,92 m. Toto letadlo nám umožní

¹² FOD - Foreign Object Debris – cizí předměty, které mohou poškodit letadlo nebo jeho části

¹³ MMP – mobilní mechanizační prostředek [15]

¹⁴ VDGS – Visual Docking Guidance System – vizuální dokovací naváděcí systém schopen navést jakýkoli typ letadla na správnou příčku zastavení se zobrazením rozšířených informací pro piloty.

správně určit hranici sousedního stání. Letadlo na vedlejším stáním bude také letadlo s největším rozpětím. Opět se bude jednat o Boeing 737 MAX 9. V případě návrhu krajní varianty bude vzdálenost mezi koncem jejich křidel (wingletu) rovna minimální vzdálenosti dané předpisem, tudíž 4,5 m. Toto stání je navrženo jako stání symetrické. Na každou stranu je od konce křídla 2,25 m. Pokud použijeme předpis udávající šířku jednotlivého značení na odbavovací ploše (viz Tabulka 11 na straně 54), dostaneme šířku označující hranici letadlového stání 0,2 m. Potom je vzdálenost konce křídla a hranice stání 2,15 m. [11][16]

V předchozím odstavci jsme si vyznačili hranici letadlového stání. Nyní však přichází na řadu vyznačení hranice odbavovací plochy (hranice stání) a provozní plochy. Vzdálenost, ve které se nachází tato hranice, můžeme pojmenovat jako hloubku letadlového stání. Pro účely této práce ji měříme od první příčky zastavení. Vyznačení hranice odbavovací plochy a provozní plochy je červená plná čára šířky 0,4 m. Pro tento účel vybereme nejdelší letadlo v dané kategorii, a to Airbus A321. Jeho délka činí 44,51 m. Pro vymezení vzdálenosti se také musíme řídit takzvanou bezpečnostní zónou kolem letadla. Jedná se o vzdálenost 3 m od obrysu letadla. [11][17]

Předpis udává minimální vzdálenost mezi letadlem, které vstupuje na stání, nebo ho opouští. Nejkritičtější je především vzdálenost mezi křídlem letadla stojícího na letadlovém stání a koncem křídla letadla na stání vedlejším. Nezmiňuje se však o jiných vzdálenostech kolem letadla. Je tedy možné navrhnout takové stání, které má hranici stání a provozní plochy přímo na konci obrysu ocasních ploch letadla. [2]

Zmínili jsme se o pohotovostním stání MMP. Toto stání je určeno pouze ke shromáždění prostředků MMP a osob, které se podílejí na odbavování letadla na přilehlém letadlovém stání. Jeho plocha musí být dostatečná k tomu, aby se na ni vešly veškeré prostředky MMP, a přesto po zaparkování prostředků zůstal volný průjezd šířky alespoň 5 m na průjezd cisterny. Byl zmíněn také bezpečnostní odstup od pohonné jednotky, který činí 7,5 m. To je vzdálenost, ve které prochází hranice pohotovostního stání od pohonné jednotky. U přídě letounu se jedná opět o vzdálenost 4,5 m. [2]

Samotné letadlové stání můžeme charakterizovat těmito charakteristikami:

- počet příček zastavení,
- symetričnost stání – pokud stání není symetrické je uvedena vzdálenost na obě strany od osy.
- šířku stání – měřená mezi hranicemi letadlového stání protínající spojnici hlavního podvozku.
- hloubka – měřená od první příčky zastavení která je nejbliže terminálu, po hranici letadlového stání a pohybové plochy.

- vzdálenost mezi letadly – vzdálenost mezi konci křídel největších letadel na stání.

V níže uvedené Tabulce 3 najdeme základní charakteristiky tohoto navrhovaného stání.

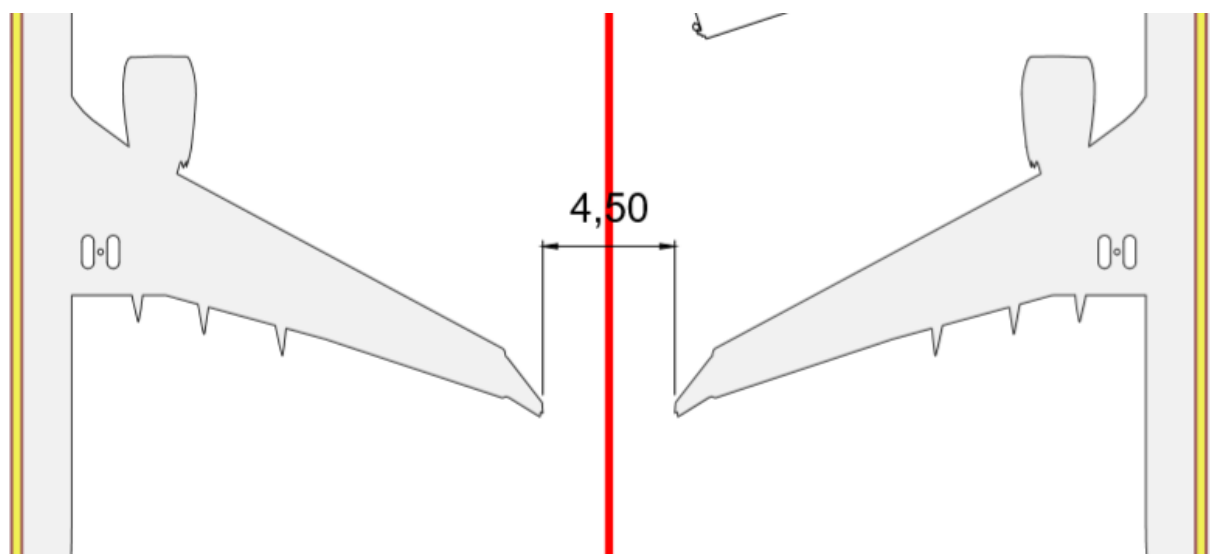
Tabulka 3 Kategorie C – charakteristiky návrhu minimální varianty

Kategorie stání	C
Počet příček zastavení	1
Symetrické	Ano – (20,21 m / 20,21 m)
Šířka	40,42 m
Hloubka	38,60 m
Vzdálenost mezi letadly	4,50 m

Nyní si však rozebereme výhody a nevýhody tohoto řešení. Mezi hlavní výhody tohoto stání patří především jeho rozměry. Stání samotné má na šířku pouhých 40,42 m. Horní hranice limitu pro rozpětí křídla letadla kategorie C není větší než 36 m. Je možné, že v budoucnu se tomuto limitu konstrukce letadel přiblíží a mohou přijít typy s rozpětím 35,99 m. Poté šířku stání můžeme zvětšit na 41,00 m. Pokud máme tedy omezenou plochu u terminálu, dá se díky tomuto řešení docílit většího počtu letadlových stání. Pokud vyjdeme z dat naměřených na letištích po celém světě, málokde se s touto šířkou setkáme. [7]

Ovšem u tohoto návrhu převládají spíše nevýhody. První nevýhodou tohoto řešení je omezený manipulační prostor pro techniku kolem letadla. Vzdálenost 4,5 m mezi křídly nedostačuje k tomu, aby byl zachován bezpečný průjezd MMP. Pokud by tedy na stání stál Airbus A321, který by byl ve verzi pro náklad v kontejnerech, je potřeba k jeho odbavení speciální vozidlo, které má šířku nejméně 3,75 m. Pokud bychom takto stání navrhli, bylo by potřeba změnit předpisy letiště pro odbavování letadel na ploše a vždy jedno vedlejší letadlové stání nechat volné pro příjezd techniky. Nebo provozními postupy zaručit, že odbavení bude přerušeno při zajíždění/vytlačování letadla z vedlejšího stání. Potom by však nebyl dostatek místa mezi křídly pro průjezd techniky se zachováním bezpečné vzdálenosti od křídel. V souvislosti s omezeným manipulačním prostorem je také potřeba zmínit tankování letadla z cisterny LPH. Pokud je cisterna LPH dostatečně nízká a předpisy společnosti to dovolují, je možné tankovat letadlo přistavením cisterny pod křídlo. Nejčastěji se tankuje do pravého křídla, avšak některé společnosti mají letadla vybavené tankováním i do levého křídla. Nejčastěji se zde díky své výšce křídla nad zemí jedná o letadla Airbus. U všech ostatních letadel se však plní do pravého křídla v bezpečné vzdálenosti 1 m od konce křídla. Cisterna LPH je tedy zaparkována v této vzdálenosti, ale veškeré prostředky MMP se nesmí nacházet ve vzdálenosti od samotné cisterny a palivových hadic menší než 3 m [11 – 3.1].

Zde opět vzniká problém se vzdáleností nedovolující bezpečné projetí kolem letadla. Na níže uvedeném Obrázku 6 je zvýrazněna vzdálenost mezi jednotlivými letadly Boeing 737 MAX 8. Schéma stání s okótovanými rozměry v Příloze 1.



Obrázek 6. Minimální varianta – vzdálenost konců křídel Boeing 737 MAX

4.2.2 Kategorie C – maximální varianta

Na rozdíl od minimální varianty je varianta maximální upřednostňována u letišť, kde je dostatek prostoru pro letadlové stání a s tím související dostatek finančních prostředků pro výstavbu.

Návrh je stejný jako předešlá varianta. V tomto případě se však odlišuje počtem a umístěním příček zastavení. Ty jsou uspořádány tak, aby ocasní plochy všech letadel byly ve stejné pozici a vzdálenosti od hranice odbavovací plochy. Příčky zastavení jsou odstupňovány následovně:

1. 0,00 m – Boeing 737 MAX 10,
2. 1,70 m – Airbus A321,
3. 5,25 m – Boeing 737-800/900, Airbus A320,
4. 8.25 m – Boeing 737-700, Airbus A319/318.

V některých případech je možno ještě doplnit příčku zastavení pro letadla MD-82, která jsou u některých společností stále v provozu. Tato příčka je ve vzdálenosti -2,60 m od příčky pro Boeing 737 MAX 10. [16][17][18][19][20]

Maximální variantu můžeme vytvořit pro plánovaný pohyb cestujících po letadlovém stání. Toto řešení se používá především u nízkonákladových dopravců. Druhou variantou je

letadlové stání s vyloučeným pohybem cestujících. Tyto dvě varianty se od sebe budou lišit šířkou stání. Veškeré ostatní parametry zůstávají stejné.

Nejprve si přiblížíme variantu letadlového stání s možností pohybu cestujících. Jak již bylo zmíněno, jedná se především o letadlová stání, na která budou zajiždět letadla nízkonákladových společností, které ke zkrácení průletu používají jak zadní nástupní dveře, tak v některých případech vlastní palubní schody, kde odpadá použití nástupního mostu a s ním spojených poplatků.

Letadlové stání je uzpůsobeno pohybu cestujících. To znamená, že je zajištěn bezpečný průchod od nástupních schodů k terminálu po odbavovací ploše. Pro tento účel je na letadlovém stání na pravé straně vyznačen koridor pro cestující. Ten je vyznačen jako přechod pro chodce šířky 2,5 m. Dle ČSN 73 6110 je šířka pásu pro jednoho chodce 0,75 m. V našem případě se jedná o šířku pro 3 chodce vedle sebe s přidanou šířkou 0,25 m [14]. Vzdálenost tohoto koridoru od konce křídla je 1 m. Koridor se od konce křídla stáčí k zadním nástupním dveřím. Toto řešení je navrženo pro letouny Boeing 737-800/700 a Airbus A320/319. Od hranice sousedního stání je koridor vzdálen 1,5 m, ve kterém je započten bezpečnostní odstup¹⁵ 0,5 m od sousedního stání. [14][18][19][20]

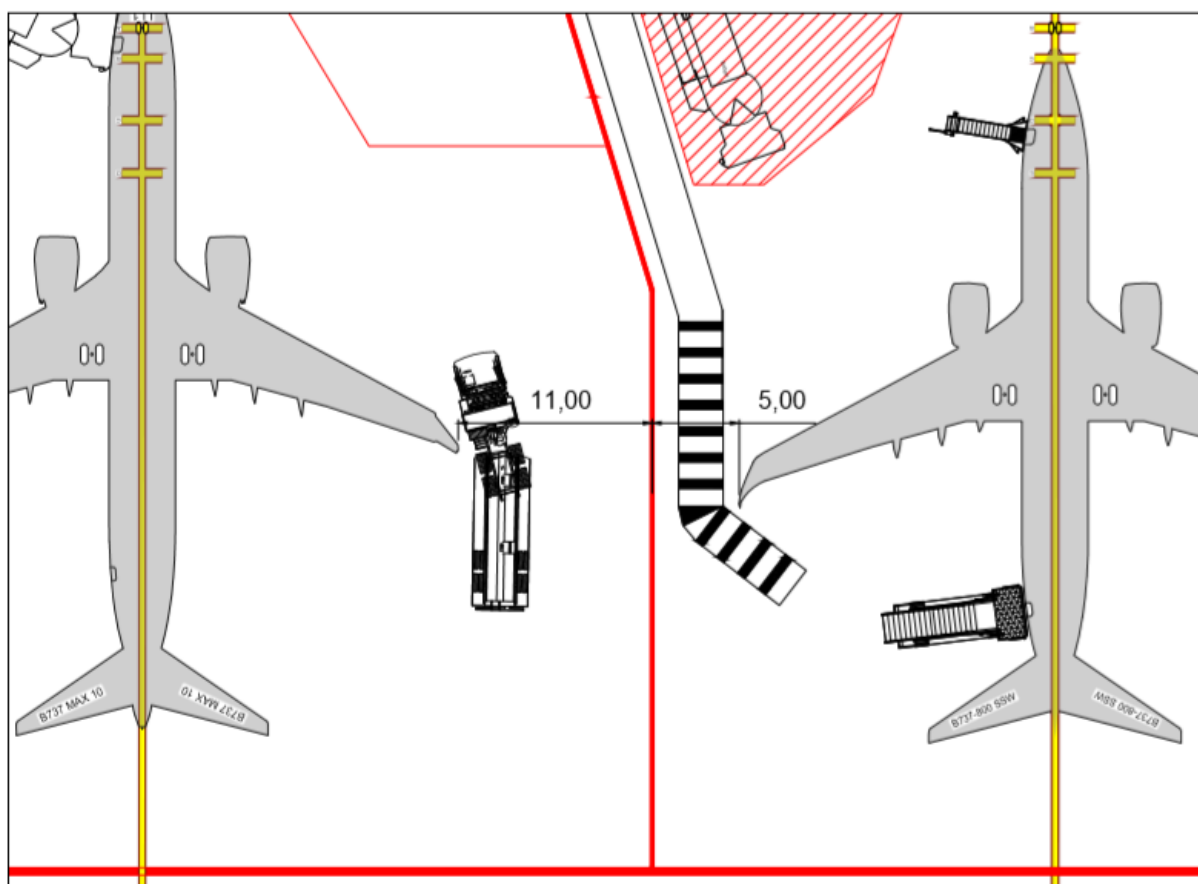
Na Obrázku 7 na následující stránce je znázorněno umístění koridoru pro cestující. Větší vzdálenost od hranice stání je navržena z důvodu pohybu MMP na vedlejším stání. V některých situacích může nastat, že by mohl náklad z vozíku vypadnout a zranit někoho z cestujících, pokud by to bylo příliš blízko k hranici. Celková šířka od konce křídla je tedy 5 m. Schéma stání s okótovanými rozměry v Příloze 2.

Vzdálenost od pohotovostního stání MMP je zmenšena na 1 m a od operační zóny mostu na 0,5 m. Toto uspořádání také umožňuje průjezd cisterny LPH (samozřejmě jen v případě, pokud se v koridoru nenachází cestující), která přijíždí z vedlejšího stání i v situaci, že na vedlejším stání je zrovna plněn letoun.

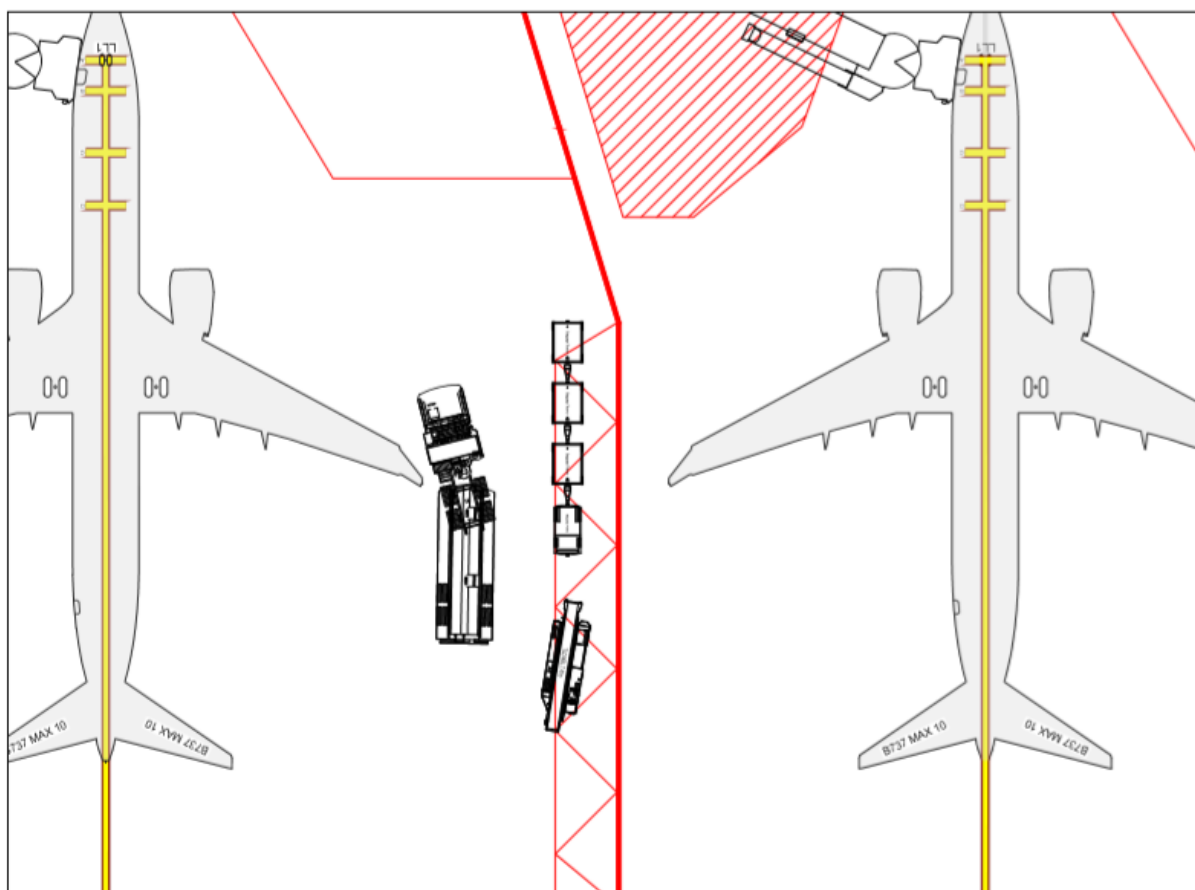
Pravá strana je uzpůsobena současnému provozu MMP při zachování plnění letadla palivem z cisterny LPH. Bezpečnostní odstupy jsou zachovány. Od konce křídla je cisterna vzdálena 1 m a bezpečnostní odstup od cisterny a hadic 3 m. Celková vzdálenost od konce křídla je 11 m.

¹⁵ Tabulka 12 - Bezpečnostních odstupů na komunikacích na straně 54.

V případě maximální varianty stání bez možnosti pohybu cestujících se celková šířka redukuje. Není zde potřeba dělat jakýkoli koridor pro chodce. V tomto případě využijeme tzv. zónu sousedního stání. Jedná se o červeně šrafovanou plochu, která je ohraničena hranicemi sousedních stání. Na této ploše je zakázáno zastavení a stání MMP. V době pohybu letadla na přilehlém stání je zakázán vjezd a vstup na tuto plochu. To znamená, že pokud dochází k tankování letadla na stání a na vedlejší stání nezajíždí/neopouští letadlo, prostředky MMP tuto plochu mohou využívat k průjezdu. Situace je znázorněna na Obrázku 8 na stránce 35. Schéma stání s okótovanými rozměry v Příloze 3. [11]



Obrázek 7. Maximální varianta – vzdálenost konců křídel od hranice stání a vyznačení průchodu pro cestující



Obrázek 8. Maximální varianta – varianta bez možnosti pohybu cestujících a vyznačením zóny vedlejšího stání

Na Obrázku 8 je znázorněn průjezd pásového dopravníku a tahače s vozíky v bezpečném odstupu 3 m od cisterny LPH.

Toto řešení umožňuje zmenšit vzdálenosti od konce levého křídla na 2,75 m, respektive 2,85 m pokud tuto vzdálenost vedeme k ose hranice letadlového stání. Nelze však přistavit cisternu LPH k levému křídlu. Na pravé straně zůstává zachována vzdálenost 11 m.

Bezpečnostní odstup od letadla lze použít pro vzdálenost hranice odbavovací plochy od obrysu ocasních částí letounu. Tato vzdálenost však musí být zvětšena pro zajištění bezpečnosti při příjezdu cisterny LPH k plnicím ventilům v křídlech. Z tohoto důvodu je zde nutné zvětšit vzdálenost o další 3 m pro bezpečný obrat cisterny tak, aby nezasahovala do pohybové plochy. V součtu je tedy za obrysem ocasní části letadla 6 m volného prostoru. Celková hloubka tohoto stání tedy činí 45,5 m.

V následující Tabulce 4 si shrneme a porovnáme charakteristiky těchto dvou variant:

Tabulka 4 Kategorie C – charakteristiky návrhu maximální varianty

Varianta	S koridorem	Bez koridoru
Kategorie stání	C	C
Počet příček zastavení	4/5	4/5
Symetrické	Ne – (23,00 m / 29,00 m)	Ne – (20,90 m / 29,00 m)
Šířka	52,00 m	49,90 m
Hloubka	45,50 m	45,50 m
Vzdálenost mezi letadly	16,00 m	14,00 m

V této tabulce je vidět rozdíly v šířce jednotlivých stání. Na prostor náročnější je stání s umožněním průchodu cestujících, avšak pouze o 2,10 m. V poslední době s rozvojem nízkonákladové dopravy je zájem o možnost průchodu cestujících. Proto některá letiště letadla nízkonákladových společností posílají na letadlová stání, která jsou určena pro větší kategorie. Příkladem může být letiště Orio al Serio v italském Bergamu v blízkosti Milána.

Možností redukce šířky na 45,90 m je zmenšení vzdálenosti mezi koncem pravého křídla a hranicí stání. Vzdálenost by byla zmenšena na 7 m (1 m odstup cisterny od křídla + 3 m šířka cisterny + 3 m bezpečnostní odstup) při zachování prostoru kolem cisterny LPH při plnění. Touto redukcí by však bylo nutno změnit proces technického odbavení. Po vyložení zadní části nákladového prostoru by přijela cisterna LHP a plnila by letadlo. Mezitím by probíhalo odbavování předního nákladového prostoru. Po odjezdu cisterny by se pokračovalo odbavením zadního nákladového prostoru.

4.2.3 Kategorie C – optimální varianta

Jelikož pro minimální variantu hovoří spíše nevýhody a pro maximální variantu její šířka, je vhodné vytvořit optimální variantu, která je kompromisem mezi oběma řešeními. Těmi jsou u minimální její šířka (i přes to, že v případě optimální varianty bude zvětšena) a u maximální pohyb MMP kolem letadla. Kvůli kompromisu mezi variantami, počítáme u optimální varianty s nejčastějším letounem. V tomto případě se bude jednat o Airbus A320/Boeing 737-800.

Jelikož optimální variantu navrhujeme pro nejčastější letoun, je toto stání vybaveno pouze dvěma příčkami zastavení. Hloubka stání a posunutí příčky zastavení záleží na rozhledu pilota z kokpitu a na půdorysném profilu dráhy největšího vozidla, které bude vykonávat průjezd za letadlem. Zejména se jedná o cisterny LPH, které nejčastěji projíždí právě kolem ocasní části

letadla. Z tohoto důvodu je zde nutno nechat další 4 m na bezpečný průjezd cisterny tak, aby nezasahovala do výše zmíněných bezpečnostních 3 m. Zároveň také, aby nepřejela hranici odbavovací plochy. V této souvislosti je nutné připomenout, že v případě cisteren LPH a autobusů je povoleno vjet za hranici odbavovací plochy. Avšak na dobu nezbytně nutnou pro bezpečný příjezd k letadlu [11 – 3.3.2]. V součtu je tedy za obrysem ocasní části letadla Boeing 737-800 7 m volného prostoru. Celková hloubka tohoto stání tedy činí 44,2 m. [20]

Minimální varianta nedostačuje svojí šířkou pro bezpečný průjezd prostředků MMP. Naopak maximální varianta dovoluje průjezd všem druhům techniky v dostatečném operačním prostoru. Pro optimální variantu je nutný kompromis. Protože cisterna LPH ve většině případů plní letadlo do pravého křídla projíždí okolo levého křídla, průjezdem kolem ocasní části letadla, kde se stáčí k plnicímu ventilu. Opět buď plní nádrže zpod křídla, nebo zaparkuje ve vzdálenosti 1 m od konce křídla. Šířka samotné cisterny LPH se pohybuje okolo 3 m. Bezpečná vzdálenost od cisterny LPH, tak od hadic je 3 m. Hranici stání je možno umístit do vzdálenosti 6,5 m od konce pravého křídla. Na levé straně křídla je vzdálenost určena na 4 m. Jelikož vzdálenost na pravé straně nedostačuje v případě přistavení cisterny k pravému křídlu, je nutné nechat operační prostor pro techniku na vedlejším stání. Zároveň v případě přistavení cisterny LPH, je možné prostředky MMP využít průjezd za letadlem pro odbavení zadní části letadla. Myslíme tím především o tahače s vozíky, nebo pásové nakladače. V případě paletových nakladačů je příjezd kolem zadní části letadla také možný, ale ve většině případů se setkáme s příjezdem dvou nakladačů. Pro toto řešení není nutné přidat manipulační prostor na pravé straně cisterny. V případě plnění levého křídla je umožněn průjezd vozidel na vedlejším stání v koridoru šířky 3,5 m po odečtení bezpečnostní vzdálenosti 3 m od cisterny. [11]

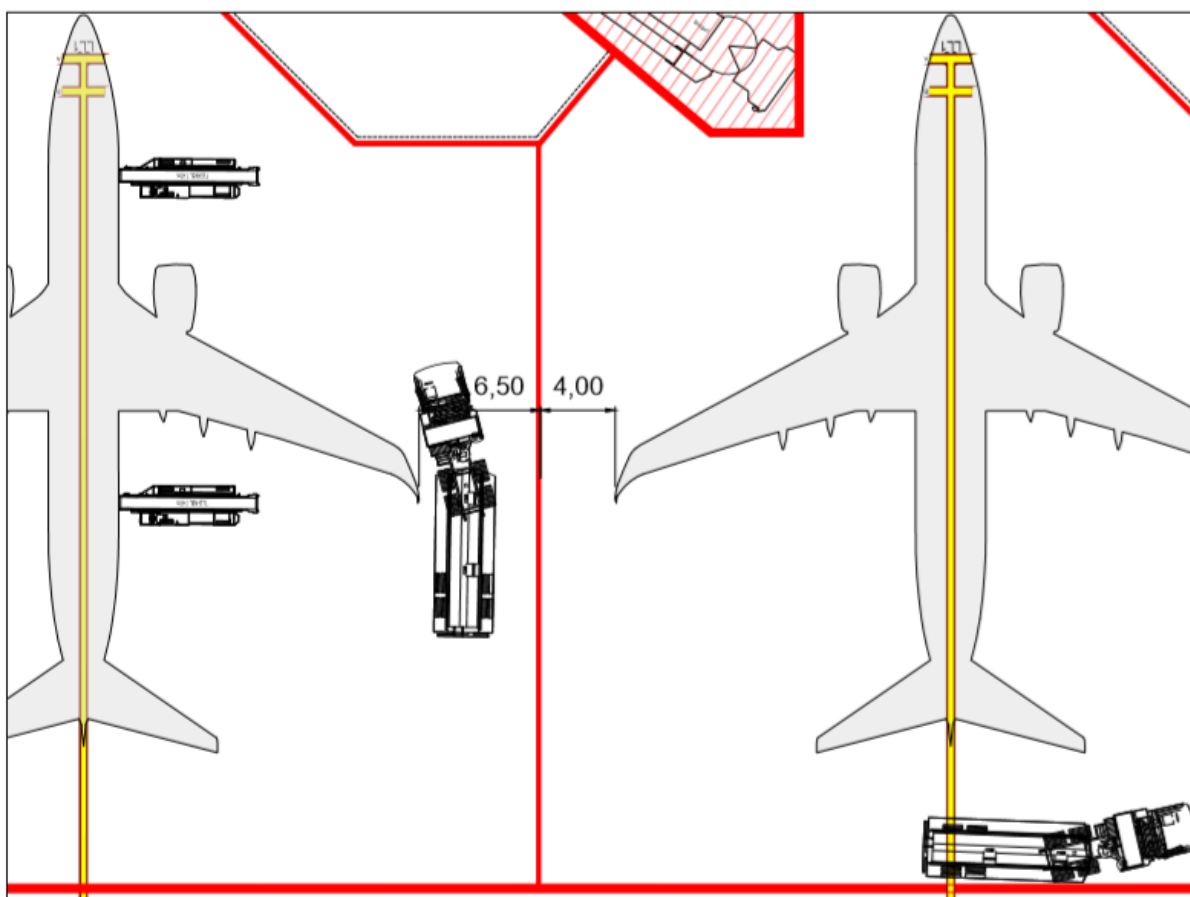
Návrh pohotovostního stání je stejný jako u předchozí varianty. I v tomto případě platí dostatečná plocha pro MMP s koridorem pro odjezd cisterny LPH a vzdáleností 7,5 m od pohonné jednotky letadla.

Níže uvedeme Tabulku 5 se základními charakteristikami daného návrhu:

Tabulka 5 Kategorie C – charakteristiky návrhu optimální varianty

Kategorie stání	C
Počet příček zastavení	1
Symetrické	Ne – (22,00 m / 24,50 m)
Šířka	46,50 m
Hloubka	40,62 m
Vzdálenost mezi letadly	10,50 m

Jak bylo zmíněno výše, tato varianta je kompromisem mezi minimální a maximální variantou. Je navržena pro nejčastější typy letadel, která budou toto stání využívat. I v této variantě se počítá s průchodem cestujících. Avšak je to omezeno přistavením cisterny a plněním letadla na vedlejším stání. V tomto případě není průchod cestujících umožněn. Pokud je přistavena cisterna, není jí možné bezpečně objet bez zasahování do vedlejšího stání. Pro zachování plynulosti odbavení a příjezdu k zadní části letadla je upraveno pohotovostní stání. Z tohoto stání je umožněn příjezd k pravé části letounu. Situace s přistavenou cisternou LPH a okótovanými vzdálenostmi operačního prostoru mezi křídly je znázorněna na Obrázku 9 níže. Schéma tohoto stání s okótovanými rozměry v Příloze 4.



Obrázek 9. Vzdálenost mezi křídly u optimální varianty a tvaru pohotovostního stání umožňujícího příjezd na vedlejší stání

4.2.4 Kategorie C – další možné varianty

Samotnou kapitolou v návrhu letadlových stání pro kategorii C by bylo umístění mostů a tvar budov terminálů, přístup k mostům a nouzové schodiště. V této práci se tímto zabývat nebudeme.

Ovšem připomeneme stručně další možnosti návrhu letadlového stání. V první řadě můžeme uvést návrh symetrického a nesymetrického stání. Šířka tohoto stání závisí na možnosti příjezdu MMP na stání, zejména tedy příjezdu cisterny ke křídlu. To můžeme řešit příjezdem přes vedlejší stání, jak bylo řešeno ve všech výše uvedených návrzích, tak příjezdem po obslužné komunikaci, kde okraj přilehlý k pojezdovému pásu tvoří zároveň hranici odbavovací plochy. Tato komunikace může být jednosměrná či obousměrná. Šířka této komunikace je navrhována v souladu s technikou, která ji bude využívat. Pokud se bude jednat pouze o cisterny LPH, je dostačující šířka 3,75 m, ale pokud také pro paletové nakladače, musí být šířka zvětšena na nejméně 4 m. Šířka komunikace není dána předpisem a určuje si ji provozovatel letiště. [2 – 3.4.9]

Toto řešení samozřejmě vyžaduje, aby mezi skupinou letadlových stání vznikla komunikace, která bude spojovat obslužnou komunikaci umístěnou u terminálu s touto obslužnou komunikací umístěnou na opačném konci stání.

Dalšími možnostmi je umístění a počet přiček zastavení, změna procesu technického odbavení (vyložení zadního nákladového prostoru, příjezd cisterny LPH a současné vyložení a naložení předního nákladového prostoru, odjezd cisterny a začátek nakládání zadního nákladového prostoru). Kombinací je nespočet a popsat a rozebrat je přesahuje rámec této práce.

4.3 Modelové stání – kategorie E

Druhou nejrozšířenější kategorií na velkých mezinárodních letištích jsou letadla kategorie E. Do této kategorie spadají takzvaná širokotrupá letadla. Jejich rozpětí je větší než 52 m, ale ne větší než 65 m. Do této kategorie spadá rodina letadel Airbus A330 a A350, stejně tak rodina Boeing 777 a 787. [21][22][23][24][25][26][27]

Tato letadla patří mezi nejrozšířenější na dlouhých mezikontinentálních tratích. To znamená tratě, které jsou delší než 3 000 km. Mohou být však použity také pro spojení velkých mezinárodních letišť v rámci kontinentu. Mezi společné charakteristiky těchto letounů můžeme uvést nákladový prostor uzpůsobený pro přepravu nákladu na paletách a dva až čtyři motory.

S klesajícím počtem objednávek nových letadel kategorie F (Airbus A380, Boeing 747-8) a nových technických řešení na moderních letadlech, se letadlové stání této kategorie stává nejrozšířenějším stáním u terminálů určených pro mezikontinentální lety. Těchto stání však mohou využít také letadla kategorie F. Ovšem v tomto případě s omezením na přilehlých stáních.

V další kapitolách si podrobně rozebereme návrh řešení letadlového stání pro letadla této kategorie.

4.3.1 Kategorie E – minimální varianta

V této podkapitole si přiblížíme první variantu návrhu, která je variantou s nejmenšími možnými rozměry letadlového stání. Opět jako v předešlé kapitole zabývající se letadlovým stáním pro kategorie C se jedná u všech návrhů o mostová stání s obslužnou komunikací na konci stání přiléhajících k budově terminálu.

Při zajištění a vytlačování letadla této kategorie je nutno dodržet minimální vzdálenost od překážky, která činí 7,5 m od obrysu letadla. Další vzdálenost, která se zde mění oproti kategorii C, je vzdálenost od pohonných jednotek. Výrobci doporučená bezpečná vzdálenost od pohonných jednotek je v rozmezí 4,6 – 7,6 m [22][23]. V našem případě bude vzdálenost 9 m z důvodu vývoje stále větších a silnějších pohonných jednotek. Tuto vzdálenost je potřeba dodržet jak při návrhu pohotovostního stání MMP, tak vzdálenosti od nástupních mostů.

Opět tedy máme dvě vzdálenosti, kterými se budeme při návrhu řídit. Jelikož předpis ICAO udává vzdálenost 7,5 m na letadlovém stání, můžeme tuto hodnotu použít pro krajní variantu návrhu. Vzdálenost mezi koncem křídla letadla na stání a koncem křídla letadla na vedlejším stání tedy bude 7,5 m. V tomto návrhu opět máme jedinou osu stání, ale dvě příčky zastavení. Příčka zastavení je opět umístěna v takové vzdálenosti od hranice stání přilehlé k budově terminálu a zároveň od obslužné komunikace, aby byla zajištěna vzdálenost minimálně 7,5 m od obrysu letadla. Současně v takové vzdálenosti, aby v případě výpadku dokovacího systému byla zajištěna viditelnost zaměstnance letiště při navigování na stání a příčku zastavení. Tato vzdálenost musí být nejméně 20,26 m pro Boeing 747-400, respektive 14,20 m pro Airbus A350 [23][24]. Příčky zastavení jsou uspořádány následovně:

1. 0,00 m – Airbus A330/340/350, Boeing 777/787
2. 6,50 m – Boeing 747-400

Nejdříve zjistíme potřebnou šířku letadlového stání pomocí letadla s největším rozpětím křídel v této kategorii. Největší rozpětí křídel má Boeing 777-9, který má rozpětí nesložených konců křídel 71,76 m. Toto rozpětí však spadá již do kategorie vyšší, a to kategorie F. Mechanismus na konci křídla u tohoto letadla dovoluje sklopit koncové části křídel. Díky tomuto řešení se zmenší rozpětí na 64,82 m a vyhovuje tedy předpisům pro kategorii E. Zároveň se jedná o nejdelší letoun, a proto jej lze použít i pro návrh hloubky letadlového stání. Vzhledem k tomu, že se jedná o návrh minimální varianty, bude vzdálenost mezi konci křídel přilehlých letadel

7,5 m. Letadlové stání je navrženo jako symetrické vzhledem k ose stání. Vzdálenost mezi koncem křídla a osou značení hranice stání je 3,75 m. [2][26]

Hloubka letadlového stání u minimální varianty je shodná s postupem v kapitole 6.2.1. Hranice odbavovací plochy tedy může být přímo na okraji obrysu ocasních ploch největšího letounu, kterým je Boeing 777-9.

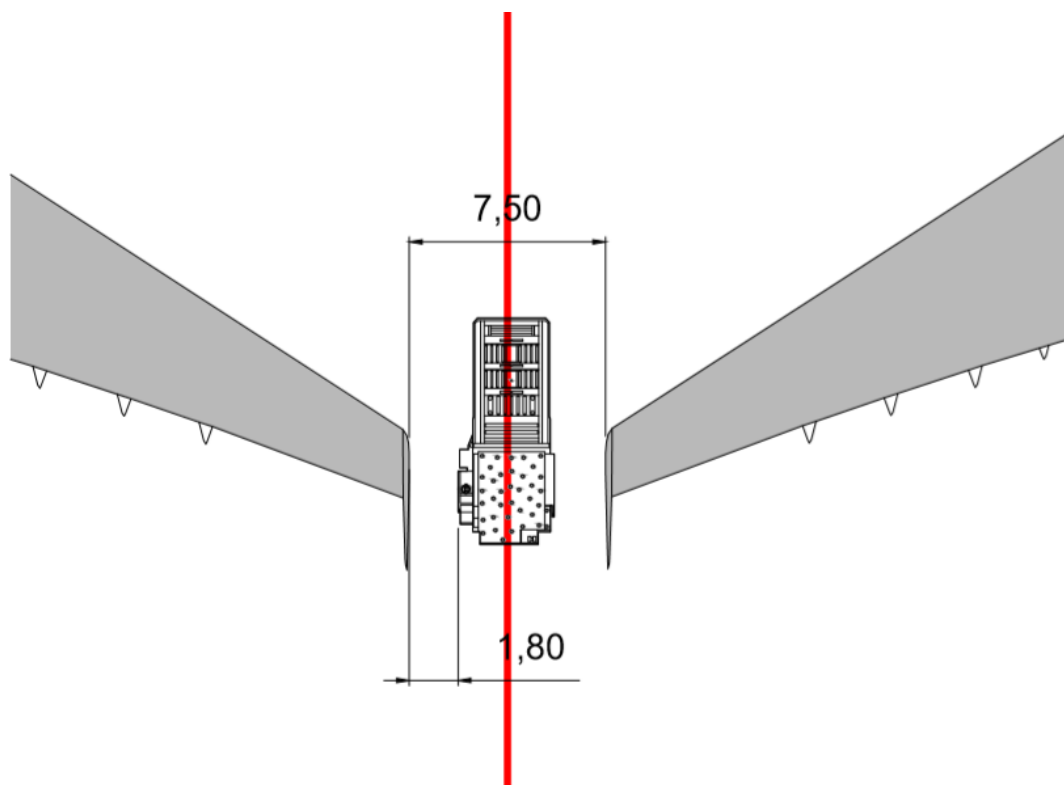
Zmíněna byla také vzdálenost pohotovostního stání MMP od pohonné jednotky. Ta je zvolena na 9 m, ačkoli výrobci uvádějí menší vzdálenost. Plocha tohoto stání musí být dostatečná ke shromáždění veškeré techniky podílející se na technickém odbavení letadla. Vzdálenost hranice pohotovostního stání od předě letadla je opět daná minimální vzdáleností na letadlových stáních pro kategorii F a to 7,5 m. [2]

Základní charakteristiky tohoto jsou uvedeny v Tabulce 6 níže:

Tabulka 6 Kategorie E – charakteristiky návrhu minimální varianty

Kategorie stání	E
Počet přiček zastavení	2
Symetrické	Ano – (36,00 m / 36,00 m)
Šířka	72,00 m
Hloubka	70,00 m
Vzdálenost mezi letadly	7,50 m

Jako v předchozí kapitole věnující se minimální variantě návrhu letadlového stání pro kategorii C, i zde je výhodou z pohledu tohoto řešení úspora místa. Ovšem i zde převládají nevýhody. Nejvýraznější nevýhodou je omezený manipulační prostor kolem křídel. Přestože křídlo již bývá ve velké výšce nad odbavovací plochou (nejméně 6,06 m u Airbusu A330-300), je vhodné, aby se veškerá technika pohybovala v bezpečnostním odstupu. To znamená výše zmíněné 3 m. Jestliže není přilehlé stání obsazené, mohou prostředky MMP využít příjezdu k letadlu přilehlé stání. Potom je vzdálenost 3,75 m od osy hranice stání dostatečná. Jiná situace vznikne, pokud je přilehlé stání obsazené. Vzdálenost konců křídel letadel je 7,5 m a bezpečnostní odstup od jejich obrysu je 3 m. Pro průjezd techniky nám tedy vyjde prostor šířky 1,5 m. Tato šířka je dostatečná pouze pro průchod cestujících. Šířka tohoto pásu by byla 2x 0,75 m. Na Obrázku 10 na další stránce je zobrazena oblast kolem konců křídel letadel Boeing 777-9 se zvýrazněnou vzdáleností. Pro pochopení nedostatečné vzdálenosti je přidán také paletový nakladač s okótovanou vzdáleností od kraje křídla. Schéma stání s okótovanými rozměry v Příloze 5. [26]



Obrázek 10. Vzdálenosti mezi letadly Boeing 777-9 a MMP u minimální varianty

4.3.2 Kategorie E – maximální varianta

Opakem předchozí varianty je varianta maximální. V této variantě je zajištěna dostatečná vzdálenost mezi letadly pro bezpečný průjezd MMP, tak také zvětšení prostoru mezi letadlem a hranicí odbavovací plochy. I zde navrhujeme stání pro největší možný letoun Boeing 777-9. Počet nástupních mostů a příček zastavení zůstává stejný jako u předchozího návrhu.

Nejdříve určíme hloubku stání. Hloubka stání měřená od první příčky zastavení se určí opět podle největšího letadla kategorie F, pro které je toto stání dimenzované. Nejdelším letadlem je Boeing 777-9, který má délku 76,73 m. Pro tento účel je však důležitější vzdálenost od předového podvozku k obrysu ocasních ploch. Tato vzdálenost je 70,84 m. Bezpečnostní vzdálenost od obrysu letadla je 3 m. Pro průjezd MMP kolem ocasní části letadla, zejména cisteren LPH, je nutno vzdálenost mezi obrysem letadla a hranicí odbavovací plochy navýšit. Pro náš návrh byl použit Dopravní řád Letiště Praha Ruzyně [11], který určuje maximální rychlost pohybu na letadlovém stání 5 km/hod. Tato rychlost odpovídá zhruba rychlosti chůze. Pokud projíždí vozidlo (cisterna LPH) kolem ocasní části letadla ve vzdálenosti 3 m od obrysu, potřebuje pro tento manévr prostor šířky 5 m. Minimální vzdálenost od obrysu ocasních ploch a hranice odbavovací plochy je tedy 8 m. Celková hloubka stání je v tomto návrhu

zaokrouhlena na 79 m. Šířka tohoto stání se mění s ohledem na zajištění prostoru pro prostředky odbavení. Zatímco na levé straně vzroste vzdálenost na předpisových 7,5 m od konce křídla k hranici letadlového stání, na pravé straně se vzdálenost zvýší na 8 m. Tato vzdálenost je dostačující pro pohyb MMP mimo bezpečnostní odstup od letadla. Některá letadla jsou vybavena volitelným plnicím ventilem¹⁶ na levém křídle. Pokud je letadlo vybaveno tímto ventilem, potom je plněno do levého křídla. Letadla, která tento plnicí ventil nemají jsou plněna do pravého křídla. Pokud tedy cisterna LPH plní do levého křídla, přijíždí z obslužné komunikace přes pohotovostní stání daného letadlového stání. Cisterna zajíždí až k plnicímu ventilu v křídle. Opuštění stání provádí odjezdem přes přilehlé stání na levé straně, případně na obslužnou komunikaci, pokud je na této straně zřízena. Pro tankování do pravého křídla je tento postup opačný. Vzdálenost 8 m umožňuje také v případě poruchy mechanismu pro sklopení koncových částí křídla zachování potřebné vzdálenosti pro pohyb MMP. Varianta, že by na přilehlém stání stál také Boeing 777-9 s porouchaným mechanismem, je možná, nicméně ne tolik pravděpodobná. V případě, že bychom chtěli s touto eventualitou počítat, je nutno zvýšit vzdálenost mezi letadly téměř na 17 m. [26]

Návrh a umístění pohotovostního stání MMP je shodný s minimální variantou. To znamená hranice stání umístěna ve vzdálenosti 9 m od pohonné jednotky a 7,5 m od předě letadla.

V následující Tabulce 7 jsou uvedeny charakteristiky této varianty stání společně s variantou poruchy mechanismu sklápění konců křídel u Boeingu 777-9.

Tabulka 7 Kategorie E – charakteristiky návrhu maximální varianty

Varianta	Bez poruchy	Porouchaný mechanismus
Kategorie stání	E	E
Počet příček zastavení	2	2
Symetrické	Ne – (39,90 m / 40,40 m)	Ano – (44,30 m / 44,30 m)
Šířka	80,30 m	88,60 m
Hloubka	80,00 m	80,00 m
Vzdálenost mezi letadly	15,50 m	17,00 m

Z této tabulky vyplývá možnost použití varianty s porouchaným mechanismem také pro kategorii letadel F (Airbus A380 má rozpětí křídel 79,75 m) [28]. Nevýhodou obou variant je velký zábor plochy vzhledem k šířce stání. Výhodou je neomezení vedlejšího letadlového stání pohybem techniky a tedy zajištění bezpečného a rychlého odbavení letounu na obou stáních.

¹⁶ v angličtině označováno jako refuel/defuel coupling [8]

Šířka umožňuje vytvoření většího manipulačního prostoru pro prostředky MMP, tak umožnění pohybu leteckých mechaniků (pomocí vysokozdvížné plošiny) v případě závady mechanismu, jestliže není možnost přetáhnout letadlo do hangáru údržby. Schéma stání s okótovanými rozměry v Příloze 6.

4.3.3 Kategorie E – optimální varianta

Tato varianta vzniká průnikem obou předchozích variant. Varianty minimální a maximální. V této variantě však nebudeme uvažovat variantu z předchozí kapitoly, že letadlo má poruchu mechanismu sklápění konců křídel. Pokud bychom o tomto uvažovali, šířka letadlového stání se bude blížit předchozí variantě.

Stejně jako v kapitole 6.2.3 budeme u tohoto návrhu uvažovat nejčastější typ letadla a pozemních prostředků pro odbavení. V tomto případě budeme stání navrhovat pro letoun Boeing 777-300. Samotné letadlové stání se neliší počtem příček zastavení ani počtem nástupních mostů. U letadel této kategorie se nesetkáme s nástupem a výstupem cestujících pomocí schodů přistavených k zadní části letadla. I zde však najdeme letiště a společnosti, které tento způsob požadují pro zkrácení doby průletu letadla. Setkáme se s nimi spíše na průjezdných letadlových stáních, než na stání typu push-in/push out.

Hloubka této varianty stání je dána vzdáleností od první příčky zastavení po hranici odbavovací plochy. Hranici odbavovací plochy určíme opět pomocí letounu Boeing 777-300. Bezpečnostní odstup od obrysu ocasních ploch činí 3 m. U některých letišť se však tato vzdálenost může měnit. Například letiště Frankfurt nad Mohanem má ve svém dopravním řádu uvedenou vzdálenost 2 m od obrysu letadla [29]. Dále je nutno započítat šířku průjezdu pro cisternu LPH. Šířka tohoto průjezdu okolo ocasních ploch je 5 m. Hranice odbavovací plochy je tedy vzdálena 8 m od ocasních ploch.

Stání je voleno jako nesymetrické. Vzdálenost od pravého křídla ke značení hranice letadlového je stání 5 m. Tato vzdálenost zaručuje bezpečný pohyb techniky kolem konce křídla. U levého křídla je vzdálenost zvolena na 4 m, přičemž je zachována minimální vzdálenost od konců křídel nebo pevné překážky. Tato vzdálenost je součtem bezpečnostní vzdálenosti a přidané rezervy pro případ, že dojde k přejezdu hranice stání prostředkem MMP, které odbavuje letadlo na vedlejším stání. Zároveň tento prostor slouží k příjezdu vozidel úklidu, nebo cateringu k zadním dveřím letadla. Výška konců křídel nad plochou je v případě letounu Boeing 777 7,29 m. Ta zaručuje, že v případě přiblížení techniky až ke křídlu nedojde k poškození křídla. Aby tyto situace nenastávaly, jsou postupy pro odbavení letadla dané místa, kde se umísťují dopravní kužely k vymezení prostoru, do kterého technika nesmí.

Základní charakteristiky optimální varianty stání pro kategorii E v Tabulce 8 níže:

Tabulka 8 Kategorie E – charakteristiky návrhu optimální varianty

Kategorie stání	E
Počet příček zastavení	2
Symetrické	Ne – (36,40 m / 37,40 m)
Šířka	73,80 m
Hloubka	77,50 m
Vzdálenost mezi letadly	9,00 m

Oproti variantě maximální je zde úspora šířky 6,5 m (80,30 m proti 73,80 m). Variantu s poruchou nelze v tomto případě srovnat, protože toto stání není pro tento případ navrženo.

Výhodou je tedy zejména úspora šířky stání při zajištění pohybu MMP bez omezení přilehlých stání. Jak bylo zmíněno výše, některá letiště umožňují zmenšení bezpečnostního odstupu.

Dalšími možnostmi, jak ušetřit místo na letišti, a tím zmenšit šířku letadlového stání, je použití obslužné komunikace na hranici odbavovací plochy a letadlového stání. Tato komunikace slouží k příjezdu techniky podílející se na technickém odbavení zadní částí letounu. Můžeme sem zařadit paletové nakladače, pásové dopravníky, tahače s vozíky atd. Technika tedy nemusí projíždět kolem konců křídel (opuštění stání se provádí použitím této komunikace) a může dojít k redukci šířky stání. Šířka v tomto případě může být stejná jako u krajní varianty. Podle tvaru terminálu a počtu letadlových stání je však nutné vybudovat v určité vzdálenosti spojovací komunikaci s obslužnou komunikací přilehlou k terminálu. Spojovací komunikace může sloužit jako hranice sousedních stání. Je také nutné doplnit předpisy pro provoz na těchto komunikacích, včetně používání dopravního značení. Komunikace je umístěna ve vzdálenosti 3 m od obrysu letadla a její okraj, přilehlý k odbavovací ploše, je určen hranicí letadlového stání a odbavovací plochy. Šířka této komunikace musí být navržena v souladu s technikou, která bude této komunikace využívat. Schéma stání s okótovanými rozměry v Příloze 7. [2]

4.4 Modelové stání – kategorie F

Nejnáročnějším letadlovým stáním z hlediska záboru plochy jsou jednoznačně stání pro kategorii F. S těmito letadly se setkáme na většině mezinárodních letišť. Letadla této kategorie se někdy také nazývají „super“. Jejich rozpětí křídel je od 65 m až do, ale ne včetně 80 m. Patří sem letadla Airbus A380 a Boeing 747-8. [2][28][30]

Do jejich kompetence patří dlouhé mezikontinentální lety, ale také lety na kratší vzdálenosti (do 2 000 km). Mezi jejich společné charakteristiky patří stejně jako u letadel předešlé kategorie nákladový prostor uzpůsobený pro přepravu palet a v tomto případě čtyři motory.

S klesající poptávkou po nových letadlech kategorie F a s rostoucí poptávkou po letadlech nižší kategorie z důvodů šetření životního prostředí, úspory paliv atd., je při návrhu letadlového stání zohledňováno použití tohoto stání jinými typy letadel. Zde hovoříme především o systému MARS, který umožňuje použít toto stání také pro dvě letadla kategorie C. Tento systém si rozebereme v samostatné podkapitole.

4.4.1 Kategorie F – minimální varianta

Jako v předchozích kapitolách přiblížíme nejdříve minimální variantu. Tato varianta má nejmenší možnou šířku a hloubku. Jedná o mostové stání s obslužnou komunikací přilehlou k budově terminálu.

Při zajištění a vytlačování letadla je i pro letadla této kategorie nutno dodržet minimální vzdálenost od pevné překážky, která činí 7,5 m od obrysu letadla. Stejně jako v předchozí kapitole 6.3 pojednávající o návrhu pro letadla kategorie E je bezpečnostní odstup od pohonných jednotek 9 m. Tuto vzdálenost je potřeba dodržet při návrhu pohotovostního stání MMP.

Předpis ICAO udává minimální vzdálenosti na letadlovém stání pro kategorii F 7,5 m. Tuto vzdálenost můžeme použít v této variantě pro vzdálenost mezi konci křídel sousedních letadel. I v tomto návrhu je použita pouze jedna osa stání a dvě příčky zastavení. Umístění příčky zastavení závisí na vzdálenosti, na niž je z kokpitu vidět na zem. V případě výpadku dokovacího systému bude stát před samotným stáním zaměstnanec místního ŘLP¹⁷, zaměstnanec letiště nebo externí firmy. Jeho činností bude navigovat letadlo na osu stání a příčku zastavení. V případě Airbusu A380 je vzdálenost 17,36 m, respektive 19,35 m pro Boeing 747-8 [28][30]. Vzdálenost první příčky zastavení od hranice stání přilehlé k terminálu je 13,80 m. Umístění příček zastavení je následovné:

1. 0,00 m – Airbus A380,
2. 4,80 m – Boeing 747-8.

Takto uspořádané příčky zastavení umožňují zachování rozhledu z kokpitu obou typů letadel.

U tohoto stání se také mění počet nástupních mostů pro nástup a výstup cestujících. U této kategorie se nejčastěji setkáme se třemi nástupními mosty. Přestože pro výstup a nástup cestujících z letadla Boeing 747-8 stačí pouze 2 mosty (oba mosty obsluhují spodní palubu),

¹⁷ ŘLP – řízení letového provozu

pro odbavení Airbusu A380 jsou doporučené mosty 3 (2 mosty spodní paluba, jeden most horní paluba). Zároveň třetí most není vybaven schody (most, který je použit pro horní palubu) z důvodu výšky mostu nad plochou. Všechny mosty mohou být stejných rozměrů.

Pro zjištění šířky stání je potřeba letadlo s největším rozpětím křídel. V této kategorii se jedná o Airbus A380 s rozpětím 79,75 m. U této varianty můžeme použít nejmenší vzdálenost danou předpisem mezi letadly na letadlovém stání. Vzdálenost tedy mezi koncem křídla a hranicí letadlového stání bude 3,75 m. Stání je navrženo jako symetrické. Hloubku stání nám určuje nejdelší letadlo této kategorie Boeing 747-8. Hloubka stání od první příčky zastavení je 72,5 m.

Pro návrh pohotovostního stání MMP a umístění nástupních mostů je nutno zvolit letoun, jehož obrys pohonných jednotek a přídě je nejbližší k budově terminálu. V kategorii F a v této konfiguraci příček zastavení se jedná o Airbus A380. Vzdálenost pohotovostního stání MMP od pohonných jednotek je nejméně 9 m. Vzdálenost pohotovostního stání od přídě letadla je zvolena na 7,5 m. Tvar a plocha pohotovostního stání opět závisí na počtu techniky potřebné k technickému odbavení letadla tak k zajištění bezpečného opuštění stání cisternou LPH. Vzdálenost nástupních mostů od letadla, respektive pohonných jednotek, může stejná jako v případě pohotovostního stání.

Základní charakteristiky tohoto návrhu jsou shrnuty v následující Tabulce 9:

Tabulka 9 Kategorie F – charakteristiky návrhu minimální varianty

Kategorie stání	F
Počet příček zastavení	2
Symetrické	Ano – (43,60 m / 43,60 m)
Šířka	87,20 m
Hloubka	72,50 m
Vzdálenost mezi letadly	7,50 m

Schéma tohoto stání v příloze 8. Výhodou tohoto řešení je úspora plochy záboru. Vzhledem k tomu, že se jedná o největší dopravní letadla současnosti, je úspora vhodná, ačkoli vzhledem k optimální variantě není významná. Nevýhodou je opět omezený manipulační prostor pro techniku podílející se na odbavení letadla na stání. Průjezd techniky odbavující zadní část letadla je umožněn pouze tehdy, pokud není přilehlé stání obsazené. Vzdálenost 3,75 m od konce křídla k hranici stání nedostačuje pro bezpečný průjezd techniky. Avšak i s tímto řešením se můžeme u některých evropských letišť setkat. Například letiště Frankfurt nad Mohanem má šířku stání odpovídající krajní variantě. Té je dosaženo i bez použití obslužné

komunikace na hranici odbavovací plochy úpravou dopravního řádu pro dané letiště. Bezpečnostní zóna kolem letadla je na tomto letišti 2 m. V tomto předpise se navíc můžeme dočíst, že daná vzdálenost se týká pouze zaparkované techniky. Pro průjezd techniky kolem letadla není stanovena žádná vzdálenost. Stejný případ můžeme také najít u letiště Mnichov, kde je bezpečnostní zóna 4 m [31].

4.4.2 Kategorie F – optimální varianta

Pro kategorii F nenavrhujeme maximální variantu, která by byla opakem minimální varianty. To znamená vzdálenost od konce křidel k hranici stání 7,5 m namísto 3,5 m. Nyní si rozebereme optimální variantu návrhu, která je opět kompromisem z hlediska zvolených předpisů pro pohyb na odbavovací ploše a manipulačním prostorem pro techniku. [2]

Jednou z variant optimální varianty je varianta MARS, kterou si rozebereme v následující podkapitole. Druhou variantou je letadlové stání s rozměry přizpůsobenými předpisům daného letiště.

Optimální varianta stání se liší od minimální varianty v šířce a v hloubce stání. Hloubka stání navrhujeme pro letoun Boeing 747-8, který je delší než Airbus A380. Výška ocasní části letounu Boeing 747-8 je dostatečná pro bezpečný průjezd techniky v minimální vzdálenosti od obrysu ocasních ploch [32][30]. Současně je prostor za křídly dostatečný pro otočení cisterny LPH při využití plného rádiusu a při minimální rychlosti. Z toho důvodu je možné nechat hranici odbavovací plochy na hraně obrysu ocasních ploch. Změnou šířky se stání mění na nesymetrické. U levého konce křídla je zvolena vzdálenost k hranici stání 4 m. Tato vzdálenost se skládá z bezpečnostního odstupu 3 m a rezervy 1 m přidané z důvodu zvětšení manipulačního prostoru na vedlejším stání. U pravého konce křídla je vzdálenost 5 m. Výška křídla je v tomto bodě více než 5 m a je dostatečná pro bezpečný průjezd techniky [24][28]. Ta se skládá z bezpečnostního odstupu 1 m od obrysu konce křidel a manipulačního prostoru šířky 4 m, která je dostatečná jak pro průjezd cisterny LPH, tak pro průjezd paletového nakladače, jehož šířka může být až 4 m, který je potřeba pro odbavení. Níže je uvedena Tabulka 10 se základními charakteristikami stání:

Tabulka 10 Kategorie F – charakteristiky návrhu optimální varianty

Kategorie stání	F
Počet příček zastavení	2
Symetrické	Ne – (43,90 m / 44,90 m)
Šířka	88,80 m
Hloubka	72,50 m
Vzdálenost mezi letadly	9,00 m

Rozdíl šířky optimální a minimální varianty činí 1,6 m. Tento rozdíl je způsoben přidáním manipulačního prostoru v blízkosti křídel letadel. Ten nám zaručí bezpečný průjezd kolem konců křídel i pro vyšší vozidla. Nevýhodou tohoto stání je především jeho šířka, která dosahuje 90 metrů. Zaručuje však bezpečný proces odbavení bez omezení vedlejšího stání. Některá letiště mají stání pro tuto kategorii v malém počtu v blízkosti stání pro ostatní kategorie. Zejména důsledkem velké šířky samotného stání vznikají na tomto stání alternativní osy stání, které potom mohou být využity letadly zejména kategorie C. Někde se také setkáme s tím, že stání je určeno kategorii E, ale má možnost obsloužit také letadlo kategorie F. V tomto případě je možné přilehlá stání dočasně uzavřít, aby byla zachována vzdálenost mezi letouny dle předpisu. V následující kapitole si přiblížíme způsob úpravy tohoto stání tak, aby v případě neobsazenosti stání letadlem kategorie F posloužilo k odbavení letadel kategorie C. Výhodou tohoto řešení je velikost manipulačního prostoru kolem letadla. S větší šířkou stání se setkáme zejména v asijských zemích na velkých mezinárodních letištích, která mají dostatek prostoru pro další rozvoj. Schéma stání s okótovanými rozměry v Příloze 9.

4.4.3 Kategorie F – systém s více odbavovacími plochami

Může nastat situace, kdy Airbus A380 je vytlačován z letadlového stání a na přiblížení jsou dvě letadla kategorie C. Po vytlačení Airbusu A380 vznikne velký prostor, který pokud by nebyl v konfiguraci MARS, umožnil by odbavení pouze jednoho letadla kategorie C. MARS konfigurace umožňuje zaplnění tohoto stání dvěma letadly této kategorie a jejich současné bezpečné a nezávislé odbavení. [33]

Stání MARS vychází z letadlového stání pro kategorii F. Rozměrově je stání určeno Airbusu A380/Boeingu 747-8. Jedná se o symetrické stání šířky 94,70 m. Ta je určena součtem rozpětí křídel letadla Airbus A380, které je 79,75 m, a minimálních vzdáleností daných předpisem 2x7,5 m. Šířkou se jedná o velkorysou variantu stání. Hloubka stání je stejná jako v předešlých variantách pro tuto kategorii, která je 81 m od příčky zastavení. Celková hloubka stání od hranice odbavovací plochy a hranice stání přilehlé k terminálu je 96,5 m. Od stání určené pouze pro letadla kategorie F se liší dvěma alternativními osami, každá se dvěma příčkami zastavení (obecně může být libovolný počet příček). Kromě alternativních os se také liší tvarem budovy nástupních mostů. Ten je volen tak, aby v případě stání letadla Airbus A380 byl zachován odstup nástupních mostů 9 m od pohonných jednotek, a také aby umožnil obsloužení letadel, které stojí na alternativních stáních. V případě stání letadel na alternativních stání se nepoužívá krajní most. Nástupní most, který je blíže ose stání musí mít

takové rozměry, aby ve vysunutém stavu byl schopen obsloužit letadlo na vzdálenějším alternativním stání. Délka jeho tubusu ve vysunuté poloze se může pohybovat až k 44 m [34]. Vzdálenější most se používá pro přilehlé stání. Jeho délka musí být taková, aby bezpečně obsloužil A380. Je vhodné řešit tvar budovy, ze které se vstupuje/vystupuje do nástupních mostů, jelikož mosty se dělají ve většině případů na zakázku a dlouhé mosty jsou po finanční stránce náročné. Příklad řešení budovy s nástupními mosty u konfigurace MARS můžeme nalézt na letišti Václava Havla, stání 1.

Jak bylo v předchozím odstavci uvedeno, liší se dvěma alternativními stáními. Každé alternativní stání má své příčky zastavení, které jsou určeny jak pro letadla Airbus, tak pro Boeing. Pro přehlednost označíme alternativní stání vpravo od osy jako **stání 1** a stání vlevo od osy jako **stání 2**. Vzdálenosti příček zastavení na alternativních stáních jsou následovné:

Stání 1:

- 0,00 m – Boeing 737-600/700/800/900/MAX,
- 1,00 m – Airbus 318/319/320/321.

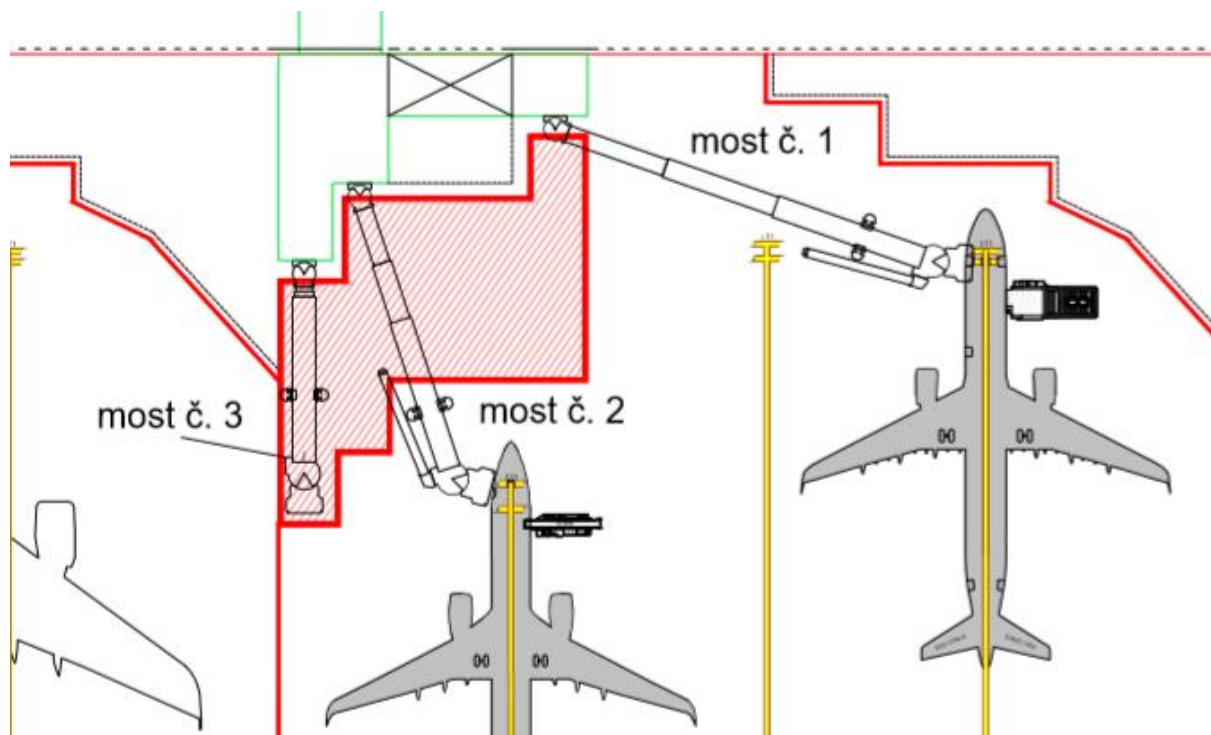
Stání 2:

- 0,00 m – Boeing 737-600/700/800/900/MAX,
- 2,50 m – Airbus 318/319/320/321.

Umístění těchto alternativních stání na stání v této konfiguraci závisí na typu letadla, pro které stání navrhujeme. Lze například navrhnout stání v konfiguraci MARS, kde lze na jednom alternativním stání využít letadla s větším rozpětím a na druhém s menším rozpětím, a tím docílit zmenšení šířky samotného stání. Ve většině případů jsou obě alternativní stání navrhována pro největší letadla kategorie C. To zajistí pohodlné technické a obchodní odbavení jak těchto letadel, tak letadel s menším rozpětím. Pro návrh umístění alternativních os a příček zastavení je nutné postupovat tak, aby nebyla překročena maximální hodnota operačního rádiusu nástupního mostu. Proto je třeba u tohoto řešení počítat s úpravou budovy nástupních mostů. Pro návrh alternativních stání použijeme letoun s největším rozpětím křídel kategorie C. Vzhledem k tomu, že samotné stání je dimenzované pro letadla kategorie F, nemusíme řešit prostor za letadlem. Letadlo Boeing 737 MAX 8 má největší rozpětí z kategorie C. Minimální vzdálenost na stáních pro kategorii C činí 4,5 m. Důležité je dodržet maximální/minimální operační rádius nástupních mostů 1 a 2. Schéma a označení mostů najdeme na Obrázku 11 na následující stránce. [16]

Nástupní most č. 1 obsluhuje stání 1 zatímco most č. 2 obsluhuje stání 2. Nejprve je nutné umístit osu a příčku zastavení pro alternativní stání 2. Osa alternativního stání je v tomto případě umístěna v takové vzdálenosti od levé hranice letadlového stání, aby vzdálenost křídla

od této hranice činila 4,5 m. Osa alternativního stání je poté umístěna ve vzdálenosti rovnající se součtu této vzdálenosti, a polovině rozpětí křídla letounu.

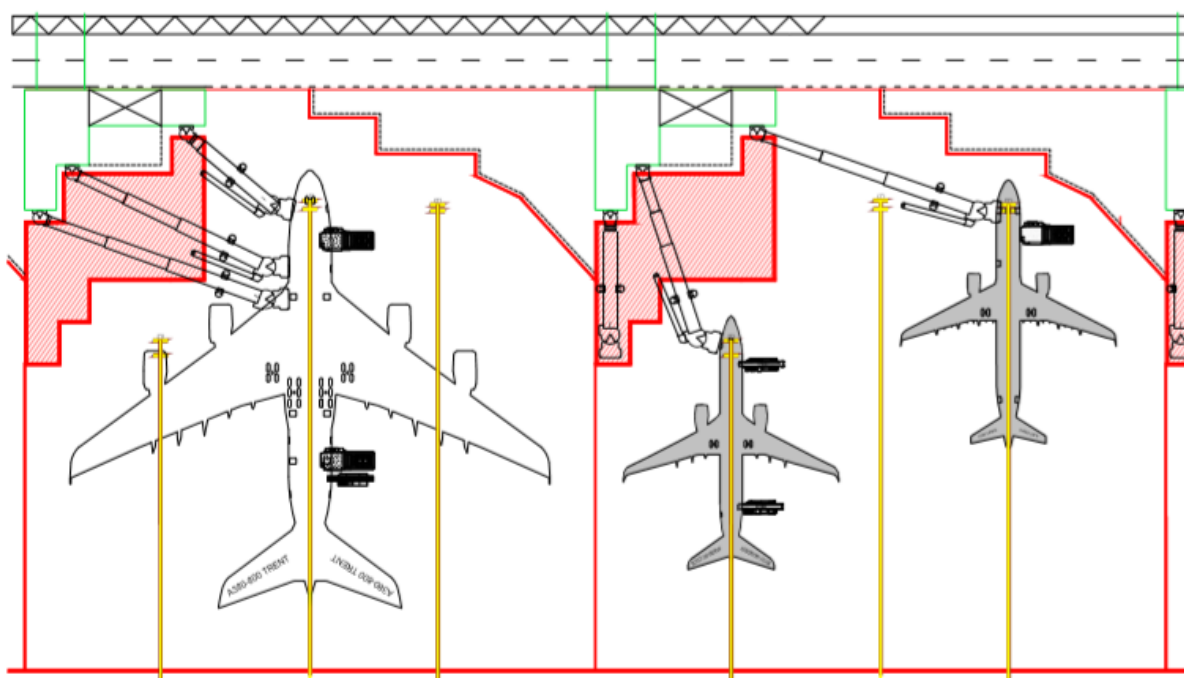


Obrázek 11. Schéma a označení nástupních mostů na stání MARS

Příčka zastavení je umístěna v takové vzdálenosti, aby byla zachována minimální vzdálenost 4,5 m. V tomto případě není potřeba klást důraz na minimální operační rádius nástupního mostu č. 2, jelikož jeho umístění umožňuje jak odbavení letounu na alternativním stání, tak odbavení letounu na hlavním letadlovém stání. Zároveň je umístěn tak, aby v případě stání letounu Airbus A380 svým tělesem nezasahoval do operačního prostoru mostu č. 3, který obsluhuje horní kabinu letounu.

Umístění alternativního stání 1 je dáno maximálním rádiusem operačního mostu č. 1 a zajištění minimální vzdálenosti od alternativního stání 2. Alternativní stání 2 si v tomto případě můžeme představit jako obálku, jejíž rozměry odpovídají odstupu 4,5 m od půdorysu letadla (zejména konce křídel, ocasní části a přídě letadla). Alternativní stání má stejné rozměry jako stání 2. Jeho umístění je vhodné volit tak, aby mezera mezi těmito obálkami byla nejméně 1 m. Je také možné tuto mezeru vypustit, ale tím nám zanikne určitý manipulační prostor pro technické prostředky. Příčky zastavení alternativních stání jsou posunuty vůči sobě s rozdílem 22,5 m. V případě umístění pohotovostního stání je nutné dodržet vzdálenost 9 m od pohonných jednotek a zároveň minimální vzdálenost 4,5 m od trupu letadla.

Umístění alternativních stání umožňuje i v případě pohybu na druhém alternativním stání odbavení letadla. Jedinou omezující podmínkou je nemožnost podjíždět nástupní mosty. Zde můžeme jmenovat možnost úpravy budovy a umístění nástupního mostu č. 1 tak, aby byl zajištěn průjezd vozidel pod touto budovou. Ten umožňuje příjezd techniky v případě obsazení alternativního stání 1, tak stání 2 bez nutnosti objíždět letoun na alternativním stání 1. Další výhodou je v případě stání cisterny LPH u levého křídla letounu na stání 1. V tomto případě není nutno přerušovat odbavení a nakládku/vykládku zavazadel. Prostředky MMP použijí průjezd kolem pravého křídla a ocasní části bez omezení odbavení na druhém alternativním stání. Druhým případem je omezení předpisy daného letiště, které neumožní v případě kritické části na vedlejším alternativním stání pohyb techniky. Na následujícím Obrázku 12 je znázorněno možné uspořádání stání konfigurace MARS s průjezdem pod budovou nástupních mostů. Na obrázku vidíme na levém letadlovém stání letoun Airbus A380 s přistavenými nástupními mosty. Vedlejší stání je obsazeno letouny Boeing 737-900 a Airbus A321 společně s přistavenými mosty č. 1 a č. 2. Na tomto plně obsazeném stání vynikne především operační prostor pro techniku. Znázorněn je také průjezd pod budovou. Přejezd operační zóny nástupního mostu je však možný pouze v případě, že s žádným z mostů není manipulováno a nesvítil výstražné oranžové světlo. Zastavení a stání na této ploše je zakázáno. [11]



Obrázek 12. Možná konfigurace stání MARS

Schéma tohoto stání s okótovanou hloubkou a šířkou stání a vzdáleností hranice stání od křídla z alternativního stání najdeme v Příloze 10.

5 Závěr

Letecká doprava patří mezi jedno z nejrychleji se rozvíjejících se odvětví. S rostoucím počtem letadel ve vzduchu souvisí také zvýšení pohybů na letištích. V krajních situacích se můžeme setkat s případem, kdy je na letišti nedostatek letadlových stání a letadla musí vyčkávat na uvolnění stání. Tyto situace způsobují nárůst zpoždění letů, který je nežádoucí jak pro leteckou společnost, cestující tak provozovatele samotného letiště. Z toho důvodu provozovatel přistoupí, pokud to podmínky dovolují, k rozšíření letiště a výstavbě nových letadlových stání.

V této práci jsme se zaměřili na způsob návrhu modelových letadlových stání pro tři nejrozšířenější kategorie letadel. Od kategorie C, která zahrnuje letadla rodin Airbus A320 a Boeing 737 přes letadla kategorie E zahrnující letadla typu Airbus A330/340 a Boeing 787/777. Poslední kategorií, pro kterou byla navrhována letadlové stání jsou letadla Airbus A380 a Boeing 747-8, která patří do kategorie F.

V první části byla analýza letadlových stání na letištích v různých zemích světa. Zejména jejich šířky a hloubky. Tyto podklady byly využity v kapitole 2, která se zabývá přístupem k návrhu letadlových stání z pohledu provozovatele letiště, společnosti a technické vybavenosti samotného stání. V kapitole 3 jsou přiblíženy nároky kladené na velikost prostoru kolem letadla. Zde byly využity vlastní zkušenosti získané během působení v oblasti odbavení letadel. V následující kapitole 4 je popsán způsob návrhu modelového stání. Zde bylo využito softwarových programů k vytvoření návrhů modelových letadlových stání, které jsou součástí příloh. Pro každou kategorii letadel byly zpracovány tři varianty návrhu letadlového stání. Varianta minimální, maximální a optimální. V případě minimálních variant, které se řídí minimem daným předpisem ICAO, je předvedeno, že tato vzdálenost nedostačuje pro bezpečné průjezdy techniky kolem křídel letounů. Zejména u stání pro kategorii C. Maximální varianty letadlových stání jsou navrženy tak, aby byl zajištěn bezpečný průjezd veškeré techniky v bezpečnostním odstupu od letounu na stání bez omezení sousedního stání. Optimální varianta zohledňuje bezpečné průjezdy techniky nutné pro odbavení většiny nejčastějších letadel. U každé varianty je popsán postup návrhu, který zohledňuje předpis ICAO, pohyb technických prostředků v souladu s předpisy pro jejich pohyb, kde vycházíme z dopravního řádu letiště Praha. V neposlední řadě jsou popsány výhody a nevýhody jednotlivých variant. Jak z pohledu provozovatele, který chce maximalizovat počet stání, tak z pohledu provozovatele, který chce zajistit bezpečné a rychlé odbavení letounu.

Závěrem lze říci, že jednotlivé body zadání a cíl této práce byly splněny. Mezi hlavní přínos této práce patří seznámení s postupem návrhu letadlových stání v souladu s předpisy při zohlednění bezpečnostních vzdáleností a manipulačních prostorů pro techniku, která je součástí odbavení.

Věřím, že tato práce bude pro veřejnost přínosem. Absence jakýkoliv manuálů pro projekci a design letišť ze strany ICAO způsobuje velké rozdíly v samotném přístupu k návrhu letištní infrastruktury. Bylo by vhodné, aby došlo v budoucnu k doplnění podobných návodů ze strany ICAO nebo EASA na rozšíření a optimalizaci dalších součástí infrastruktury, jako například terminály, odmrazovací plochy apod., pro pohyby letadel, technických prostředků a cestujících.

Tabulka použitých rozměrů značení na odbavovací

Tabulka 11 Barva a rozměry značení na odbavovací ploše [11]

Jméno značení	Barva značení	Šířka značení
Hranice odbavovací plochy a pojezdové dráhy	Plná červená čára	40 cm
Hranice stání letadel	Plná červená čára	20 cm
Hranice alternativního stání letadel	Přerušovaná červená čára	20 cm
Pohotovostní stání	Červená plná čára v kombinaci s bílou čarou	20 cm
Operační zóna nástupního mostu	Červeně šrafovaná plocha ohraničená červenou plnou čarou	40 cm
Zóna sousedních stání	Červeně šrafovaná plocha	20 cm

Tabulka bezpečnostních odstupů na komunikacích

Tabulka 12 Bezpečnostní odstup v m [14]

Typ pruhu nebo pásu	Typ sousedního prostoru, pruhu nebo překážky		
	Jízdní pruh	Pruh pro chodce	Pevná překážka
Jízdní pruh nebo pás	-	0,50	0,50
Pruh pro chodce	0,50	-	0,25

Seznam použitých zdrojů

- [1] The World of Air Transport in 2017. In: *International Civil Aviation Organization* [online]. 2017 [cit. 2019-08-14]. Dostupné z: <https://www.icao.int/annual-report-2017/Pages/the-world-of-air-transport-in-2017.aspx>
- [2] INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. *Aerodrome Design Manual Part 2 Taxiways, Aprons and Holding Bays* [online]. Verze 4. ICAO, 2005 [cit. 2018-03-12]. ISBN 92-9194-473-4. Dostupné z: <https://www.skybrary.aero/bookshelf/books/3090.pdf>
- [3] EUROPEAN AVIATION SAFETY AGENCY. *Certification Specifications and Guidance Material for Aerodromes Design* [online]. Verze 4. 2017 [cit. 2018-03-12]. Dostupné z: https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/Annex%20to%20EDD%202017-021-R%20-%20CS-ADR-DSN%20Issue%204_0.pdf
- [4] *LETECKÝ PŘEDPIS L 14* [online]. Praha: MINISTERSTVO DOPRAVY ČESKÉ REPUBLIKY A ÚŘAD PRO CIVILNÍ LETECTVÍ, 2018 [cit. 2018-03-12]. Dostupné z: https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-14/data/print/L-14_cely.pdf
- [5] FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. *Advisory Circular 150-5300-13A Airport Design* [online]. 2014 [cit. 2018-03-12]. Dostupné z: https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/150-5300-13A-chg1-interactive-201705.pdf
- [6] CIVIL AVIATION SAFETY AUTHORITY. *Manual of Standards Part 139—Aerodromes* [online]. Verze 1.14. 2017 [cit. 2018-03-12]. Dostupné z: https://www.legislation.gov.au/Details/F2017C00087/Html/Volume_1#_Toc473551654
- [7] *Google maps* [online]. c2009 [cit. 2019-08-18]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps>
- [8] MESKENS, Ad. Delta Boeing 737 JFK. In: *Wikimedia* [online]. San Francisco: Wikimedia, 2012 [cit. 2018-10-14]. Dostupné z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Delta_Boeing_737_JFK.JPG
- [9] ŠUMPELA, David. *TECHNICKÉ ODBAVENÍ LETADEL NA LETIŠTI BRNO-TUŘANY* [online]. Brno, 2009 [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=16489. Bakalářská práce. VUT v Brně.
- [10] First A350-XWB at Changi Airport. In: *Dnata* [online]. Signapore, 2015 [cit. 2018-12-02]. Dostupné z: <https://www.dnata.com/media-centre/dnata-welcomes-the-first-a350-xwb-at-changi-airport>
- [11] *DOPRAVNÍ ŘÁD LETIŠTĚ PRAHA RUZYNE* [online]. Praha: Letiště Praha, a. s., 2019 [cit. 2018-10-18]. Dostupné z: https://www.prg.aero/sites/default/files/obsah/staticke-stranky/5224/soubory/dopravni-rad-letiste-praha-ruzyne_0.pdf

- [12] BALK, A.D. *Safety of ground handling* [online]. 2008 [cit. 2018-08-24]. Dostupné z: <https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/NLR-CR-2007-961.pdf>
- [13] BOON, Tom. EasyJet A320 Collides With KLM 737 in Amsterdam. *Simple Flying* [online]. 2019 [cit. 2019-07-18]. Dostupné z: <https://simpleflying.com/easyjet-klm-amsterdam-collision/>
- [14] ČSN 73 6110 *Projektování místních komunikací*. 1. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [15] ROCHABRUN, Marcelo. Boeing drops Embraer name from Brazil commercial jet division. *Reuters* [online]. 2019 [cit. 2019-06-10]. Dostupné z: <https://www.reuters.com/article/us-embraer-m-a-boeing-idUSKCN1ST2O7>
- [16] BOEING. *737 MAX Airplane Characteristics for Airport Planning* [online]. Rev E. Boeing, 2019 [cit. 2018-10-11]. Dostupné z: http://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/airports/acaps/737MAX_RevE.pdf
- [17] AIRBUS. *A321 AIRCRAFT CHARACTERISTICS AIRPORT AND MAINTENANCE PLANNING* [online]. Rev 25. Airbus, 1992 [cit. 2018-10-11]. Dostupné z: <https://www.airbus.com/aircraft/support-services/airport-operations-and-technical-data/aircraft-characteristics.html>
- [18] AIRBUS. *A 319 AIRCRAFT CHARACTERISTICS AIRPORT AND MAINTENANCE PLANNING* [online]. Rev 5. Airbus, 2016 [cit. 2018-10-11]. Dostupné z: <https://www.airbus.com/aircraft/support-services/airport-operations-and-technical-data/aircraft-characteristics.html>
- [19] AIRBUS. *A320 AIRCRAFT CHARACTERISTICS AIRPORT AND MAINTENANCE PLANNING* [online]. Rev 36. Airbus, 1985 [cit. 2018-10-11]. Dostupné z: <https://www.airbus.com/aircraft/support-services/airport-operations-and-technical-data/aircraft-characteristics.html>
- [20] BOEING. *737 Airplane Characteristics for Airport Planning* [online]. Boeing, 2013 [cit. 2018-10-11]. Dostupné z: <http://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/airports/acaps/737.pdf>
- [21] AIRBUS. *A330 AIRCRAFT CHARACTERISTICS AIRPORT AND MAINTENANCE PLANNING* [online]. Rev 27. Airbus, 1993 [cit. 2019-02-02]. Dostupné z: <https://www.airbus.com/aircraft/support-services/airport-operations-and-technical-data/aircraft-characteristics.html>

- [22] *A340-500/-600 AIRCRAFT CHARACTERISTICS AIRPORT AND MAINTENANCE PLANNING* [online]. Rev 16. Airbus, 2001 [cit. 2019-02-04]. Dostupné z: <https://www.airbus.com/aircraft/support-services/airport-operations-and-technical-data/aircraft-characteristics.html>
- [23] *A350 AIRCRAFT CHARACTERISTICS AIRPORT AND MAINTENANCE PLANNING* [online]. Rev 5. Airbus, 2016 [cit. 2019-02-09]. Dostupné z: <https://www.airbus.com/aircraft/support-services/airport-operations-and-technical-data/aircraft-characteristics.html>
- [24] BOEING. *747-400 Airplane Characteristics for Airport Planning* [online]. Rev D. Boeing, 2002 [cit. 2019-02-04]. Dostupné z: http://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/airports/acaps/747_4.pdf
- [25] BOEING. *777-200LR / -300ER / -Freighter Airplane Characteristics for Airport Planning* [online]. Rev E. Boeing, 2015 [cit. 2019-02-05]. Dostupné z: http://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/airports/acaps/777_2lr3er.pdf
- [26] BOEING. *777-9 Airplane Characteristics for Airport Planning* [online]. Rev A. Boeing, 2018 [cit. 2019-02-05]. Dostupné z: http://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/airports/acaps/777-9_RevA.pdf
- [27] BOEING. *787 Airplane Characteristics for Airport Planning* [online]. Rev M. Boeing, 2018 [cit. 2019-02-05]. Dostupné z: <http://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/airports/acaps/787.pdf>
- [28] AIRBUS. *A380 AIRCRAFT CHARACTERISTICS AIRPORT AND MAINTENANCE PLANNING* [online]. Rev 16. Airbus, 2019 [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: <https://www.airbus.com/aircraft/support-services/airport-operations-and-technical-data/aircraft-characteristics.html>
- [29] *C2.4 Traffic and Licensing Regulations* [online]. Fraport, 2018 [cit. 2019-07-23]. Dostupné z: <https://www.fraport.com/content/fraport/en/business-partner/services/guidelines-and-payment-terms.html>
- [30] BOEING. *747-8 Airplane Characteristics for Airport Planning* [online]. Rev B. Boeing, 2012 [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: http://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/airports/acaps/747_8.pdf
- [31] *Traffic and Safety Rules for the non-public area at Munich Airport* [online]. Rev 2. Flughafen München, 2016 [cit. 2019-07-23]. Dostupné z: https://www.munich-airport.com/_b/0000000000000001234578bb589093b7/verkehrsregeln_eng_noe.pdf

- [32] Trepel Product Champ 140. *TREPEL Airport Equipment GmbH* [online]. 2019 [cit. 2019-08-05]. Dostupné z: <https://trepel.com/products/cargo-high-loader/champ-140/>
- [33] Manoeuvres on MARS. *Airports International.com* [online]. 2013 [cit. 2019-02-18]. Dostupné z: <https://airportsinternational.keypublishing.com/2013/02/25/manoeuvres-on-mars/13873/>
- [34] *AIRPORT PASSENGER BOARDING BRIDGES* [online]. ADELTE, 2018 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.adelte.com/downloads/passenger-boarding-bridges-adelte.pdf>

Seznam obrázků

Obrázek 1. Mezinárodní letiště Ottawa, stání 18, 17A, 17, 16 [34].....	13
Obrázek 2. Mezinárodní letiště Narita, obslužná komunikace na obou koncích letadlového stání 66 a 66R [34]	15
Obrázek 3. Letadla společnosti Delta Airlines u Terminálu 4 letiště JFK [14].....	17
Obrázek 4. Typické rozmístění prostředků technického odbavení kolem letounu	18
Obrázek 5. Cateringové vozidlo při odbavení letadla Airbus A350 [33].....	22
Obrázek 6. Minimální varianta – vzdálenost konců křídel Boeing 737 MAX.....	31
Obrázek 7. Maximální varianta – vzdálenost konců křídel od hranice stání a vyznačení průchodu pro cestující	33
Obrázek 8. Maximální varianta – varianta bez možnosti pohybu cestujících a vyznačením zóny vedlejšího stání	34
Obrázek 9. Vzdálenost mezi křídly u optimální varianty a tvaru pohotovostního stání umožňujícího příjezd na vedlejší stání.....	37
Obrázek 10. Vzdálenosti mezi letadly Boeing 777-9 a MMP u minimální varianty	41
Obrázek 11. Schéma a označení nástupních mostů na stání MARS	50
Obrázek 12. Možná konfigurace stání MARS	51

Seznam tabulek

Tabulka 1 Kódové označení letišť [2].....	9
Tabulka 2 Vzdálenosti na stáních letadel [2].....	9
Tabulka 3 Kategorie C – charakteristiky návrhu minimální varianty	30
Tabulka 4 Kategorie C – charakteristiky návrhu maximální varianty	35
Tabulka 5 Kategorie C – charakteristiky návrhu optimální varianty	36
Tabulka 6 Kategorie E – charakteristiky návrhu minimální varianty	40
Tabulka 7 Kategorie E – charakteristiky návrhu maximální varianty	42
Tabulka 8 Kategorie E – charakteristiky návrhu optimální varianty	44
Tabulka 9 Kategorie F – charakteristiky návrhu minimální varianty.....	46
Tabulka 10 Kategorie F – charakteristiky návrhu optimální varianty	47
Tabulka 11 Barva a rozměry značení na odbavovací ploše [15]	54
Tabulka 12 Bezpečnostní odstup v m [13].....	54

Seznam příloh

- Příloha 1: kategorie C – minimální varianta
- Příloha 2: kategorie C – maximální varianta – průchod cestujících
- Příloha 3: kategorie C – maximální varianta – bez průchodu
- Příloha 4: kategorie C – optimální varianta
- Příloha 5: kategorie E – minimální varianta
- Příloha 6: kategorie E – maximální varianta
- Příloha 7: kategorie E – optimální varianta
- Příloha 8: kategorie F – minimální varianta
- Příloha 9: kategorie F – optimální varianta
- Příloha 10: kategorie F – varianta MARS