



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ

Bc. Jakub Kordoš

Návrh nového řešení pojezdového systému na letišti
Václava Havla v Praze

Diplomová práce

2020

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta dopravní
děkan
Konviktská 20, 110 00 Praha 1



K621 **Ústav letecké dopravy**

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Jakub Kordoš

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – PL – Provoz a řízení letecké dopravy

Název tématu (česky): **Návrh nového řešení pojezdového systému na letišti Václava Havla**

Název tématu (anglicky): Design of a New Solution of Taxi System at the Václav Havel Airport

Zásady pro vypracování

Při zpracování diplomové práce se řiďte následujícími pokyny:

- Cíl práce: Ohodnocení současného systému a návrh úpravy pojezdového systému na letišti Václava Havla
- Zhodnocení stávajícího systému pojezdových drah na letišti Václava Havla
- Analýza legislativních a provozních požadavků
- Vliv výstavby plánované paralelní dráhy na současný provoz na letišti
- Studie proveditelnosti možných řešení
- Návrh provedení nových řešení pojezdového systému



- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího diplomové práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Letecký předpis L-14 - Letiště
Letová informační příručka ČR
Kazda, A., Caves, R., Airport Design and Operation: Second Edition

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

Datum zadání diplomové práce: **17. července 2019**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

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

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



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

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

Bc. Jakub Kordoš
jméno a podpis studenta

V Praze dne.....28. srpna 2020

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi poskytli podklady pro vypracování této práce. Zvláště pak děkuji panu Ing. Slobodanu Stojíčkovi, Ph.D. za pomoc při výběru tématu, které mě při jeho zpracovávání moc bavilo, dále za odborné vedení a konzultování diplomové práce. Velké poděkování patří taktéž mému kamarádovi Rafaelu Smetovi, který s obdivuhodnou trpělivostí a pílí vytvořil veškeré grafické zpracování praktické části, a to na vysoké úrovni. V neposlední řadě je mou milou povinností poděkovat své rodině a blízkým za morální a materiální podporu, které se mi dostávalo po celou dobu studia.

Prohlášení

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

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

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

V Praze dne 30. listopadu 2020



.....
Podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

NÁVRH NOVÉHO ŘEŠENÍ POJEZDOVÉHO SYSTÉMU NA LETIŠTI VÁCLAVA HAVLA
V PRAZE

diplomová práce

listopad 2020

Jakub Kordoš

ABSTRAKT

Předmětem diplomové práce je systém pojezdových drah v souvislosti s vybudováním nové paralelní dráhy na pražském letišti v Ruzyni. Cílem práce je návrh nového řešení jednotného a logického pojmenování místních pojezdových drah. Po zavedení legislativního rámce, zabývajícího se principy návrhů pojezdových drah, bude představena aktuální infrastrukturální situace na letišti LKPR. V praktické části bude následně provedena analýza řešení pojezdových systémů několika velikostně a kapacitně srovnatelných moderních evropských letišť. Na základě těchto poznatků budou závěrem publikovány návrhy finálních řešení pojmenování nového pojezdového systému na letišti Václava Havla v Praze.

KLÍČOVÁ SLOVA

Pojezdové dráhy, pojmenování pojezdových drah, paralelní runway, Letiště Praha/Ruzyně, přehlednost pojezdového systému, optimalizace letového provozu, rozvoj letiště

CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE

Faculty of Transportation Sciences

DESIGNING OF A NEW SOLUTION OF TAXI SYSTEM AT THE VÁCLAV HAVEL AIRPORT
IN PRAGUE

Master thesis

November 2020

Jakub Kordoš

ABSTRACT

This thesis deals with system of taxiways in connection with the construction of a new parallel runway at Prague Airport in Ruzyně. The aim of the thesis is to propose a new solution for a unified and logical naming of local taxiways. Following the introduction of the legislative framework dealing with the principles of taxiway designs, the current infrastructure situation at LKPR Airport will be presented. In the practical part, an analysis of the taxi systems solutions of several modern European airports of comparable size and capacity will be performed. Based on these researches, proposals for final solutions for naming the new taxiway system at Václav Havel Airport in Prague will be published.

KEYWORDS

Airport taxiways, naming of taxiways, parallel runway, Prague/Ruzyně Airport, clarity of the taxiway system, air traffic optimization, airport development

Obsah

Seznam použitých zkratk	9
1 Úvod	10
2 Kódové označení letiště	12
3 Systém pojezdových drah	14
3.1 Základní funkční požadavky	14
3.2 Principy plánování výstavby pojezdových drah	14
3.3 Návrhová kritéria pro pojezdové dráhy	15
3.4 Specifikace pojezdových drah	17
3.4.1 Únosnost vozovek	17
3.4.2 Oblouky pojezdových drah	18
3.4.3 Napojení a křižovatky	18
3.4.4 Minimální vzdálenosti pojezdových drah	19
3.4.5 Pojezdové dráhy pro rychlé odbočení	19
3.4.5.1 Umístění a počet RET	20
3.4.6 Značení pojezdových drah	21
3.4.6.1 Osové značení TWY	21
3.4.6.2 Osová návěstidla TWY	22
3.4.6.3 Postranní návěstidla TWY	23
4 Metodika pro tvorbu návrhů přejmenování TWY	25
5 Současný stav na pražském letišti v Ruzyni a plánovaná paralelní dráha	27
5.1 Vybavenost letiště	27
5.2 Vzletové/přistávací dráhy	28
5.2.1 Fyzikální vlastnosti drah	28
5.2.2 Značení	28
5.3 Pojezdové dráhy	29
5.3.1 Specifikace	29
5.3.2 Značení	29
5.4 Schéma letiště	30
5.4.1 Vzletové, přistávací dráhy a jejich přidružené systémy TWY	31

5.4.1.1	RWY 24	31
5.4.1.2	RWY 06	32
5.4.1.3	RWY 30	32
5.4.1.4	RWY 12	32
5.4.2	Pojezdové dráhy.....	33
5.4.3	Kritická místa, tzv. „hotspoty“	33
5.4.3.1	Hotspot HS1.....	33
5.4.3.2	Hotspot HS2.....	34
5.4.3.3	Hotspot HS3.....	34
5.4.3.4	Hotspot HS4.....	35
5.4.3.5	Hotspot HS5.....	36
5.5	Nový dráhový systém na letišti LKPR	36
5.5.1	Technické parametry paralelní dráhy.....	38
5.6	Definice požadavků pro tvorbu návrhů.....	38
6	Vliv procesu přejmenování dráhového systému na letištní provoz	39
6.1	Provozní stav před počátkem výstavby nové paralelní RWY	39
6.2	Provozní stav v průběhu výstavby nové paralelní RWY	39
6.3	Provozní stav po dokončení výstavby nové paralelní RWY.....	40
7	Analýza řešení na rozdílných evropských letištích	41
7.1	EKCH – Letiště Kodaň (Kastrup)	41
7.1.1	Pojezdový systém.....	42
7.1.2	Pojmenování TWY.....	43
7.1.3	Zhodnocení řešení.....	44
7.2	ENGM – Letiště Oslo (Gardermoen).....	44
7.2.1	Pojezdový systém.....	46
7.2.2	Pojmenování TWY.....	46
7.2.3	Zhodnocení řešení.....	47
7.3	EFHK – Letiště Helsinky (Vantaa).....	47
7.3.1	Pojezdový systém.....	48
7.3.2	Pojmenování TWY.....	49

7.3.3	Zhodnocení řešení.....	50
7.4	LGAV – Letiště Athény (Eleftherios Venizelos)	50
7.4.1	Pojzdový systém.....	51
7.4.2	Pojmenování TWY.....	52
7.4.3	Zhodnocení řešení.....	53
7.5	EBBR – Letiště Brusel (Brussels-National)	53
7.5.1	Pojzdový systém.....	54
7.5.2	Pojmenování TWY.....	56
7.5.3	Zhodnocení řešení.....	56
7.6	LOWW – Letiště Vídeň (Schwechat).....	57
7.6.1	Pojzdový systém.....	58
7.6.2	Pojmenování TWY.....	59
7.6.3	Zhodnocení řešení.....	60
7.7	LHBP – Letiště Budapešť (Liszt Ferenc).....	61
7.7.1	Pojzdový systém.....	62
7.7.2	Pojmenování TWY.....	63
7.7.3	Zhodnocení řešení.....	64
7.8	Souhrn principů využitých na zkoumaných letištích	64
8	Návrhy řešení	65
8.1	Varianta 1	65
8.1.1	Zvolená metodika a přednosti systému varianty 1	67
8.1.2	Potenciální slabiny systému z pohledu letových posádek	68
8.1.3	Potenciální slabiny systému z pohledu ŘLP	69
8.1.4	Potenciální nevýhody při realizaci varianty	69
8.2	Varianta 2	70
8.2.1	Zvolená metodika a přednosti systému varianty 2	72
8.2.2	Potenciální slabiny systému z pohledu letových posádek	73
8.2.3	Potenciální slabiny systému z pohledu ŘLP	73
8.2.4	Potenciální nevýhody při realizaci varianty	74
8.3	Varianta 3.....	74

8.3.1	Zvolená metodika a přednosti systému varianty 3	77
8.3.2	Potenciální slabiny systému z pohledu letových posádek	77
8.3.3	Potenciální slabiny systému z pohledu ŘLP	78
8.3.4	Potenciální nevýhody při realizaci varianty	79
9	Zhodnocení výsledků, diskuze	80
10	Závěr	84
	Literatura	87
	Seznam obrázků.....	91
	Seznam tabulek.....	92
	Seznam příloh.....	92

Seznam použitých zkratk

AIP	Letecká informační příručka
ČR	Česká republika
DP	Diplomová práce
FAA	Federální letecký úřad v USA
FOD	Úlomky cizích předmětů
IATA	Mezinárodní asociace leteckých dopravců
ICAO	Mezinárodní organizace pro civilní letectví
ILS	Typ přesného přiblížení (Instrument Landing System)
KTS	Uzel, jednotka rychlosti (1 uzel = 1,852 km/h)
LKPR	Mezinárodní letiště Praha, Ruzyně (ICAO označení)
MLS	Typ přesného přiblížení (Microwave Landing System)
PCN	Klasifikační číslo vozovky
PRG	Mezinárodní letiště Praha, Ruzyně (IATA označení)
RET	Pojezdová dráha pro rychlé odbočení
RETILS	Světelné ukazatele pro RET
RVR	Dráhová dohlednost
RWY	Vzletová a přistávací dráha
ŘLP	Řízení letového provozu
TORA	Použitelná délka rozjezdu vzletové dráhy
TWY	Pojezdová dráha
ÚCL	Úřad pro civilní letectví
VPD	Vzletová a přistávací dráha

1 Úvod

Tato diplomová práce se zabývá pojezdovým systémem na mezinárodním civilním letišti Václava Havla v Praze. Konkrétním předmětem je návrh vhodného řešení kompaktního pojezdového systému z hlediska pojmenování jednotlivých pojezdových drah. Ohniskem zájmu bude zejména oblast plánované výstavby paralelní vzletové a přistávací dráhy, která by se měla nacházet jižně od stávající dráhy 06/24. Výsledkem závěrečné práce bude představení systematických způsobů pojmenování jednotlivých pojezdových drah v celém letištním systému.

V první řadě budou zavedeny základní pojmy, týkající se obecné problematiky pojezdových systémů ve stádiu před procesem pojmenovávání, kterými jsou klasifikace letišť a jejich infrastruktur nebo specifikace a vlastnosti pojezdových drah. Následně budou uvedeny legislativní požadavky pro plánování a stavbu pojezdových systémů, s přihlédnutím na cílený primární provoz. Po prozkoumání současné situace proběhne za dostupných materiálů seznámení čtenáře se stávajícím rozložením infrastruktury pro pohyb letadel, zejména pojezdových, vzletových a přistávacích drah, na ruzyňském mezinárodním letišti.

V praktické části nejprve proběhne studie odlišných řešení pojezdových systémů na řadě mezinárodních evropských letišť, primárně těch, na kterých jsem jako autor v rámci svého povolání dopravního pilota měl možnost přistávat, a tedy vidět efektivitu těchto řešení v praxi. Na základě poznatků a analýz bude navrženo několik způsobů využití a pojmenování pojezdových drah, které by byly pro posádky letadel nejkomfortnější z pohledu přehlednosti a plynulosti provozu. Tyto osvědčené způsoby pak budou aplikovány přímo na letiště Václava Havla v pražské Ruzyni, přičemž cílem diplomové práce bude návrh několika možných řešení pojmenování jednotlivých drah za účelem zjednodušení a zefektivnění místního letového provozu při pojiždění. Návrhy budou stavěny na základě dostupných letištních plánů, zahrnujících nový systém vzletových, přistávacích a pojezdových drah.

V průběhu tvorby diplomové práce zasáhla doslova celý svět pandemie koronavirového onemocnění, která způsobila globální ochromení letecké dopravy. Návrat ke kapacitám, které letiště Ruzyně vykazovalo před plošným uzavřením hranic počátkem roku 2020, bude nejspíše trvat dlouhé měsíce či roky, tudíž stavba paralelní dráhy bude s největší pravděpodobností odložena. I tak je třeba mít připraveno vhodné řešení pro související systémy, jakým je například pojezdový systém včetně pojmenování jeho drah.

K výběru tohoto tématu mě vedla praktičnost práce, kdy s výstavbou nové paralelní RWY nemusí být orientace bez kvalitního pojezdového systému dostatečná. Pomoci dosáhnout určité úrovně přehlednosti skrze systematické pojmenování jednotlivých drah je pro mě jako autora lákavou výzvou.

V diplomové práci chci rovněž využít zkušeností, kterých jsem při létání pro národní leteckou společnost v pozici pilota dosud nabyl, a vnesl tak do problému pojezdových drah pohled přímého uživatele těchto infrastruktur.

2 Kódové označení letiště

Pro potřeby této diplomové práce a porozumění následujícím kapitolám je vhodné hned na úvod zavést pojem z letecké legislativy – kódové značení letišť. Jednotlivé požadavky na navrhování pojezdových drah se konkretizují právě podle kódového označení letiště. Jedná se o jednoduchý způsob, jak klasifikovat jednotlivá letiště podle vlastností a vybavení k vyhovění očekávanému provozu letadel. Kódové označení nemá za účel stanovit délku RWY ani požadavky na únosnost vozovek, skládá se ze dvou prvků, které charakterizují výkonové a rozměrové vlastnosti letounů. První prvek je číslo, udávající jmenovitou délku dráhy pro vzlet letounu a druhý prvek je písmeno, označující rozpětí křídel letounu. Pro účely projektování se postupuje dle předpisu L14 – letiště a poradenského materiálu pro návrh letišť CS-ADR-DSN, přičemž kódové označení se vztahuje k tzv. kritickému letounu, primárně pro jehož provoz je letiště a vybavení určeno. Nejprve jsou určeny tyto kritické letouny a poté oba prvky kódového označení. Letoun nesmí využít letiště ani jeho součástí, pokud infrastruktura letiště a provozní postupy není určena pro daný typ letounu. Výjimku tvoří například nouzová situace, kdy je let odkloněn na náhradní letiště (ÚCL ČR, 2018).

Čísla a písmena značení mají přiřazený význam dle následujících tabulek:

Kódový prvek 1	
Kódové číslo	Jmenovitá délka dráhy vzletu letounu
1	Menší než 800 m
2	800 m až 1 199 m
3	1 200 m až 1799 m
4	1 800 m a více

Tabulka 1: Kódové značení letišť, prvek 1 (ÚCL ČR, 2018).

Kódový prvek 2	
Kódové písmeno	Rozpětí křídel
A	Menší než 15 m
B	15 m až 23,99 m
C	24 m až 35,99 m
D	36 m až 51,99 m
E	52 m až 64,99 m
F	65 m až 79,99 m

Tabulka 2: Kódové značení letišť, prvek 2 (ÚCL ČR, 2018).

3 Systém pojezdových drah

Následující kapitoly uvádí čtenáře do počáteční problematiky pojezdových systémů ještě před zaváděním jakýchkoliv pojmenování drah. Věnovat se budu požadovaným funkcím pojezdových drah, jejich návrhovým kritériím a specifikacím.

3.1 Základní funkční požadavky

Pojezdový systém by měl být navržen tak, aby co možná nejméně omezoval pozemní pohyb letadel. Správně navržený systém by měl být schopen zajistit plynulý tok pozemního provozu při maximální praktické rychlosti s co nejmenším počtem akcelerace a brzdění jednotlivých letounů. Tyto požadavky zajistí, že pojezdové dráhy budou v provozu za nejvyšší možné úrovně bezpečnosti a efektivity. Pro dané letiště je zásadní, aby byl pojezdový systém schopen zajistit bez významného zpoždění dostatečnou kapacitu pro pohyb letadel od odbavovacích ploch k vzletové dráze pro odlety, a naopak při přiletu z přistávací dráhy k odbavovacím plochám. Při nízkém vytížení VPD lze tohoto požadavku dosáhnout velice jednoduchým návrhem, ovšem se stoupající intenzitou provozu musí být kapacita pojezdového systému dostatečně posílena, aby se zamezilo situaci, která by vedla ke snížení celkové kapacity letiště. V extrémních případech přetížení VPD, kdy letouny vzlétají a přistávají s minimálními rozestupy, by měl dobře navržený pojezdový systém umožnit letadlům opustit dráhu po přistání v co nejkratším možném intervalu a taktéž vstup na dráhu bezprostředně před vzletem. Výsledkem je maximální kapacita pohybů s minimální vzdáleností rozestupů mezi letadly (ICAO, 2005).

Pro zajištění a udržení výše zmíněných funkčních požadavků se po dokončení konstrukce a zahájení pravidelného provozu provádí pravidelné kontroly mj. i pojezdových drah. Při těchto úkonech je standardně denně kontrolován stav povrchu, značení, osvětlení, ale také například odvodňovacího systému či přítomnost tzv. FOD (Airports Council International, 2010).

3.2 Principy plánování výstavby pojezdových drah

Jelikož vzletové, přistávací (RWY) a pojezdové dráhy (TWY) patří k nejméně flexibilním infrastrukturám letiště, je velice důležité si tuto skutečnost uvědomit již při prvotním plánování a vývoji letiště. Předpovědi budoucích aktivit by měly identifikovat změny v intenzitách a typech provozu, letadel a dalších faktorů ovlivňujících rozložení a rozměry vzletových a pojezdových drah. Při výstavbě je zásadní zaměřit se na potenciální požadavky do budoucna. Například při

očekávání provozu letadel vyšší kategorie v budoucích letech je žádoucí navrhnout systém pro tento typ letadel hned zpočátku, aby byly dodrženy eventuální požadavky pro tento druh provozu.

Při plánování obecného rozložení pojezdového systému by se mělo přihlídnout k následujícím principům:

- a) Pojezdové trasy by měly spojovat jednotlivé prvky letiště co nejkratším možným způsobem, čímž se sníží jak čas strávený pojížděním, tak i náklady.
- b) Tyto trasy je žádoucí navrhnout co nejjednodušeji k předejití zmatení pilota a komplikovaných instrukcí ŘLP.
- c) Maximálně by mělo být využito přímých úseků pojezdových drah. Kde je nutnost změny směru je nutné zavést zatáčky o adekvátním poloměru, včetně dostatečného rozšíření dráhy v oblouku pro plynulé pojíždění při maximální praktické rychlosti (viz obrázek č. 1).
- d) Je žádoucí se vyhnout návrhu křížování pojezdové dráhy s VPD nebo s jinou pojezdovou drahou zejména z hlediska bezpečnosti a snížení zpoždění při pojíždění.
- e) Pojezdové trasy by měly být co nejčastěji v jednosměrném provedení – k zamezení konfliktu letadel a zpoždění. Toky provozu v těchto segmentech pojezdových drah by měly být zanalyzovány pro každou konfiguraci, pro kterou bude VPD využita.
- f) Pojezdový systém by měl být plánován tak, aby životnost každého jednotlivého komponentu byla co nejvyšší a tyto části poté bylo možné zahrnout i v budoucích fázích výstavby.
- g) Je důležité zmínit, že funkčnost celého pojezdového systému je závislá na jeho nejslabším komponentu, tudíž je nutno se zaměřit na potenciální slabiny v systému a tyto slabiny vyloučit či minimalizovat už ve fázi plánování (ICAO, 2005).

3.3 Návrhová kritéria pro pojezdové dráhy

Návrh pojezdového systému je ovlivněn zejména hustotou letového provozu, konfigurací vzletových/přistávacích drah, umístěním terminálů a dalších letištních budov. ICAO a FAA vydaly všeobecné směrnice pro návrhy pojezdových drah. Součástí těchto směrnic jsou kritéria, definována v následující tabulce – tato kritéria se vztahují k typu letiště, určeném podle systému kódových písmen (Ashford, Mumayiz & Wright, 2011).

Fyzické vlastnosti	Kódové písmeno letiště					
	A	B	C	D	E	F
Minimální šířka:						
• Pojezdové dráhy	7,5 m	10,5 m	18 m ^a 15 m ^b	23 m ^c 18 m ^d	23 m	25 m
• Pojezdové dráhy včetně oblouku	-	-	25 m	38 m	44 m	60 m
• Pásu pojezdové dráhy	32,5 m	43 m	52 m	81 m	95 m	115 m
• Stupňované části pásu	22 m	25 m	25 m	38 m	44 m	60 m
Minimální rozestup mezi vnějším kolem hlavního podvozku a krajem pojezdové dráhy	1,5 m	2,25 m	4,5 m ^a 3 m ^b	4,5 m	4,5 m	4,5 m
Minimální rozestup mezi osou pojezdové dráhy a:						
• Osou přístrojové VPD kódu:						
1	82,5 m	87 m	-	-	-	-
2	82,5 m	87 m	-	-	-	-
3	-	-	168 m	176 m	-	-
4	-	-	-	176 m	182,5 m	190 m
• Osou nepřístrojové VPD kódu:						
1	37,5 m	42 m	-	-	-	-
2	47,5 m	52 m	-	-	-	-
3	-	-	93 m	101 m	-	-
4	-	-	-	101 m	107,5 m	115 m
• Osou další pojezdové dráhy	23,75 m	33,5 m	44 m	66,5 m	80 m	97,5 m
• Objektem:						
• Další pojezdovou drahou	16,25 m	21,5 m	26 m	40,5 m	47,5 m	57,5 m
• Drahou letadlové stojánky	12 m	16,5 m	24,5 m	36 m	42,5 m	50,5 m

Tabulka 3: Návrhová kritéria pro TWY podle kódového písmene letiště, část 1 (ICAO, 2005).

Poznámky k tabulce 3:

- TWY využívána primárně letouny s rozvorem podvozku větším nebo rovném 18 m.
- TWY využívána primárně letouny s rozvorem podvozku menším než 18 m.
- TWY využívána primárně letouny s rozchodem vnějších kol hlavního podvozku větším či rovném 9 m.

- d. TWY využívána primárně letouny s rozchodem vnějších kol hlavního podvozku menším než 9 m (ICAO, 2005).

Podle trendu z konce 20. století – budování čím dál tím rozměrnějších letadel, bylo zapotřebí se s tímto potenciálním problémem vypořádat a již při plánování nových systémů tento aspekt vzít v úvahu. Z výzkumů americké FAA vyplynulo, že tehdejší existující pojezdové systémy na letištích by již nebyly schopny větší letadla obsloužit bez toho, aniž by konce křídel těchto letadel nezasahovaly do bezpečnostních prostorů vedlejších TWY, RWY či odbavovacích ploch. Tento problém se ovšem těžko řeší, jelikož přestavba těchto infrastruktur je ve většině případů prakticky nemožná – jednotlivé pojezdové dráhy a jejich pásy by musely být výrazně rozšířeny včetně v místech zatáček, což kapacity letištních prostorů již zřídka dovolují. Dočasným řešením by mohlo být podle FAA například omezení určitého provozu v danou dobu, čímž by se snížila kvantita potenciálních narušení bezpečnostních mezí mezi těmito rozměrnými a ostatními letadly. Pokud se výrobci letadel budou nadále držet výše zmíněného trendu, bude před uvedením těchto strojů do provozu zapotřebí nejprve zvážit spojené komplikace s těmito letištními omezeními (FAA, 1998).

3.4 Specifikace pojezdových drah

Pro většinu letadel je za účelem bezpečného a plynulého pohybu po letišti zapotřebí přítomnost pevných, dostatečně silných vozovek, které jsou neustále udržovány. Z tohoto důvodu je naprosto nezbytné, aby každé letiště provádělo pravidelné inspekce a opravy svých pojezdových drah (Wells & Young, 2004).

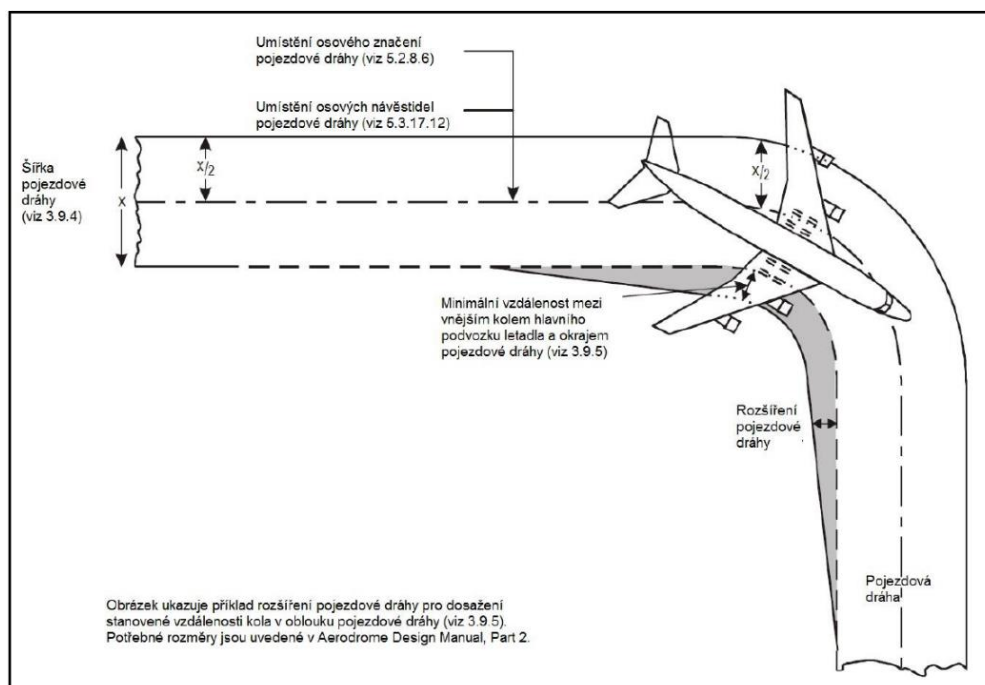
Pro pojezdové dráhy na letišti musí být změřeny a publikovány následující údaje: označení, šířka a druh povrchu. Dále je pro samotnou konstrukci velice důležité stanovit únosnost vozovek (ÚCL ČR, 2018).

3.4.1 Únosnost vozovek

Únosnost pojezdových drah, které slouží dané vzletové a přistávací dráze, musí být minimálně stejná jako únosnost takové RWY, jelikož tyto dráhy jsou všeobecně vystaveny vyšší hustotě provozu a zároveň většímu zatížení než samotná RWY z důvodu pomalu pojíždějících či stojících letadel (ÚCL ČR, 2018).

3.4.2 Oblouky pojezdových drah

Tam, kde je nutnost změny směru TWY, je potřeba zavést tzv. oblouky o dostatečných poloměrech, odpovídající manévrovacím a rychlostním schopnostem letounů, které primárně mají TWY využívat. Rozměry a poloměry těchto oblouků musí být takové, aby v případě, kdy je pilotní prostor nad osou pojezdové dráhy, nebyla vzdálenost mezi okrajem TWY a vnějšími koly hlavního podvozku menší, než je zmíněno v tabulce 3. Způsob, jak by měl typický oblouk vypadat, je zobrazen na následujícím obrázku (ÚCL ČR, 2018).



Obrázek 1: Oblouk pojezdové dráhy (ÚCL ČR, 2018c).

3.4.3 Napojení a křižovatky

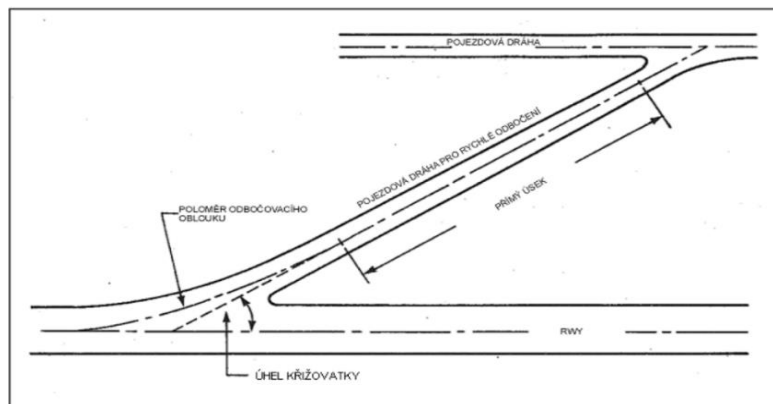
V křížení a v napojení pojezdových drah s odbavovacími plochami, s jinými pojezdovými drahami a s VPD musí být pro usnadnění provozu letounů zavedeny napojovací oblouky. Při pohybu letadel na těchto křižovatkách musí být zajištěno, aby byly dodrženy minimální vzdálenosti uvedené v tabulce 3. Při návrhu tohoto řešení je doporučeno zohlednit rozměry letounů, které tyto napojovací oblouky budou primárně využívat (ÚCL ČR, 2018).

3.4.4 Minimální vzdálenosti pojezdových drah

Mezi osami TWY a RWY, vedlejší TWY či jiným objektem nesmí být vzdálenost menší, než vzdálenost uvedená v tabulce 3. Výjimku tvoří letiště, na kterých je povolen provoz s menšími vzdálenostmi, u kterých studie prokázala, že takto snížená vzdálenost významně neovlivňuje bezpečnost či plynulost provozu. Umístění pojezdových drah může být do jisté míry ovlivněno instalací ILS či MLS, kde by hrozilo ovlivňování signálů těchto přesných přistávacích systémů pojíždějícími letadly. Stejně tak se přihlíží na postavení TWY vůči pozemním objektům, kde hrozí vytvoření nebezpečných podmínek pro pozemní personál nadměrnými rychlostmi výfukových plynů letadel (ÚCL ČR, 2018).

3.4.5 Pojezdové dráhy pro rychlé odbočení

Pojezdová dráha pro rychlé odbočení, zkratkou RET (Rapid Exit Taxiway), je pojezdová dráha spojená s VPD pod ostrým úhlem a má být, jak už název napovídá, navržena pro svižné opuštění této VPD letadly po přistání při relativně vysokých rychlostech v porovnání s ostatními pojezdovými drahami. Výsledkem použití těchto drah je snížení obsazenosti RWY, a tudíž zvýšení její kapacity. Potřeba využití tohoto řešení je založena na analýze existujícího a zamýšleného provozu. Pokud předpokládaná hustota provozu letiště nepřesahuje 25 pohybů (vzletů a přistání), pojezdové dráhy v pravém úhlu jsou považovány za dostatečné, přičemž jejich konstrukce je levnější a často i efektivnější pro dané využití. Zavedení jednotného, celosvětového standardu pro návrh těchto RET má zjevné výhody, především pro piloty, kteří mohou očekávat stejné principy využití při přistávání na odlišných letištích se stejným systémem. Návrh standardního návrhu pojezdové dráhy pro rychlé odbočení s typickými specifikacemi lze vidět na následujícím obrázku (ICAO, 2005).



Obrázek 2: Pojezdová dráha pro rychlé odbočení (ÚCL ČR, 2018).

Pro dráhy tohoto typu existují zvláštní požadavky, uvedené v následující tabulce.

Požadavek	Kódové číslo letiště	
	1 a 2	3 a 4
Poloměr odbočovacího oblouku	Min. 275 m	Min. 550 m
Umožnění výjezdové rychlosti za podmínek mokrého povrchu	35 kts	50 kts

Tabulka 4: Požadavky při návrhu TWY pro rychlé odbočení (ÚCL ČR, 2018).

3.4.5.1 Umístění a počet RET

Následujících několik základních plánovacích kritérií by mělo být vzato v úvahu při stavbě pojezdových drah pro rychlé odbočení, aby bylo zajištěno, kdykoliv je to možné, dodržení standardních návrhových metod:

- a) Pro RWY vyhrazené jen pro přistání by mělo být poskytnuto RET v případě významné potřeby snížení času pobytu jednotlivých letadel na dráze v souvislosti s provozem minimálních podélných rozestupů mezi přistávajícími letadly.
- b) Pro RWY určenou pro střídavé vzlety i přistání je základním limitujícím faktorem časový rozestup mezi přistávajícím letadlem a následujícím vzlétajícím letadlem.
- c) Jelikož rozdílné typy letounů vyžadují odlišné polohy RET, očekávaná kombinace typů těchto letadel tvoří základní kritérium při návrhu rozložení infrastruktury.
- d) Polohy RET budou zásadně určovány podle přistávacích rychlostí, brzdných schopností a provozních odbočovacích rychlostí letadel.

Pro účel návrhu pojezdové dráhy pro odbočení z přistávací dráhy se počítá s přistávací rychlostí letadel v poloze nad prahem dráhy o velikosti 1,3krát hodnoty pádové rychlosti, a to v konfiguraci pro přistání při maximální certifikované přistávací hmotnosti. Letadla jsou podle tohoto kritéria rozdělena do čtyř skupin od A do D podle hodnoty této přistávací rychlosti na úrovni moře:

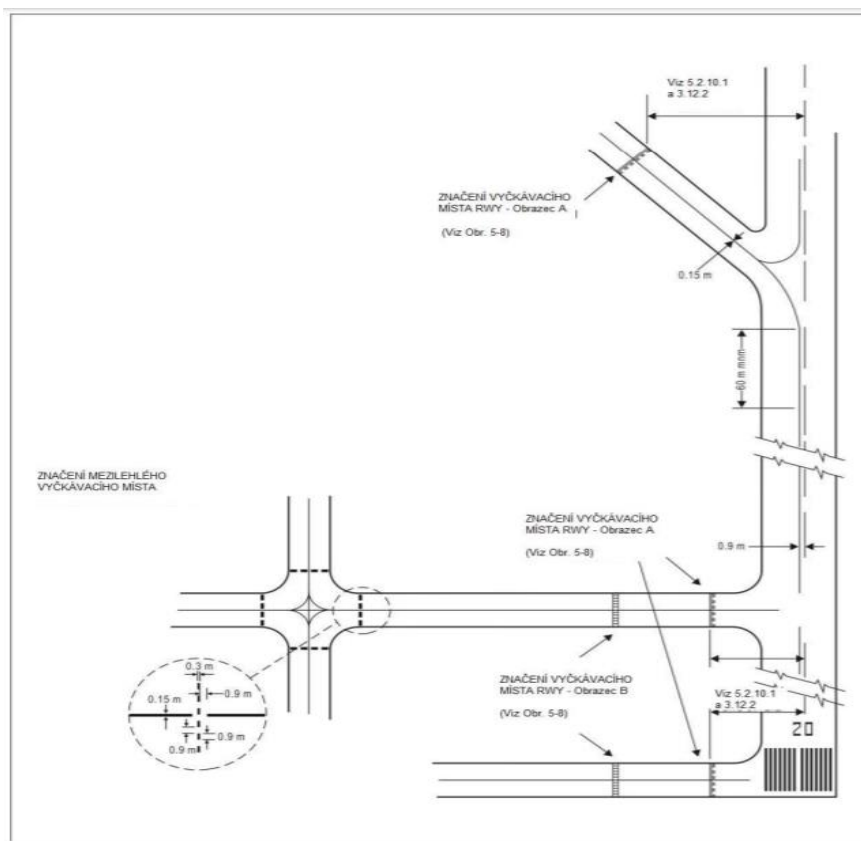
- skupina A – méně než 91 kts;
- skupina B – mezi 91 kts a 120 kts;
- skupina C – mezi 121 kts a 140 kts;
- skupina D – mezi 141 kts a 165 kts (ICAO, 2005).

3.4.6 Značení pojezdových drah

Následující kapitoly popisují způsoby a principy značení pojezdových drah včetně světelných návěstidel. Předmětem řešení je taktéž označení pojezdových drah pro rychlé odbočení po přistání.

3.4.6.1 Osové značení TWY

Označení osy musí mít každá zpevněná pojezdová dráha a to tak, aby zajistila vedení od osového značení VPD až k bodu stání letadla na odbavovací ploše. Dále by toto osové označení nemělo chybět na zpevněné RWY tam, kde je tato dráha částí standardní pojezdové trasy, a to v případě, kdy buď RWY nemá vlastní osové značení nebo v případě, kdy osa RWY není shodná s osou TWY. Pozornosti je potřeba dbát v případě přímého úseku pojezdové dráhy, kdy osové značení musí dodržovat souběžnost se samotnou osou dráhy. V případě oblouku TWY osové značení pokračuje z přímé části v konstantní vzdálenosti od vnějšího okraje pojezdového oblouku. V křížení mezi pojezdovou a vzletovou drahou, kde TWY slouží k výjezdu z RWY, musí být osové značení TWY napojeno pomocí oblouku na osové značení RWY, viz obrázek č. 3. Pojezdová dráha musí mít osové značení o minimální šířce 15 cm, toto značení musí být nepřerušované v celé své délce. Výjimku tvoří případy, kdy osové značení TWY protíná značení vyčkávacího místa RWY, mezilehlého vyčkávacího místa či výstražné značení, opět znázorněno v obrázku č. 3. Jsou-li zřízeny alternativní trasy k pojíždění, jejich osové značení musí být v modrém nebo oranžovém barevném provedení (ÚCL ČR, 2018).



Obrázek 3: Značení na pojezdových drahách (ÚCL ČR, 2018).

3.4.6.2 Osová návěstidla TWY

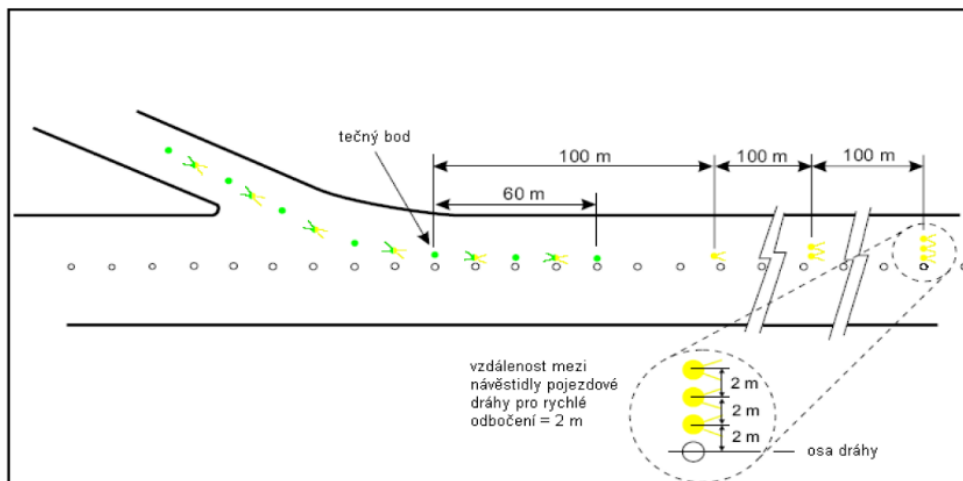
Po přistání či před vzletem piloti manévrují s letadly po pojezdových drahách, které musí být zejména za tmy či snížené dohlednosti dostatečně osvětleny. Lze identifikovat dva základní způsoby osvětlení pojezdových drah – návěstidla na obou krajích vozovky (světla modré barvy) a/nebo návěstidla označující osu TWY. Dále se hojně využívají označení vyčkávacího místa RWY nebo tzv. stop příčky (Horonjeff, McKelvey, Sproule & Young, 2010).

Musí být zřízeno na všech pojezdových drahách, na kterých je schválen provoz pro podmínky provozu s dohledností nižší než 300 m, přičemž tato osová návěstidla musí zajistit průběžné vedení po celé trase letadel mezi osou RWY až k odbavovacím plochám. Není nutné zavádět tam, kde je nízká hustota provozu a dostatečné vedení je zajištěno osovým značením spolu s postranními návěstidly pojezdové dráhy. Osová návěstidla by však neměla chybět za nočního provozu zejména na složitých křižovatkách více pojezdových drah a na pojezdových drahách pro výjezd z přistávací dráhy. Osová návěstidla TWY by měla, až na výjimku zahrnující pojezdové dráhy pro výjezd z RWY, vydávat stálé zelené světlo, které je vyzařováno směrově, aby návěstidla byla viditelná pouze z letadel, která jsou přímo na TWY nebo v blízkosti této pojezdové dráhy.

Osová návěstidla pojezdových drah pro výjezd z RWY musí vyzařovat taktéž stálé světlo, ale o střídavé zelené a žluté barvě. V přímých úsecích TWY musí mít osová návěstidla vzájemný podélný rozestup maximálně 30 m, přičemž:

- a) Vzdálenost může být až 60 m, pokud je k dispozici dostatečné vedení s přihlédnutím na aktuální povětrnostní podmínky.
- b) Na kratších přímých úsecích TWY je vhodné použít rozestup o vzdálenosti nižší než 30 m.
- c) Pro dráhy určené pro provoz za RVR menší než 300 m nesmí být zvolen rozestup větší než 15 m.

V případě pojezdových drah pro rychlé odbočení musí osová návěstidla začínat již ve vzdálenosti minimálně 60 m před počátkem oblouku osy TWY a musí následně vést letoun až za konec oblouku k bodu na ose TWY, kde se již počítá se standardní rychlostí pojíždění letounu. Návěstidla musí být umístěna minimálně 60 cm od osových návěstidel RWY v úseku, kde je osa TWY souběžná s osou RWY. Maximálně 15 m by měla činit podélná vzdálenost mezi jednotlivými návěstidly RET, v případě absence osových návěstidel TWY je rozestup potřeba zvýšit, nanejvýš však do vzdálenosti 30 m. Na obrázku č. 4 je názorně zobrazeno schéma typického rozložení návěstidel na RET (ÚCL ČR, 2018).

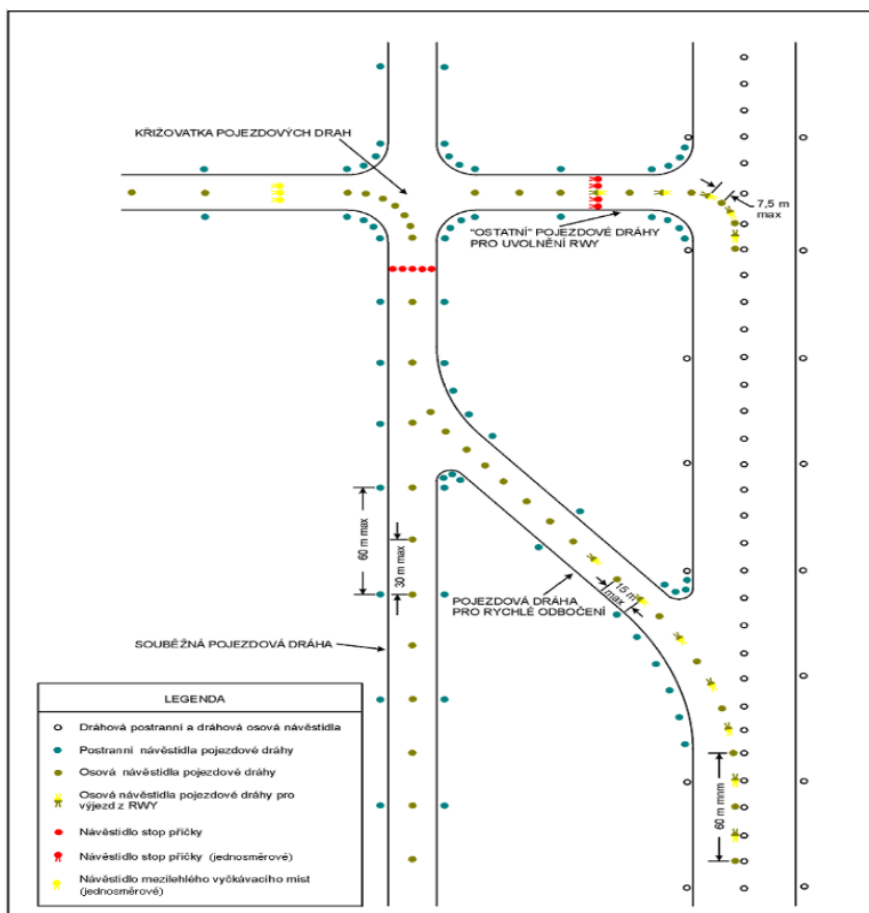


Obrázek 4: Návěstidla pojezdové dráhy pro rychlé odbočení (ÚCL ČR, 2018).

3.4.6.3 Postranní návěstidla TWY

Postranními návěstidly musí být vybavena každá RWY, která tvoří část standardní pojezdové trasy využívané v noci, kdy RWY není opatřena osovými návěstidly TWY. Rozmístění těchto návěstidel musí dodržovat vzájemné podélné vzdálenosti o maximálně 60 m. Opět existuje výjimka pro oblouky pojezdových drah, kdy se doporučuje pro zvýšení bezpečnosti a zvýraznění

oblouku využít vzdáleností menších než 60 m. Postranní návěstidla je zapotřebí umístit co nejbližší k okrajům TWY, obratišť, stání určených pro odmrazování, odbavovacích ploch atd. nebo vně jejich okrajů, a to ve vzdálenosti maximálně 3 m. Výše zmíněná návěstidla musí vyzařovat světelný svazek modré barvy do všech stran až do 75° nad horizont. Na obrázku č. 5 je k dispozici schéma jakožto souhrn předešlých kapitol, které se věnovaly návěstidlům pojezdových drah.



Obrázek 5: Návěstidla pojezdových drah (ÚCL ČR, 2016).

4 Metodika pro tvorbu návrhů přejmenování TWY

Následující kapitoly budou popisovat zvolenou metodiku pro praktickou část, kdy bude bod po bodu vysvětlen postup práce, začínající popisem stávajícího stavu pražského letiště a nynějších plánovaných expanzí dráhových systémů. Následovat bude rozsáhlá analýza vybraných evropských letišť o minimálně dvou vzletových a přistávacích drahách se zaměřením na pojmenování vozovek. Výsledkem práce bude na základě předešlých analýz a studií navrhnout tři varianty možného řešení pojmenování celého pojezdového systému, zahrnujícího nové rozšíření. Závěrem budou včetně diskuze zhodnoceny výsledky.

Aktuální situace na letišti LKPR

Prvním bodem praktické části bude studie aktuální situace na letišti Václava Havla v Praze. Bude podrobně popsán stávající dráhový systém a způsob pojmenování jednotlivých pojezdových drah. Závěrem budou analyzovány problémy a nedostatky v systému, tzv. hotspoty, které by měly být v nových návrzích minimalizovány.

Plánovaný dráhový systém včetně nové paralelní RWY

Postup bude pokračovat zveřejněním plánovaných expanzí v oblasti dráhového systému pro letiště Václava Havla v Praze. Schéma aktualizovaného plánu letiště bude doplněno o známé technické parametry nové paralelní vzletové a přistávací dráhy.

Vliv přejmenování pojezdového systému na letištní provoz

V kapitole o vlivu prací spojených s přejmenováním stávajícího TWY systému na letištní provoz v souvislosti s výstavbou nové VPD budou navrženy možnosti postupu fyzického přejmenování jednotlivých vozovek. Kapitola bude rozdělena na tři podkapitoly podle fází vztahujících se k postupu staveb. Tyto fáze se budou zabývat postupně obdobím před započítáním expanze, obdobím v průběhu prací a obdobím po dokončení výstavby paralelní RWY a souvisejících pojezdových systémů.

Analýza rozdílných řešení TWY systémů na evropských letištích

Další postup praktické části bude zahrnovat podrobnou studii vybraných moderních evropských letišť. Mezi kritéria pro zvolená letiště budou patřit:

- a) Mezinárodní letiště o minimálně dvou vzletových a přistávacích drahách, nejlépe paralelních;
- b) Srovnatelná či mírně vyšší kapacita odbavených letů ve srovnání s pražským letištem;

- c) Využití moderního pojezdového systému, zahrnujícího vysoký počet vstupních a výstupních TWY z RWY, včetně využití RET.
- d) Konstrukční podobnost (rozložení a rozměrnost infrastruktury) s letištěm Praha.

U těchto letišť budou prostudovány způsoby řešení pojezdového systému s důrazem na principy pojmenování jednotlivých vozovek a závěrem budou vyzdvihnuta pozitiva daných řešení.

Návrhy nového řešení pojmenování pojezdového systému

Samotné návrhy nového řešení se budou řídit poznatky získanými dosavadními studiiemi v praktické části. Na základě analýzy dosavadní situace na pražském letišti, plánovaného rozšíření a studie moderních evropských letišť se stanovují problémy, spojené s pojmenováním pojezdových drah, na které bude kladen důraz v navrhovaných řešeních za účelem jejich eliminace či minimalizace.

Konkrétní provedení budou založena na známých a rozšířených principech provedení na studovaných evropských letištích. Tyto principy a jejich výhody budou popsány v jednotlivých kapitolách o příslušných letištích a následně využity ve finálních návrzích.

Jednotlivé principy ověřené na zkoumaných letištích, nebo jejich kombinace, budu aplikovat na ruzyňské letiště a poté provedu analýzu výhod a nevýhod. Závěrem navíc vytvořím celkové zhodnocení s ohledem na tyto aspekty:

- a) Praktičnost řešení s ohledem na celkovou přehlednost jak pro letové posádky, tak dispečery ŘLP za využití ověřených principů z moderních mezinárodních letišť (minimalizace nepřehledných a komplikovaných míst v pojezdovém systému ke zvýšení plynulosti a bezpečnosti letového provozu);
- b) Jednoduchost provedení z hlediska fyzických prací a souvisejících provozních omezení;
- c) Ekonomičnost realizace za účelem šetření nákladů.

Zhodnocení výsledků, diskuze

Závěrem proběhne stručné shrnutí výsledků analýz a vytváření návrhů pojmenování pojezdových drah. Formou diskuze budou vyzdvihnuta pozitiva a negativa výsledných řešení.

5 Současný stav na pražském letišti v Ruzyni a plánovaná paralelní dráha

Nacházející se na severozápadním kraji českého hlavního města Prahy, letiště v Ruzyni bylo otevřeno k provozu roku 1937. Původně byl dráhový systém složen z pěti travnatých pásů určených ke vzletu a přistání v jakémkoliv směru, které dohromady tvořily tvar hvězdy. V 40. letech byly vybudovány první zpevněné dráhy, které daly základ dnešnímu dráhovému systému na letišti. Dnešní hlavní dráha 24 byla vystavěna v šedesátých letech s označením 25, čímž původní dráha 13/31 (dnes 12/30) ztrácela na svém významu. I přes rapidní nárůst cestujících zůstal tento dráhový systém až doposud bez větších změn, načež jeho kapacita už v 90. letech přestala stačit. Tím se stalo letiště PRG jedním z tzv. koordinovaných letišť, kdy dopravci musí žádat o letištní slot a dodržovat přesný čas příletu a odletu. Kapacitu se dosud dařilo navyšovat pomocí dostaveb a úpravou postupů, pro další nutné navýšení je však už nutné vybudovat paralelní dráhu. Podle původních plánů, sahajících až do 70. let, by se jedna z těchto RWY používala na přílety a druhá naopak na odlety, což je běžnou praxí na mnoha světových letištích (Letiště Praha, 2020a).

Podobně jako ve zbytku Evropy, na pražském letišti byl v roce 2019 překonán rekord v počtu přepravených pasažérů. 17,8 miliónů cestujících využilo LKPR k cestování, což je o 6 % více než předchozí rok, navzdory skutečnosti, že celkový počet pohybů dokonce klesl (celkem 154 777 vzletů a přistání). K této skutečnosti přispěl zvyšující se počet cestujících na dálkových letech (meziroční nárůst o téměř 11 %), zaujímající více než 8 % z celkového podílu odbavených pasažérů na letišti Václava Havla v Praze. Aktivních společností využívajících k létání letiště PRG v roce 2019 bylo 71, z důvodu naplnění letištní kapacity bylo pro rok 2020 v plánu zahájit několik stavebních projektů, včetně stavby nové třídírny zavazadel (Zdopravy.cz, 2020).

5.1 Vybavenost letiště

Letiště Praha/Ruzyně, ICAO kódem LKPR, je veřejné mezinárodní letiště se dvěma křížujícími se zpevněnými drahami určené pro IFR i VFR provoz. Provozovatelem je Letiště Praha, a.s., který poskytuje nepřetržitý provoz správy, celní a pasové služby, letecké informační služby, letové provozní služby, meteorologickou služebnu, odbavení a bezpečnostní složky. Mimo jiné letiště taktéž disponuje záchrannými a požárními službami kategorie CAT 10 (ŘLP ČR, 2020).

5.2 Vzletové/přistávací dráhy

Charakteristiky vozovek dráhového systému na letišti LKPR jsou stručně vystiženy ve dvou následujících kapitolách, doplněny o fyzikální vlastnosti drah v tabulce 5.

5.2.1 Fyzikální vlastnosti drah

Označení	Zeměpisný a magnetický směr	Rozměry RWY	Únosnost (PCN) a povrch RWY
06	065° GEO 061° MAG	3715 x 45 m	75/R/B/W/T beton
24	245° GEO 241° MAG	3715 x 45 m	75/R/B/W/T beton
12	127° GEO 123° MAG	3250 x 45 m	62/R/B/X/T beton
30	307° GEO 303° MAG	3250 x 45 m	62/R/B/X/T beton

Tabulka 5: Fyzikální vlastnosti drah na letišti LKPR (ŘLP ČR, 2020).

5.2.2 Značení

Na RWY je využito následujících značení: poznávací, osová, prahová, zaměřovacího bodu, dotykového pásma, postranní dráhové. Navíc k tomuto značení se na drahách nachází tato světelná značení: postranní dráhová návěstidla, prahová návěstidla, koncová návěstidla (dráhy 24, 06, 12, 30), vnější prahové polopříčky (RWY 24 a 30), osová návěstidla (RWY 06/24), návěstidla dotykové zóny (RWY 24) a ochranná návěstidla (RWY 06/24 před křižovatkou s RWY 12). Pro pojezdové dráhy pro rychlé odbočení „D“ pro RWY 24 a „L“ pro RWY 06 je zavedeno ukazatelové osvětlení, tzv. RETILS (ŘLP ČR, 2020).

5.3 Pojezdové dráhy

Obdobným způsobem budou nyní popsány pojezdové dráhy, jejich specifikace a označení.

5.3.1 Specifikace

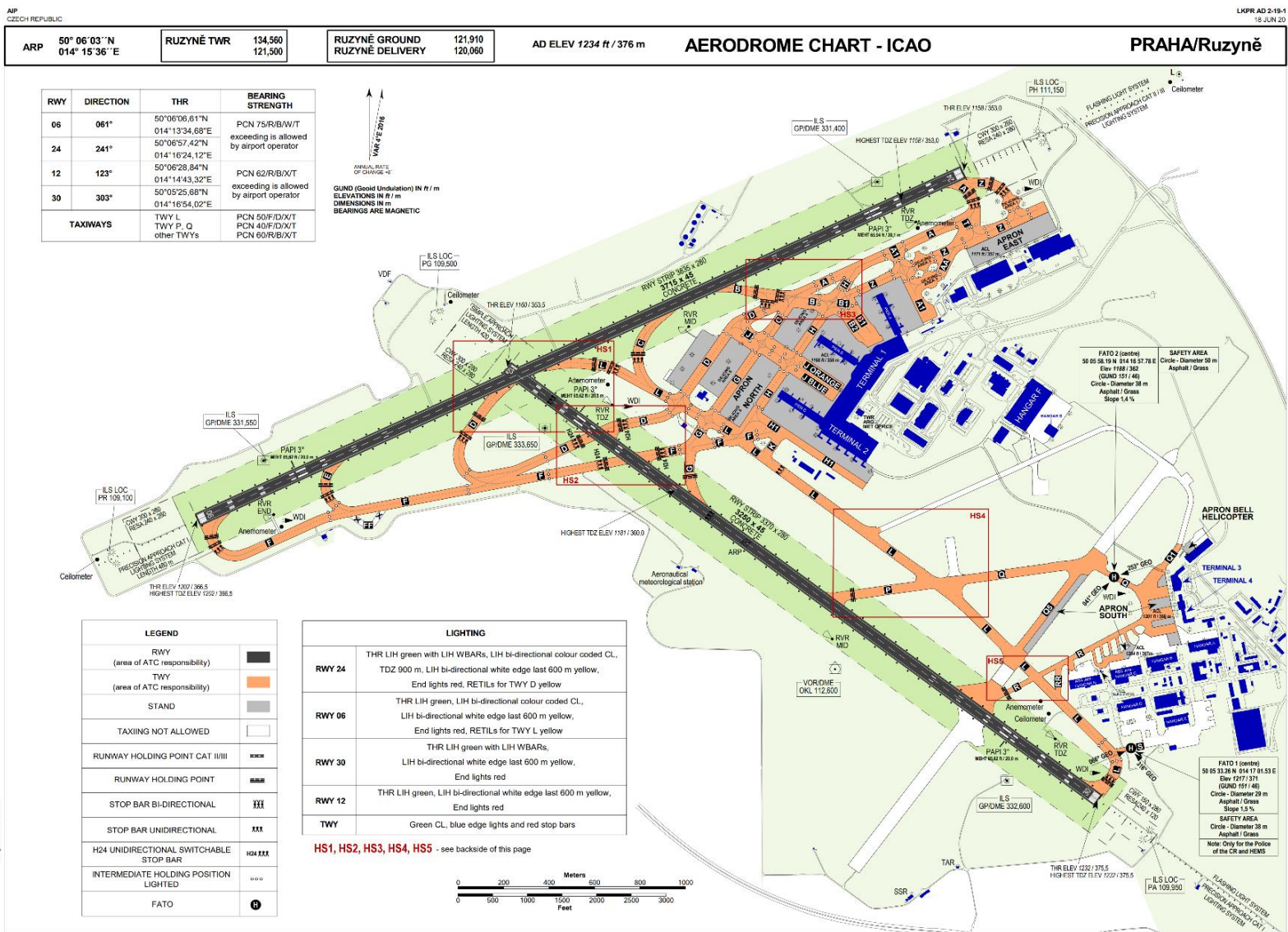
Pojezdové dráhy na ruzyňském letišti mají následující specifikace:

- Šířka:
 - 22,5 m (šířka TWY „P“ a TWY „Q“ mezi TWY „L“ a TWY „Q5“ je 40 m)
 - 21 m (TWY „R“)
- Povrch: beton a asfaltový beton
- Únosnost:
 - TWY „L“ – PCN 50/F/D/X/T
 - TWY „P“, „Q“ – PCN 40/F/D/X/T
 - Ostatní – PCN 60/R/B/X/T (ŘLP ČR, 2020).

5.3.2 Značení

Na TWY je využito následujících značení: osově, postranní, vyčkávacího místa RWY na veškerých křížení mezi RWY a TWY, mezilehlého vyčkávacího místa, příkazové, informační a výstražné. Navíc k tomuto značení se na pojezdových drahách nachází tato světelná značení: osová návěstidla – TWY „A“, „A1“, „B“, „B1“, „B2“, „C“, „D“, „E“, „F“, „G“ (v části mezi TWY „B“ a „F“), „H“, „H1“, „J“, „L“ (v části mezi RWY 06/24 a TWY „F“ a v úseku mezi TWY „R“ a vyčkávacím místem CAT I před prahem dráhy 30) a „Z“. Postranní návěstidla se nachází na TWY „L“ (v části mezi TWY „F“ a „R“), „P“, „Q“, „Q1“, „Q5“, „R“, „RR“, „S“, „G“ (v části mezi RWY 12/30 a TWY „F“), na všech výjezdech RWY 06/24 v části mezi RWY 06/24 a vyčkávacím místem pro CAT II/III. V poslední řadě jsou TWY „A“, „B“, „C“, „D“, „E“, „F“, „G“, „L“, „P“, „R“, „Z“ po obou stranách vybaveny ochrannými návěstidly (ŘLP ČR, 2020).

5.4 Schéma letiště



Obrázek 6: LKPR Letištní mapa ICAO (ŘLP ČR, 2020).

V této kapitole bude čtenáři na základě výše zobrazené ICAO letištní mapy letiště LKPR ukázáno a okomentováno aktuální infrastrukturní uspořádání na pražském letišti v Ruzyňi, relevantní pro předmět této diplomové práce. Jak již bylo zmíněno v předchozích podkapitolách, pohybové plochy na letišti Václava Havla v Praze sestávají z dvou křižujících se betonových drah 06/24 a 12/30 (RWY na obrázku č. 6 v tmavě šedé barvě) a pojzdového systému (znázorněn oranžovou barvou). Odbavovací plochy mají světle šedou barvu a hangáry společně s terminály pro cestující

mají barvu modrou. Bíle je k vidění uzavřená dráha 04/22, která slouží primárně k dlouhodobému parkování letadel, zde není možno pojíždět. Zajímavé jsou taktéž červené obdélníky, označující tzv. hotspots neboli kritická místa na pohybových plochách, kde existuje pravděpodobnost vzniku určitého nebezpečí, či kde již v minulosti nastala obdobná nežádoucí událost. Mezi tato nebezpečí patří zejména možnost chyby pilotů při pojíždění (vyjetí z dráhy, záměna drah, nesprávné zvolení pojezdové trasy). Tato místa se nachází zejména v prostorech křížení dvou a více pojezdových drah či pojezdové dráhy se vzletovou dráhou (ŘLP ČR, 2020).

5.4.1 Vzletové, přistávací dráhy a jejich přidružené systémy TWY

Preference dráhového systému k vzletu a přistání, s přihlédnutím zejména k protihlukovým požadavkům, je následující:

- 1) RWY 24;
- 2) RWY 06;
- 3) RWY 30;
- 4) RWY 12.

Pro stanovení dráhy v užívání je na LKPR zavedeno několik pravidel, které zahrnují výjimky, jež určují případy zvolení méně preferované dráhy. Mezi tyto výjimky se řadí např. uzavření dráhy, nefunkčnost navigačního vybavení pro danou dráhu, nepříznivé povětrnostní podmínky včetně kontaminace povrchu dráhy vodou, sněhem, ledem aj. Další z výjimek může být udělena na žádost velitele letadla, zejména v nouzových situacích či z jiných bezpečnostních důvodů.

Pojezdový systém přidružený k vzletovým a přistávacím drahám má v porovnání s jinými velkými evropskými letišti relativně jednoduché provedení. Ke dvěma vzletovým a přistávacím drahám 24/06 a 30/12 je napojeno několik pojezdových drah určených ke vstupu či opuštění VPD, 2 z nich na RWY 24/06 jsou klasifikovány jako pojezdové dráhy pro rychlé odbočení (RET), tyto dráhy se vyznačují poměrně ostrým úhlem mezi osou RWY a osou této TWY (ŘLP ČR, 2020).

5.4.1.1 RWY 24

Pro hlavní (preferovanou) dráhu 24 jsou určeny 3 pojezdové dráhy pro vstup a vzlet, a to TWY „A“ pro vzlet s využitím celé délky RWY (TORA = 3715 m), TWY „Z“ pro vstup ze stání určeného pro odmrazování, rovněž s využitím celé délky RWY, a TWY „B“ pro vzlet z křižovatky s TORA o délce 2545 m, určena zejména pro menší turbovrtulové letouny.

Pro uvolnění přistávací dráhy po přistání lze pro RWY 24 využít pojezdové dráhy „C“ a „D“ (RET) či eventuálně TWY „E“ a „F“ (ŘLP ČR, 2020).

5.4.1.2 RWY 06

Pro tuto dráhu opět existují 3 pojezdové dráhy pro vstup na dráhu za účelem vzletu. Pro těžké letouny s nadstandardně vyšší potřebnou délkou vzletu lze využít plné délky RWY 06 s TORA o délce 3715 m. Pro středně těžké proudové letouny je doporučen vzlet z křižovatky „E“ (TORA = 3060 m) a pro menší turbovtulové letouny je za účelem optimálního využití kapacity vhodné využít křižovatky s TWY „D“ (TORA = 2250 m).

Pro výjezd po přistání z RWY 06 jsou dostupné pojezdové dráhy „L“ (RET) a „B“, na konci přistávací dráhy lze uvolnit přes TWY „A“ (ŘLP ČR, 2020).

5.4.1.3 RWY 30

Ke vzletu z dráhy 30 jsou navrženy vstupní pojezdové dráhy L (maximální délka TORA = 3250 m, určena pro vzlet všech typů proudových letadel) a „R“ (vzlet z křižovatky využíván menšími turbovtulovými letadly, TORA o délce 2575 m).

V případě přistání se k opuštění RWY používá výhradně pojezdová dráha „G“, ke které ve standardní situaci nemá problém dobrzdit většina letounů všech velikostí. V případě nedobrzdní se naskýtá možnost tzv. backtracku, kdy je letoun laterálním manévrem o 180° přiveden do opačného směru a posléze může k opuštění přistávací dráhy využít buď TWY „D“ nebo „L“ (ŘLP ČR, 2020).

5.4.1.4 RWY 12

Dráha 12 má ke vzletu předurčené pojezdové dráhy „D“ (TORA = 2760 m) a „G“ (TORA = 2225 m), vzlet letounů s využitím celé délky této RWY není standardní. K docílení celé, maximální délky pro vzlet by bylo třeba pojíždět k prahu dráhy 12 přes RWY 24/06 či provést tzv. backtrack, kdy letoun pojíždí po dráze opačným směrem na její samotný konec a poté v blízkosti prahu dráhy provede otočný manévr o 180°.

Po přistání na RWY 12 se k uvolnění používá TWY „P“, v případě dlouhého výjezdu lze taktéž využít pojezdovou dráhu „R“ či výjimečně TWY „L“ (ŘLP ČR, 2020).

5.4.2 Pojezdové dráhy

V několika předchozích kapitolách jsem se věnoval pojezdovým drahám přidruženým k VPD, které jsou v centru mého zájmu. V této kapitole bych rád zmínil a zaměřil se zejména na pojmenování veškerých jednotlivých pojezdových drah, což bude primárním předmětem této závěrečné práce.

Varianta pojmenování místních pojezdových drah na letišti LKPR je zvolena metodou písmen od „A“ do „L“ s výjimkou písmen „I“ a „K“ pro jakýsi primární, významně využívaný centralizovaný pojezdový systém, od „P“ do „T“ pro odlehlejší TWY s nižším vytížením a TWY „Z“, spojující hlavně místa stání letadel u terminálů a stání určené pro odmrazování letadel. Dále je v systému pojmenování podle potřeby využito označení konkrétních TWY o dodatečné písmeno/číslo – „A1“, „AA“, „B1“, „H1“, „Q1“, „Q5“, „RR“, které blíže specifikují danou pojezdovou dráhu a její lokaci (ŘLP ČR, 2020).

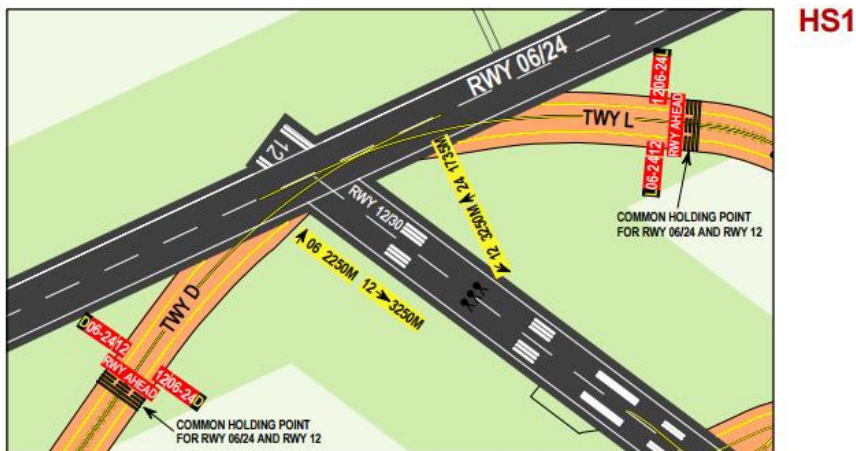
Dílním cílem v diplomové práci bude v pozdějších kapitolách navrhnout vyhovující systém pojmenování pojezdových drah, a to především pro případ výstavby nové paralelní VPD včetně jejích přidružených TWY.

5.4.3 Kritická místa, tzv. „hotspoty“

Na letištní mapě pro LKPR z obrázku č. 6 lze nalézt přesně pět červeně ohraničených zón v rámci letištního dráhového systému. Tato místa specifikují oblasti, ve kterých již v minulosti došlo, či by svým návrhem potenciálně mohlo dojít, k omylu ve smyslu vyjetí z dráhy či zmatení pilota na nepřehledném místě a následnému chybnému pojezdovému manévru při odbočení na nesprávnou dráhu. Minimalizovat či zamezit vzniku takových míst všude, kde je to prakticky možné, bude při mém navrhování jedním z úkolů, který si v této práci předurčuji.

5.4.3.1 Hotspot HS1

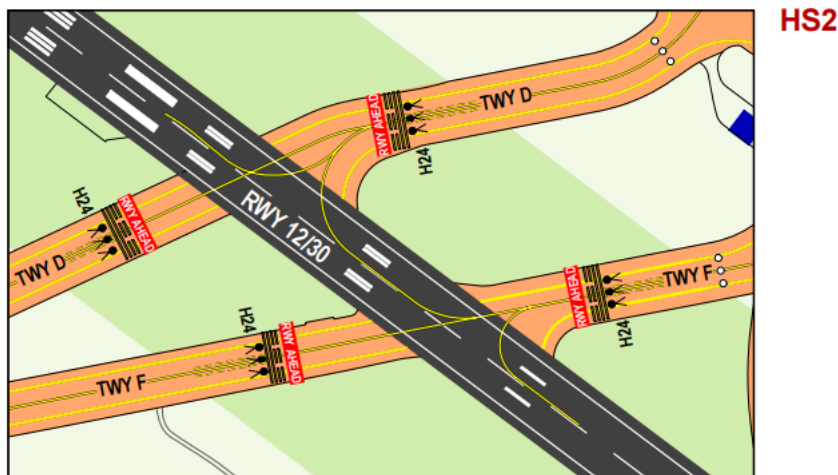
Tato poměrně významná kritická oblast se nachází na křížení VPD 24/06 a 30/12 spolu s TWY „D“ a „L“. Z pohledu pilota v takovém místě opravdu může nastat zmatení, ovšem všechny dráhy, ať už vzletové či pojezdové, mají vůči sobě dostatečně výrazné úhly, a tudíž by návrh měl být dostatečně bezpečný a přehledný.



Obrázek 7: LKPR Hotspot HS1 (ŘLP ČR, 2020).

5.4.3.2 Hotspot HS2

Druhý tzv. hotspot se nalézá na dvojité křižovatce mezi RWY 30/12 a pojezdovými drahami „D“ a „F“. Pojezdové dráhy jsou strategicky oddělené dostatečnou vzájemnou vzdáleností. Obě TWY „D“ i „F“ mají z východní strany vůči RWY 30/12 několik jednotlivých osových vedení pro pokračování v pojiždění po příslušné TWY směrem k prahu dráhy 06 a zároveň slouží jako vstupní TWY pro vzlet z dráhy 12.

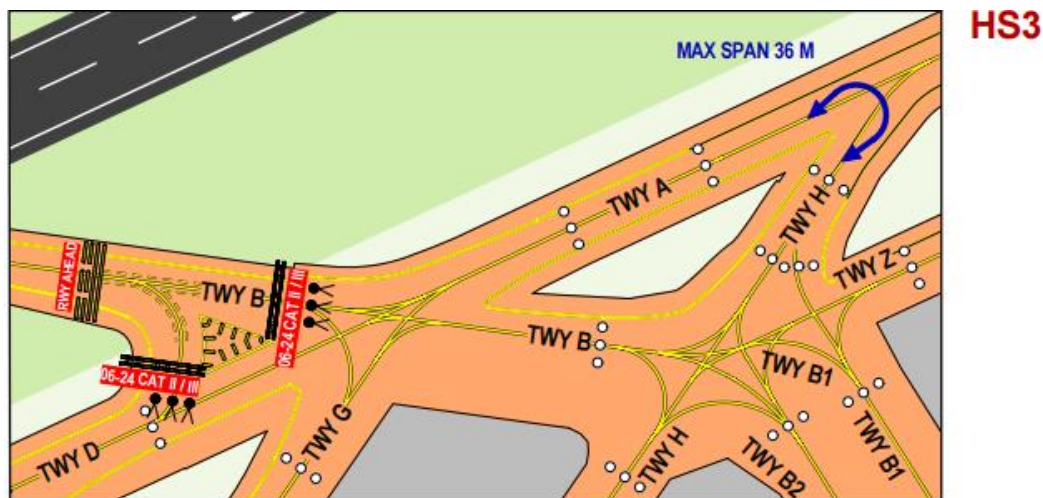


Obrázek 8: LKPR Hotspot HS2 (ŘLP ČR, 2020).

5.4.3.3 Hotspot HS3

Třetí kritická oblast zahrnuje hned několik pojezdových drah slučujících se ve dvou nedaleko vzdálených vcelku komplexních křižovatkách. Tyto křižovatky sestávají ze dvou hlavních TWY „A“ a „B“ včetně „B1“ a „B2“ společně s několika dalšími napojujícími se pojezdovými drahami „D“,

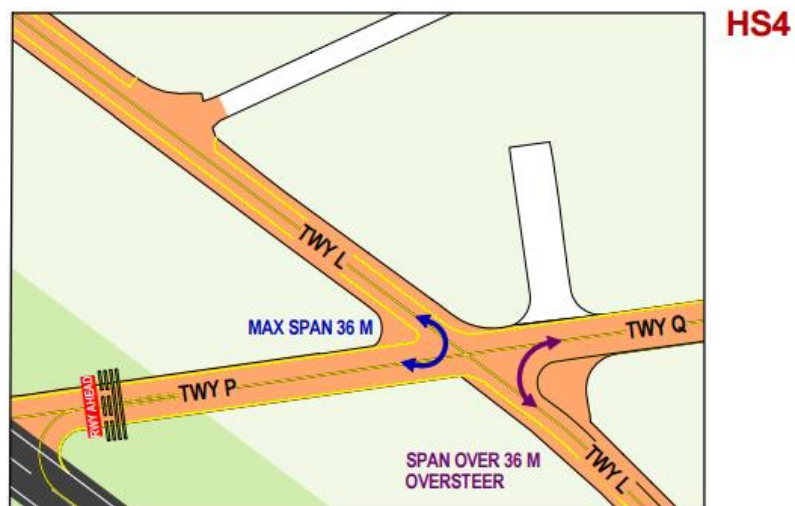
„G“, „H“, „Z“. Tento „hotspot“ lze klasifikovat jako velice významný, jelikož v tomto případě je potřeba velké opatrnosti pilotů k zamezení pojíždění letadel po jiné než po přidělené pojezdové dráze. Dbát je taktéž nutno na omezení maximálního rozpětí křídel (max 36 m) na křižovatce mezi TWY „A“ a „H“. Na obrázku níže lze vidět ilustraci zmíněné oblasti, nacházející se v centrální části letiště nedaleko odbavovacích terminálů a RWY 24/06.



Obrázek 9: LKPR Hotspot HS3 (ŘLP ČR, 2020).

5.4.3.4 Hotspot HS4

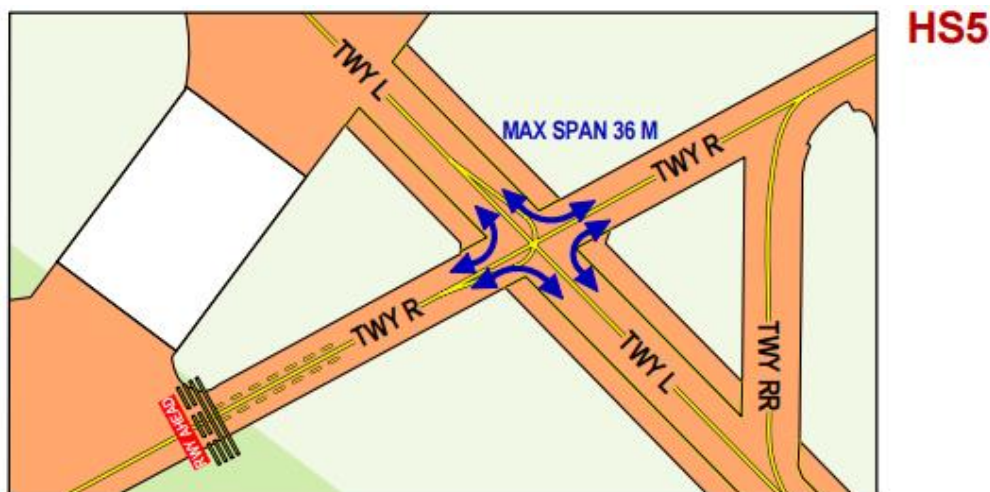
U „hotspotu“ číslo 4 nalezneme jednoduché křížení pojezdových drah „L“, „P“ a „Q“. V tomto případě je nutno dodržet omezení pro zatáčení z jedné TWY na druhou. Mezi prvními dvěma zmíněnými je publikováno omezení na rozpětí křídel do 36 m. Pro přechod mezi TWY „L“ a „Q“ je v případě rozpětí letounu vyššího než 36 m nutno použít techniku přetáčení do zatáčky.



Obrázek 10: LKPR Hotspot HS4 (ŘLP ČR, 2020).

5.4.3.5 Hotspot HS5

Poslední z tzv. „hotspotů“ se nachází v jižní části letiště u hangárů pro menší soukromé letouny. Kritické místo zahrnuje TWY „L“, „R“ a „RR“, kde již mohlo dojít ke zmatení pilotů pravděpodobně i z důvodu obdobného označení těchto TWY. Určitou pravděpodobnost pro vyjetí z jedné z drah při odbočování například při podmínkách snížené dohlednosti také nelze vyloučit. Na křížení pojezdových drah „L“ a „R“ je opět stanoveno omezení pro rozpětí křídel na 36 m.



Obrázek 11: LKPR Hotspot HS5 (ŘLP ČR, 2020).

5.5 Nový dráhový systém na letišti LKPR

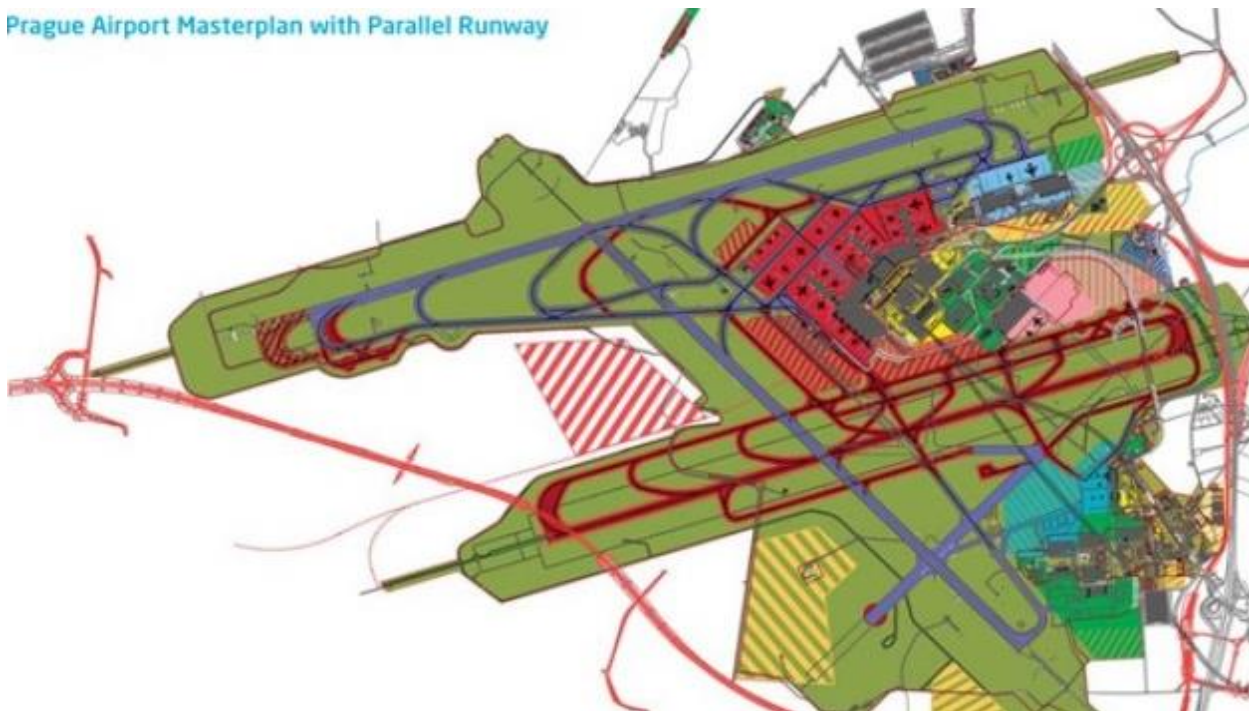
Pro zajištění toho, aby dlouhodobá provozní a finanční udržitelnost jakéhokoliv letiště nebyla ohrožena rychle postupujícími vývoji, je nutné, aby letiště vlastnilo dlouhodobý plán rozvoje až na 20 let dopředu. V úvahu se musí brát i možnost potenciální potřeby expanze o podstatně větším rozsahu oproti původním očekáváním. Tento dlouhodobý plán musí být pravidelně aktualizován, aby pokrýval stanovený časový rámec do budoucna (St. John's International Airport Authority, (2017).

Výše uvedené důvody společně s plnění se letištní kapacitou z posledních let vedly pražské letiště k vytvoření plánů na realizaci výstavby či rekonstrukce několika jeho částí, ať už terminálů, třídírných zavazadel, nebo paralelní dráhy. Pro účely této diplomové práce bude pozornost věnována pouze poslední zmíněné části – paralelní vzletové/přistávací dráze a pojezdovému systému. Plán této RWY včetně nových pojezdových drah, ze kterého budu vycházet v následujících kapitolách, je k vidění na níže uvedeném obrázku č. 12, přičemž úkolem diplomové práce bude navrhnout nové

řešení pojmenování celého pojezdového systému, který vznikne společně s touto novou vzletovou a přistávací drahou.

Klíčovým faktorem pro efektivitu plánů letištních staveb je konfigurace vzletových a přistávacích drah a jejich umístění ve vztahu k odbavovacím terminálům. Pro samotné dráhy je pak důležitou charakteristikou jejich fyzická délka a směr osy (Edwards, 2005).

Prague Airport Masterplan with Parallel Runway



Obrázek 12: Plán nové paralelní RWY na letišti PRG (Slot Coordination Czech Republic, 2020).

Výše zobrazený plán pro rozvoj letiště zahrnující paralelní vzletovou a přistávací dráhu podle svého rozložení a níže uvedených technických parametrů odpovídá moderním standardům na evropských letištích z předchozích kapitol. Dostatek pojezdových drah, umožňujících vstup na RWY a její uvolnění na několika vhodných místech, by měl zajistit plynulost provozu a maximální možnou kapacitu pohybů. Tyto TWY jsou dále napojeny na paralelní pojezdové dráhy, jedna z nich, umístěná severně od nové VPD, vede podélně po celé délce RWY. Ve východní části vzletové a přistávací dráhy 06R/24L se nachází navíc ještě jedna paralelní TWY, která zajistí plynulost obousměrného provozu letadel a obsluhy tří vzniklých odmrazovacích stání v blízkosti prahu dráhy 24R. Jižní dráhový systém je se středem letiště propojen trojicí nových souběžných pojezdových drah. Původní VPD, s budoucím označením 06L/24R, bude rozšířena o trojici nových vstupních/výstupních TWY, v blízkosti odlehlých odbavovacích stání taktéž vznikne jedna nová paralelní pojezdová dráha. Všechna tato rozšíření by měla napomoci zvýšení plynulosti a bezpečnosti letištního provozu.

Rozšíření již stávajícího pojezdového systému v oblasti původní VPD a v blízkosti terminálů je vhodným nástrojem k zajištění dostatečné kapacity pohybů letadel po celých letištních plochách. Chystané ukončení provozu RWY 12/30 by znamenalo transformaci této vozovky v další z pojezdových drah, tento předpoklad bude zahrnut v nadcházejících návrzích.

5.5.1 Technické parametry paralelní dráhy

Stavební délka dráhy by měla být podle plánu 3100 metrů a mít šířku 60 metrů, přičemž 45 metrů je široká část s nejvyšší únosností a 75 metrů včetně postranních pásů. Pás dráhy pro ochranu letadel v případě jejich vyjetí z dráhy zaujímá 3220 metrů do délky a 300 metrů do šířky. Přistávací dráha je v obou směrech navržena pro přesné přiblížení kategorie IIIB, navíc bude svou provozuschopností vyhovovat i těm největším letounům, jako je A380 či B747, v místech největšího namáhání bude totiž tuhá s cementobetonovým povrchem. Na ostatních místech bude povrch z živičného materiálu, celková tloušťka konstrukce dráhy bude cca 1 metr. Plánem je touto drahou nahradit stávající RWY 04/22, užívanou hlavně k parkování letadel, dlouhodobě mimo provoz. RWY 06R/24L se bude nacházet ve vzdálenosti 1525 metrů jižně od stávající dráhy 06/24 (viz obrázek č. 12), aby byl zajištěn nezávislý provoz na obou paralelních VPD. Nynější dráha 12/30 se stane součástí pojezdového systému, ukončení jejího provozu by mělo ulevit hlukové zátěži zastavěných oblastí v blízkosti letiště (Letiště Praha, 2020b).

5.6 Definice požadavků pro tvorbu návrhů

Definované požadavky a stanovené postupy k zamezení vzniku nových problémů v aktualizovaném dráhovém systému, na které bude v práci kladen důraz:

1. Sjednocení pojmenování stávající severní a nové jižní části pojezdového systému;
2. Předejití komplikacím způsobených nevhodným výběrem pojmenování TWY zejména na místech, která jsou již sama o sobě složitá;
3. Efektivní využití alfanumerických znaků v maximálním praktickém rozsahu (z hlediska jednoduchosti a přehlednosti);
4. Zavedení systematického a uceleného pojmenování pro velký počet vstupních a výstupních TWY k nové paralelní RWY 06R/24L;
5. Vyhnutí se volbě vizuálně dvou podobných písemných názvů vozovek, které jsou ve vzájemné blízkosti a mohly by zapříčinit omyl pilotů (např. písmena „H“ a „M“);
6. Minimalizace nároků na realizační a finanční náročnost provedení.

6 Vliv procesu přejmenování dráhového systému na letištní provoz

V následujících kapitolách bude věnována pozornost provozním dopadům, způsobeným pracemi spojenými s přejmenováním stávajícího pojezdového systému v rámci výstavby nové paralelní RWY. Součástí studia proveditelnosti řešení bude návrh předpokládaného postupu pojmenovávání a související provozní omezení v průběhu a po dokončení tohoto procesu. Stanoveným primárním cílem je zachování co nejvyšší provozuschopnosti jednotlivých článků v systému, což znamená provádět fyzické práce ve vybrané časové úseky s co nejnižším negativním dopadem na plynulost a bezpečnost letového provozu. Jako možnost se nabízí provedení fyzických prací po etapách v nočních hodinách. Poznatky z této kapitoly budou sloužit jako jeden z parametrů pro vytváření nových řešení, který stanoví cíl minimalizovat nutné práce s fyzickým přejmenováním pojezdových drah.

6.1 Provozní stav před počátkem výstavby nové paralelní RWY

Provozní stav před zahájením staveb lze považovat za výchozí, standardní stav bez významných omezení, využívající nynější maximální dostupné konstrukční kapacity. Jedna z možností pro přejmenování pojezdového systému zahrnuje zvolení řešení jedné z variant či jejich kombinace z této diplomové práce a následně začít s procesem přejmenování stávajících vozovek ještě před započítáním samotné konstrukce nového dráhového systému. To by znamenalo postupné menší uzavěry jednotlivých TWY za účelem provedení fyzické práce přejmenování. V případě nutnosti krátkodobého uzavření celé vzletové a přistávací dráhy 06/24 by teoreticky šlo využívat nynější RWY 12/30. Nicméně při zvolení vhodné strategie a rozfázování prací do nočních hodin by měl být provoz na dráze 06/24 zachován bez omezení.

6.2 Provozní stav v průběhu výstavby nové paralelní RWY

Po započítání stavebních prací na nové paralelní vzletové a přistávací dráze včetně související expanze pojezdového systému (plán nové podoby letiště na obrázku č. 12) by nastala významná omezení letištního provozu, zejména v jižní oblasti letiště. Podstatně ovlivněn by byl v tomto případě i provoz terminálu 3, sloužícího k odbavování soukromých letů. Severní oblast letiště, zahrnující dnešní VPD 06/24, odbavovací terminály 1 a 2 společně se sítí pojezdových drah, by

byla taktéž podrobena rozsáhlým omezením – několik nových TWY by totiž doplnilo stávající systém vozovek, a to zejména v bezprostřední blízkosti vzletové a přistávací dráhy 06/24.

Proto je důležité se zamyslet nad postupem přejmenování z hlediska již započatých prací na paralelní dráze. Pojmenování nových pojezdových drah v jižní části letiště by mělo být provedeno bez problému přirozeně společně s jejich budováním. Ovšem pro zachování dostatečné provozuschopnosti zbylých pohybových ploch není žádoucí provádět stavbu nových TWY a jejich pojmenování v severní části letiště současně se stavbou v jižní části. Následkem by bylo nepřiměřeně rozsáhlé omezení provozu jak v jižní, tak severní části letiště. Proto je žádoucí vyřešit problém s přejmenováním stávajících vozovek v severní části letiště dle stanovené metody buď před započítáním či po dokončení stavby paralelní RWY včetně příslušné sítě pojezdových drah.

6.3 Provozní stav po dokončení výstavby nové paralelní RWY

Z hlediska procesu přejmenování stávajících pojezdových drah představuje následující postup jednu z alternativ provedení. V tomto případě by úkony spojené se zavedením nového systému pojmenování byly provedeny až po dokončení stavby a uvedení nové RWY 06R/24L včetně přidruženého pojezdového systému do provozu. Za tohoto předpokladu, tedy stoprocentně funkčního dráhového systému v jižní části letiště, se nabízí možnost variantu, zahrnující výstavbu nových TWY a jejich přejmenování v severní části, zařadit až do poslední fáze plánované expanze. Zvolená varianta řešení pojezdového systému by byla aplikována na jižní část letiště a poté dodatečně doplněna i do stávající, severní části. Po uvedení kompletního nového dráhového systému do provozu včetně přejmenování stávajících pojezdových drah v severní části letiště lze očekávat výrazné navýšení plynulosti, bezpečnosti a provozní kapacity celého letištního komplexu.

7 Analýza řešení na rozdílných evropských letištích

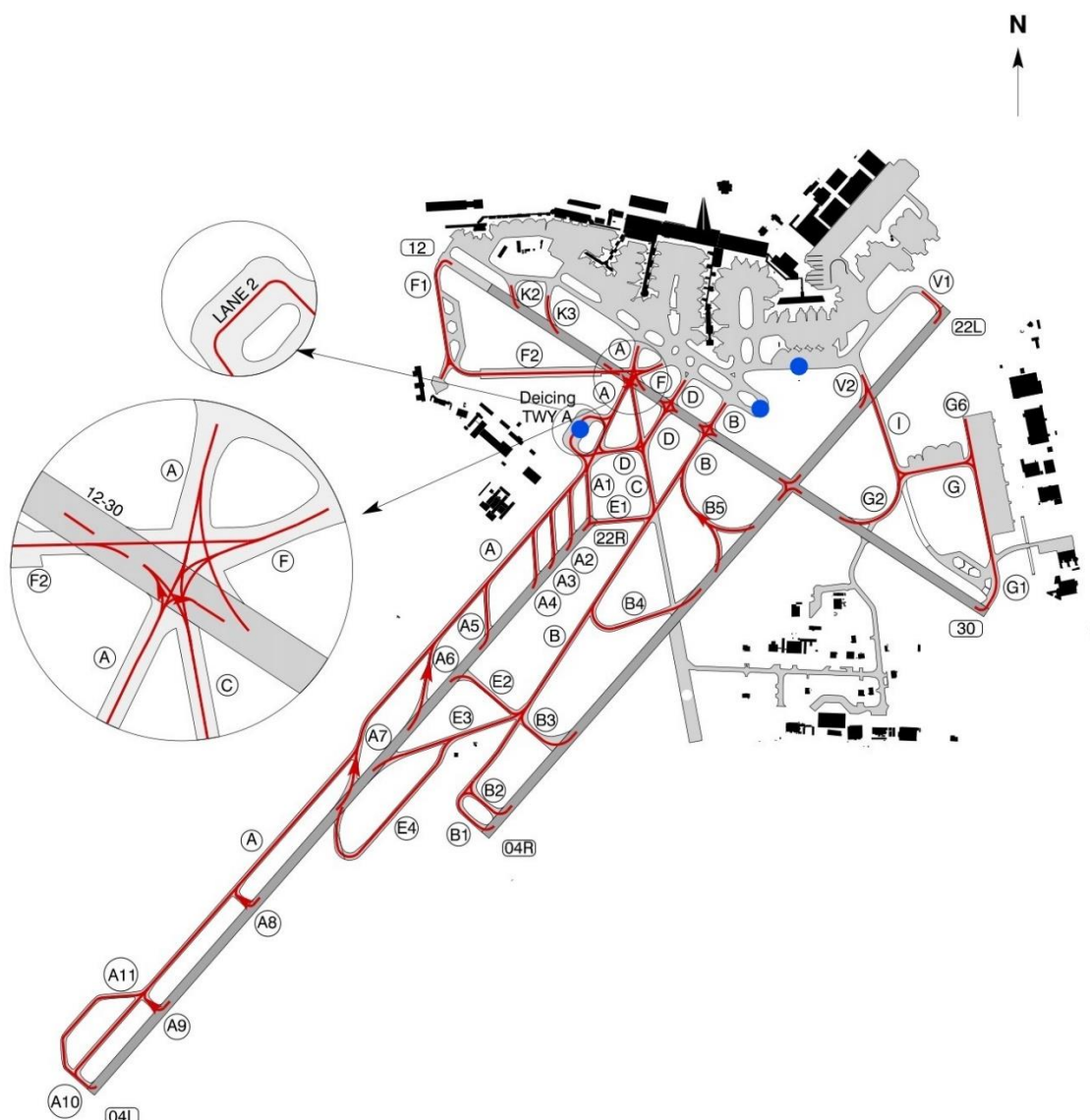
Tato kapitola bude věnována několika evropským letištím, u kterých bude provedena analýza řešení místních pojezdových systémů a studie možností proveditelnosti pro pozdější návrhy nového řešení v případě expanze v podobě vybudování nové paralelní dráhy na letišti PRG. Z tohoto důvodu byla do této kapitoly volena hlavně letiště o srovnatelné či mírně větší velikosti a kapacitě než na pražském mezinárodním letišti v Ruzyni, provozující alespoň dvě vzletové/přistávací dráhy, nejlépe paralelně stavěné. Při výběru konkrétních letišť byla snaha volit ta letiště, která jsem jako autor dosud v rámci svého povolání dopravního pilota národní letecké společnosti stihl navštívit, a tudíž měl možnost vidět tato provedení v praxi, na vlastní oči. U každého z vybraných letišť se zaměřím na specifické provedení, zejména na výrazné či neobvyklé prvky, které detailněji na základě dostupných letištních map a textů popíšu a okomentuji. Následně se budu věnovat pojmenování pojezdových drah v daném pojezdovém systému, primárně těm, které jsou napojeny na vzletové a přistávací dráhy. V poslední části v každé z následujících podkapitol bude provedeno krátké zhodnocení daného provedení mj. obohacené i o pohled pilota, založený na vlastních zkušenostech s konkrétními letišti. Nebude chybět ani trocha historie či zajímavostí ohledně kapacity a průběžných rekonstrukcí na předmětných letištích.

7.1 EKCH – Letiště Kodaň (Kastrup)

Dánské letiště Kastrup se nachází na jihovýchodním cípu hlavního města Kodaň, zasahujícím do zálivu Baltského moře. Areál kodaňského letiště byl původně vybudován již v roce 1925, přičemž v průběhu let došlo na letišti k mnoha rekonstrukcím a expanzím, které probíhají průběžně až dodnes. Jedna z významnějších se uskutečnila v roce 2007, kdy byly rozšířeny a modernizovány terminály, včetně dalších provozních systémů (Airport Technology, 2020a).

V roce 2019 zde dosáhla kapacita přepravených cestujících téměř 30,3 miliónů. 47 dní v roce se podařilo překonat hranici 100 000 cestujících za jeden den. Oproti roku 2018 je to prakticky stejné číslo, potenciální nárůst byl omezen kvůli úpravám v dánském dopravním programu, bankrotům leteckých společností Primera Air a WOW Air, nebo například kvůli stávce pilotů společnosti SAS. Tyto události stály kodaňské letiště přibližně jeden milion cestujících. Na druhou stranu podstatně roste počet nových společností, které na norské letiště vypravují své lety a zvyšuje se i podíl transnitní dopravy (CPH.dk, 2020).

Infrastruktura letiště EKCH nabízí tři VPD – RWY 12/30 a dvě paralelní dráhy 04L/22R, 04R/22L. Nejkratší dráha, RWY 30, měří 2365 m, zatímco nejdelší dráha, RWY 22R je dlouhá 3600 m (Naviar AIM, 2020).



Obrázek 13: Mapa letiště EKCH s vyznačenými TWY (Naviar AIM, 2020).

7.1.1 Pojezdový systém

V blízkosti drah se nachází 2 místa určená pro odmrazování letadel, na TWY „A“ a „B“ a třetí místo pro odmrazování nalezneme na pojezdové dráze „V“, blízkosti odbavovacích terminálů. Všechna stání pro odmrazování jsou na obrázku č. 13 označena modrým puntíkem.

Největší pozornost s přihlédnutím k pojezdovým drahám přitahuje RWY 22R, jmenovitě křižovatky „A1“, „E1“, „A2“, „A3“, „A4“, a „A5“. Z těchto míst je možný vzlet, přičemž takové uspořádání

umožňuje efektivní využití kapacity při více pohybech letadel, pojíždějících ke vzletu. Letouny mohou být vedeny do několika křižovatek najednou a tím urychlit proces postupných či souběžných vstupů na vzletovou dráhu. Pro výjezd po přistání v opačném směru je dráha 04L vybavena dvěma RET, „A6“ a „A7“ a standardními TWY „E2“ a „E3“. Pro neobvyklé situace – vzlet z RWY 04L, případně výjezd po přistání na dráhu 22R, jsou určeny kolmé pojezdové dráhy „A8, „A9, „A10“ a pouze pro RWY 22R lze využít taktéž pojezdovou dráhu „E4“. Dráha 04L/22R je v porovnání s ostatními RWY navržena jako vysokokapacitní, a tedy při hustém provozu a vyhovujících podmínkách využívána jako primární.

RWY 04R/22L a 12/30 se navzájem kříží, obě mají několik TWY pro vstup a výjezd z VPD:

- RWY 04R:
 - Vzlet: „V1“, „V2“;
 - Přistání: „B3“, „B4“, „B5“;
- RWY 22L:
 - Vzlet: „B1“, „B2“, „B3“;
 - Přistání: „B5“, „V2“
- RWY 12:
 - Vzlet: „K2“, „K3“;
 - Přistání: „G2“;
- RWY 30:
 - Vzlet: „G1“, „G2“;
 - Přistání: „B“, „D“, „A“, „K3“ (Naviair AIM, 2020).

7.1.2 Pojmenování TWY

Pojmenování v pojezdovém systému na letišti EKCH se odvíjí od dvou hlavních TWY souběžných s RWY 04L/22R a 04R/22L. Hlavní pojezdová dráha „A“ je prakticky paralelní s celou délkou primární dráhy 04R/22L, na tuto TWY jsou přímo napojeny vstupní a výstupní TWY/RET této VPD, očíslovány od severu k jihu způsobem „A1“-„A11“. Druhá významná pojezdová dráha „B“ vede letouny k dráze 04L/22R a zpět k blízkosti terminálů. Napojující TWY k dráze jsou označeny od jihu k severu až po křížení s dráhou 12/30 jako „B1“-„B5“. Dvě zbylé pojezdové dráhy severním směrem od křížení VPD mají označení „V2“ a „V1“. Po přistání na dráze 04R/22L je možné využít k výjezdu jednu z drah pojmenovaných „E2“-„E4“. Pro RWY 12/30 nemají přidružené TWY

specifický způsob pojmenování, nesou odlišné názvy podle několika jednotlivých drah, vedoucí od centrální části letiště v blízkosti terminálů. (Naviair AIM, 2020).

7.1.3 Zhodnocení řešení

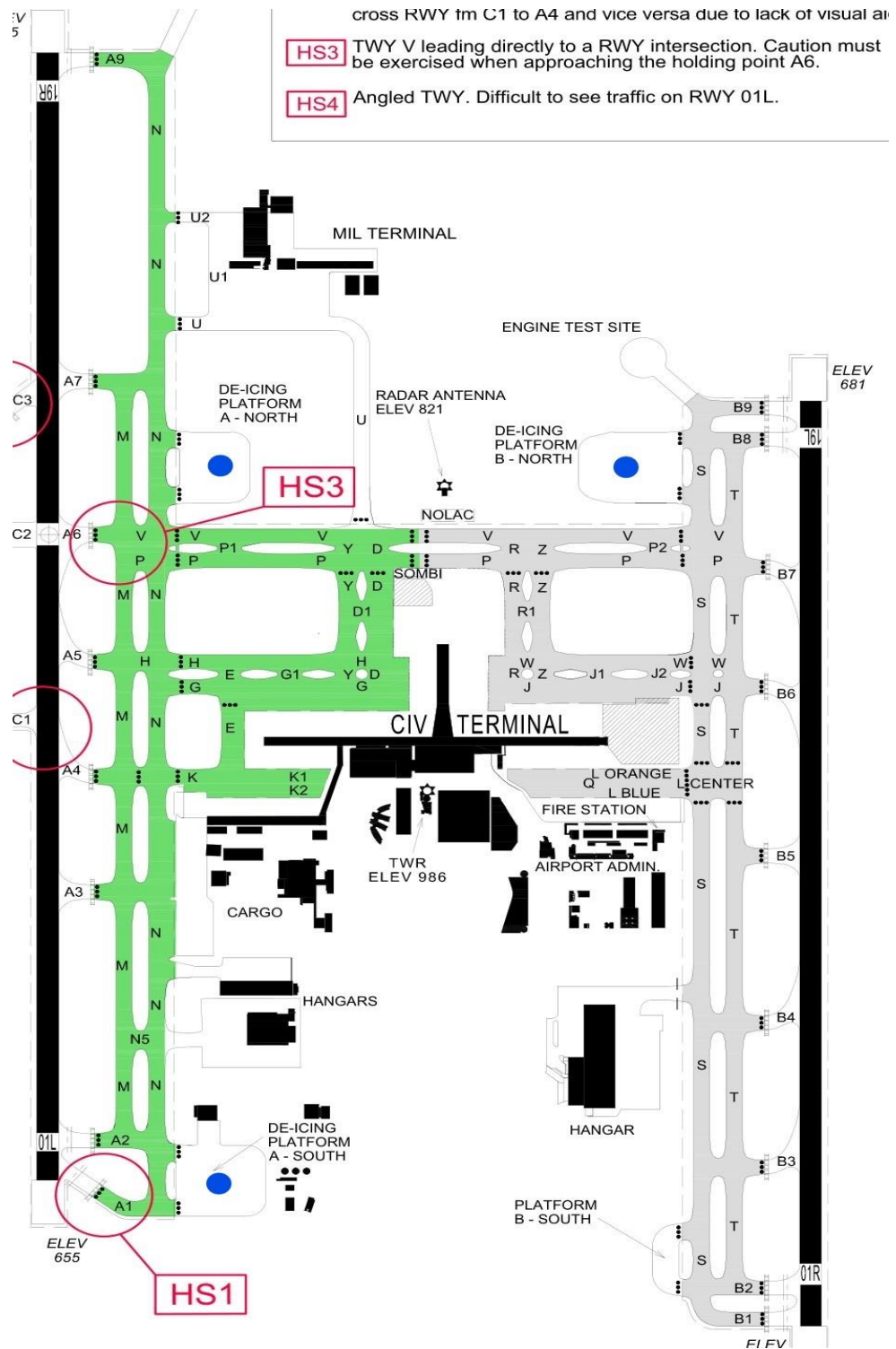
Z letiště Kodaň se nabízí vyzdvihnout především skupinu vstupních drah ke vzletové dráze 22R. Mít možnost provést vzlet z několika míst bez významné ztráty použitelné délky rozjezdu přináší pozitivní dopad na efektivitu, zejména při hustém provozu toto řešení nalezne výhodné využití. Tuto skutečnost mohu osobně potvrdit, jelikož v každém případě mého vzletu z Kodaně byla v užívání právě dráha 22R. Řídící letového provozu nás instruoval ke vstupu na dráhu pro vzlet přes jednu z dostupných TWY, přičemž další oba provozu, letoun před námi i letoun za námi dostal přiřazenou jednu z vedlejších TWY a tím byl průběh odletu příjemně urychlen. Celkově místní systém působí pro uživatele (piloty) komfortně, navzájem nedaleko vzdálené paralelní RWY jsou napojeny na dostatečné množství pojezdových drah, což pojíždění činí svižnou a přehlednou záležitostí.

7.2 ENGM – Letiště Oslo (Gardermoen)

Letiště Gardermoen Oslo se vyskytuje 48 km severovýchodně od centra norského hlavního města. Jeho výstavba, zahrnující dvě paralelní dráhy, začala roku 1994 a byla dokončena v roce 1998, kdy se při této příležitosti letiště Gardermoen stalo hlavním letištěm Osla, po uzavření tehdejšího letiště Fornebu. Poslední expanze se uskutečnila roku 2017 a zahrnovala významné rozšíření terminálů, navyšující téměř dvojnásobně původní kapacitu (Airport Technology, 2020b).

28,6 miliónů pasažérů využilo letiště Gardermoen v roce 2019, což z Osla činí druhé nejvytíženější letiště mezi severskými zeměmi, po dánské Kodani (NTB Kommunikasjon, 2020).

Letištní infrastrukturu tvoří symetrické uspořádání terminálů a pojezdových drah, celý tento areál je z vnějšku obklopen dvěma paralelními drahami 01L/19R (délka 3600 m) a 01R/19L (délka 2950 m), viz následující obrázek (Avinor AIS, 2020).



Obrázek 14: Mapa letiště ENGM s vyznačenými TWY (Avinor AIS, 2020).

7.2.1 Pojezdový systém

Jak již bylo zmíněno výše, pojezdový systém letiště Gardermoen je na první pohled zřetelně symetricky uspořádaný, na mapce letiště je na východní straně TWY systém zobrazen v šedé barvě, západní část má barvu zelenou. Všechny pojezdové dráhy jsou na sebe kolmé, což napomáhá celkové přehlednosti

Stání určená pro odmrazování letadel jsou stejným způsobem symetricky umístěna v blízkosti severních konců obou vzletových drah, přičemž na jižní straně letiště se vyskytuje třetí místo umístěné na TWY „A“, tedy v krátké vzdálenosti od prahu dráhy 01L. Na obrázku č. 14 jsou všechna tři místa pro odmrazování označena modrým puntíkem

Pojezdové dráhy „M“ a „N“, vedoucí paralelně s drahou 01L/19R, slouží k zajištění obousměrného provozu směrem k této dráze a na druhou stranu k terminálům. Na stejném principu jsou založeny pojezdové dráhy „S“ a „T“ k paralelní dráze 01R/19L. Z vnějších TWY na obou stranách („M“ a „T“) vedou přímá napojení k jednotlivým drahám, označeny jako „A1“–„A7“, „A9“ (RWY 01L/19R) a „B1“–„B9“ (RWY 01R/19L), sloužící buď ke vstupu či uvolnění příslušné VPD.

Pro vzlet a přistání z VPD lze využít následující pojezdové dráhy:

- RWY 01L:
 - Vzlet: „A1“, „A2“, „A3“, „A4“, „A5“;
 - Přistání: „A6“, „A7“, „A9“;
- RWY 19R:
 - Vzlet: „A9“, „A7“, „A6“, „A5“;
 - Přistání: „A5“, „A4“, „A4“, „A2“, „A1“;
- RWY 01R:
 - Vzlet: „B1“, „B2“, „B3“, „B4“, „B5“;
 - Přistání: „B5“, „B6“, „B7“, „B8“, „B9“;
- RWY 19L:
 - Vzlet: „B9“, „B8“, „B7“, „B6“;
 - Přistání: „B5“, „B4“, „B3“, „B2“, „B1“ (Avinor AIS, 2020a).

7.2.2 Pojmenování TWY

Jak již bylo popsáno v předchozí podkapitole, nedůležitější je zde povšimnout si způsobu pojmenování paralelních TWY s RWY. Ke vstupu a uvolnění RWY využívají piloti pojezdových

drah s označením „A“ či „B“ v závislosti na přidělené RWY, tyto TWY mají navíc přidělené číslo od 1 do 9, vzestupně od jihu k severu. Z těchto drah a na tyto dráhy je možné se dostat pomocí zmíněných dvojic paralelních drah – pro RWY 01L/19R jsou to TWY „M“ a „N“, pro RWY 01R/19L jsou to TWY „S“ a „T“. Tyto pojezdové dráhy opět navazují na dvojice pojezdových drah, které vedou letouny až k odbavovacím terminálům (Avinor AIS, 2019a).

7.2.3 Zhodnocení řešení

Označení pojezdových drah na letišti Gardermoen je vytvořeno velice prakticky a přehledně, kde hraje velkou roli symetrie celé infrastruktury. O tomto jsem se již dvakrát přesvědčil, kdy jsem neměl problém se na letišti po přiletu i při odletu pohotově orientovat. Ať už pilot přistane či odlétá z jakékoliv VPD, procedura pojíždění je pro obě varianty prakticky totožná – jednoduchá. Velkou roli zde hrají vzájemně kolmé pojezdové dráhy, což minimalizuje nepřehlednosti, ke kterým může, v případě různých kombinací úhlů mezi jednotlivými TWY, zejména v komplikovaných křižovatkách, docházet. Pojmenování TWY přidružených k RWY číslicemi od 1 do 9 směrem jih-sever je zavedeno kvůli převažujícímu využívání drah 01L/01R a je taktéž pro pilota velice intuitivním řešením.

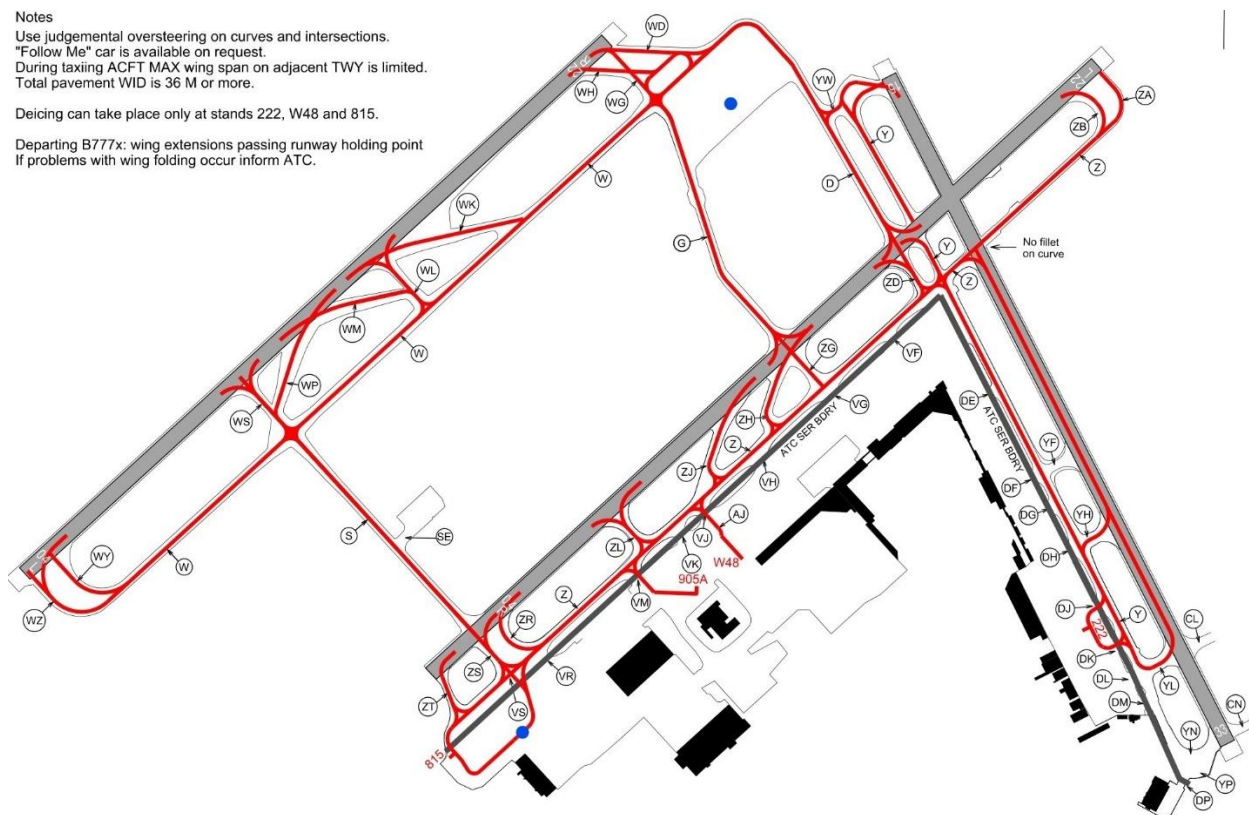
7.3 EFHK – Letiště Helsinky (Vantaa)

Plánováno od roku 1940, postaveno roku 1952, letiště Vantaa ve finských Helsinkách nahradilo tehdejší letiště Malmi, poté, co bylo zřejmé, že původní stavba nebude stačit zvyšující se poptávce a počtu cestujících, včetně pohybů větších a těžších letadel. Nynější infrastruktura zaujímá pozici okolo 20 kilometrů od centra hlavního města, v oblasti zvané Vantaa. Zajímavostí je, že téhož roku se v Helsinkách odehrávaly olympijské hry, kdy první charterové lety se sportovci již využily nového letiště. Původní výstavba zahrnovala pouze jednu runway, po několika letech byla doplněna o druhou, záložní dráhu. Třetí VPD otevřely Helsinky v roce 2002. Pravidelné lety započaly roku 1959, první skutečný terminál byl dostavěn až roku 1969, přičemž expanze o mezinárodní sekci terminálu byla dokončena až o 14 let později, v roce 1983 (Finavia, 2020).

Letiště Vantaa v hlavním městě Finska odbavilo v roce 2019 na 21,9 miliónů cestujících. Velký nárůst v posledních letech zaznamenávají Helsinky zejména v transiitní zóně, kdy téměř 40 % pasažérů využilo letiště k přestupu na navazující spoj, nejoblíbenějším směrem jsou destinace typu Čína, Japonsko. V roce 2019 došlo navíc k otevření takzvaného srdce non-Schengenu, zmodernizované terminálové zóny pro pasažéry cestující mimo Schengenskou oblast a taktéž

k vybudování zbrusu nového západního mola terminálu, sloužícího k dálkovým letům (The Moodie Davitt Report, 2020).

Dráhový systém letiště se skládá ze dvou paralelních drah 04L/22R a nejdelší z drah, 04R/22L (délka 3500 m). Druhá jmenovaná se navíc kříží se třetí drahou 15/33, která se svými 2901 metry je ze všech nejkratší (ANS Finland, 2020).



Obrázek 15: Mapa letiště EFHK s vyznačenými TWY (ANS Finland, 2020).

7.3.1 Pojezdový systém

Pojezdový systém v Helsinkách působí na první pohled velice přímočaře, každá z VPD má svou paralelní TWY, na kterou je napojeno několik křižovatek s příslušnou VPD. Každá z paralelních RWY 22L/22R má jednu či dvě křižovatky o ostrém úhlu, využívané jako pojezdové dráhy pro rychlé odbočení. Dráha 04L má na rozdíl od 04R navíc tyto odbočky propojené v jednu obousměrnou, což nabízí použitelnost rychlého uvolnění i v tomto směru (TWY „WM“ a „WP“). Obě paralelní dráhy jsou vybaveny dvěma vstupy na dráhu pro vzlet, a to v každém směru. Na RWY 04R/22L lze navíc spatřit čtyři pojezdové dráhy, které tuto VPD křižují za účelem propojení

hlavní TWY „Z“ v blízkosti terminálů a severní RWY 04L/22R – jmenovitě jsou to pojezdové dráhy „S“, „G“, „D“, „Y“.

Stání určené pro odmrazování jsou na letišti zavedena dvě, na jižní straně pohybových ploch pro vzlety severním směrem a na severní straně mezi paralelními drahami, pro účel vzletu na jih. Tato místa jsou v mapce výše vyznačena modrým puntíkem za účelem jasné identifikace. Dráha 15/33 má typické uspořádání téměř kolmých TWY na obou svých pólech, pro potřeby diplomové práce není nutno ji nijak hlouběji popisovat.

Pro vzlety a přistání z místních vzletových a přistávacích drah jsou určeny následující TWY:

- RWY 04L:
 - Vzlet: „WZ“, „WY“, „WS“, „WP“;
 - Přistání: „WM“, „WK“, „WH“, „WD“;
- RWY 22R:
 - Vzlet: „WD“, „WH“, „WK“, „WL“;
 - Přistání: „WL“, „WP“, „WS“, „WY“, „WZ“;
- RWY 04R:
 - Vzlet: „ZT“, „ZS“, „ZR“, „ZL“, „ZJ“, „ZH“, „ZG“;
 - Přistání: „ZG“, „ZD“, „Y“, „ZB“, „ZA“;
- RWY 22L:
 - Vzlet: „ZA“, „ZB“, „Y“, „ZD“, „ZG“;
 - Přistání: „ZH“, „ZJ“, „ZL“, „ZR“, „ZS“, „ZT“;
- RWY 15:
 - Vzlet: „YW“, „Z“
 - Přistání: „YF“, „YH“, „YL“, „YN“;
- RWY 33:
 - Vzlet: „YN“, „YL“, „YH“, „YF“;
 - Přistání: „YF“, „Z“, „YW“ (ANS Finland, 2020).

7.3.2 Pojmenování TWY

Tři písmena z chvostu abecedy jsou použita k označení tří hlavních TWY, každá z těchto pojezdových drah vede paralelně s jednou z VPD – „W“ pro RWY 04L/22R, „Y“ pro RWY 15/33 a „Z“ pro RWY 04R/22L. Jednotlivé křižovatky pro vstup či uvolnění VPD jsou poté doplněny o další písmeno z abecedy, například „WM“, „YH“, „ZR“. Zbývající dvě TWY, vedoucí po celé délce

terminálu, nesou názvy „D“ a „V“, opět doplněna o dodatečné písmeno v případě křižovatky s konkrétní odbavovací plochou. Mimo tyto části se na pojezdovém systému vyskytují už jen TWY „G“ a „S“, vedoucí mezi dvěma paralelními drahami, spojující odlehlou severní VPD s centrem letiště (ANS Finland, 2020).

7.3.3 Zhodnocení řešení

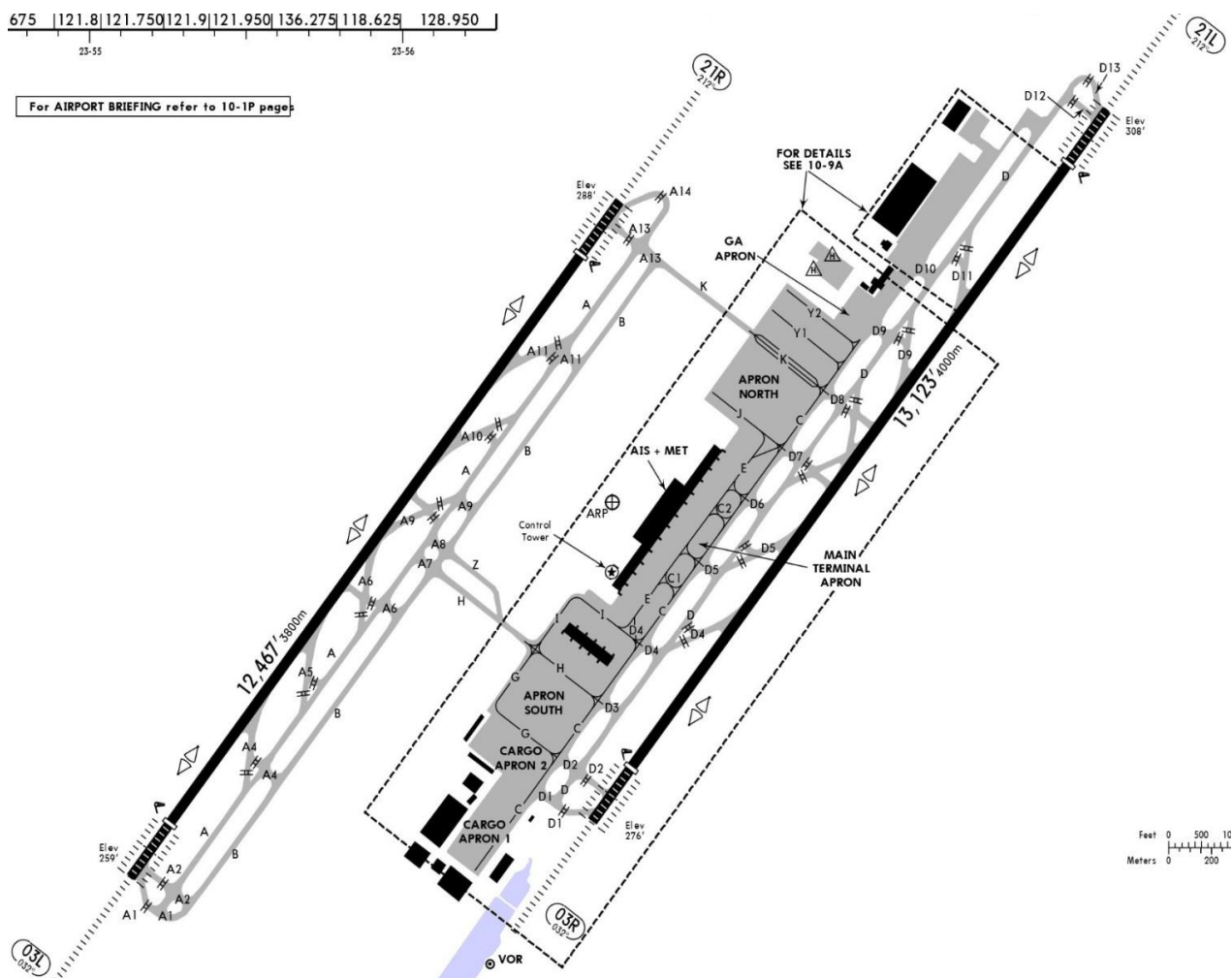
Letiště v Helsinkách jsem měl možnost jednou navštívit, a tudíž místní systém osobně vyzkoušet. Uspořádání veškerých drah působí velice kompaktně, ve spojení s jasnými a stručnými instrukcemi (způsobenými jednoduchostí řešení pojezdového systému) orientace podle mapy přináší nadstandardní komfort, bez větší šance na zmatení pilota. V Helsinkách lze především ocenit přímé spojení mezi hlavními paralelními TWY a stánkami letadel, kdy po vyjetí z přistávací dráhy rovnou z první pojezdové dráhy pilot pokračuje k terminálu bez složitého manévrování po několika odlišných vozovkách.

7.4 LGAV – Letiště Athény (Eleftherios Venizelos)

Hlavní athénské letiště se nachází 20 km východně od hlavního města Řecka. Po pěti letech staveb byl spuštěn jeho provoz v roce 2001. Svůj název, Eleftherios Venizelos, nese po krétském politikovi, řeckém premiérovi z 19. století. Nominální kapacita byla navržena na přibližně 16 miliónů pasažérů ročně, čímž LGAV nahradilo původní hlavní athénské letiště Hellenikon, které se svou kapacitou 11 miliónů už nestačilo na nárůst pohybů letadel a poptávky cestujících. V průběhu let docházelo k četným vylepšením, včetně modernizace terminálu o čtyřech podlažích, ale například i k výstavbě nové požární stanice či zavedení vysokorychlostní optické kabeláže přenášející radarová data a informace o počasí. Letiště je se svou nadstandardně moderní a robustní konstrukcí považováno za jedno z nejdražších v Evropě (Airport Technology, 2020c).

Za rok 2019 se řeckému letišti podařilo zaznamenat rekordních 25,57 miliónů přepravených cestujících, s desetiprocentním nárůstem mezinárodní dopravy, ovšem se sedmiprocentním poklesem vnitrostátních letů. Pro rok 2020 bylo v plánu zprovoznit nový odbavovací terminál, což mělo pomoci zvládnout stále se zvyšující poptávku z posledních let. Na základě nepříznivého vývoje epidemiologické situace ve světě a celkového poklesu poptávky po letecké dopravě však tento krok v blízké době s největší pravděpodobností realizován nebude (Greek City Times, 2020).

Letiště, skládající se z linie terminálů, budov řídicích letového provozu, hangárů a letadlových stojánek, je z východní i západní strany obklopeno dvěma paralelními drahami 03L/21R (délka 4000 m) a 03R/21L (délka 3800 m). Na první pohled je letištní infrastruktura řešena typickými moderními způsoby – zejména s přihlédnutím k dostatečnému množství pojezdových drah o ostrém úhlu, určené pro rychlé odbočení z RWY, které zajišťují minimální čas strávený letadly na dráze po přistání (Hellenic CAA, 2020).



Obrázek 16: Mapa letiště LGAV s vyznačenými TWY (Jeppesen, 2020a).

7.4.1 Pojezdový systém

V první řadě je vhodné zmínit, že oproti většině ostatních letišť obdobné velikosti, letiště v Athénách nemá zřízena žádná dedikovaná místa pro odmrazování letadel. V případě potřeby je možné letadlo při včasné žádosti odmrazit za daných podmínek přímo na jakémkoliv přiděleném stání (Hellenic CAA, 2019a).

Západně od centra letiště leží 3800 metrů dlouhá dráha 03L/21R, která je vzdálenější než její paralelní dráha na východ od centra, ale je prakticky stejně kvalitně vybavená, co se týče pojezdových drah. Rovnoběžně s touto RWY vedou dvě TWY, „A“ a „B“, pro obousměrný provoz k a od VPD. Na obou opačných pólech dráhy jsou dostupné dvě vstupní TWY, mezi nimi jsou souměrně v blízkosti středu dráhy vybudovány trojice TWY pro rychlé odbočení z dráhy v obou směrech přistání, jmenovitě „A4“-„A6“ a „A9“-„A11“. Tato vzdálená RWY je propojena s centrem letiště dvěma pojezdovými drahami „H“ a „K“

Paralelní RWY 03R/21L je o 200 metrů delší, má totožnou konfiguraci přípojných pojezdových drah, tedy na opačných koncích této plochy nalezneme dvě TWY pro vstup na RWY za účelem vzletu, mezi oběma konci pak nalezneme uspořádání tří symetrických dvojic (symetrické podle přímkou kolmé na podélnou osu RWY, umístěné ve středu této RWY) ostroúhlých pojezdových drah pro uvolnění přistávací dráhy. Paralelně po celé délce VPD vedou dvě hlavní TWY pro obousměrný provoz – „C“ a „D“, na první jmenovanou se již přímo napojují další, finální pojezdové dráhy, vedoucí letoun na určené stání.

Konkrétní pojezdové dráhy určené ke vstupu na vzletovou dráhu a k uvolnění přistávací dráhy:

- RWY 03L:
 - Vzlet: „A1“, „A2“, „A4“, „A5“;
 - Přistání: „A9“, „A10“, „A11“;
- RWY 21R:
 - Vzlet: „A14“, „A13“;
 - Přistání: „A6“, „A5“, „A4“;
- RWY 03R:
 - Vzlet: „D1“, „D2“, „D4“, „D5“;
 - Přistání: „D8“, „D9“, „D11“;
- RWY 21L:
 - Vzlet: „D13“, „D12“, „D11“;
 - Přistání: „D7“, „D5“, „D4“ (Hellenic CAA, 2020).

7.4.2 Pojmenování TWY

Čtyři podélné pojezdové dráhy, vedoucí paralelně s oběma VPD, nesou názvy „A“-„D“. Z těchto vozovek se napojují přidružené křižovatky s RWY, tyto vstupy a výstupy z dráhy nesou také názvy „A“ a „D“, jsou ale navíc doplněny o čísla 1-14, určující lokaci konkrétní TWY, tvořící

křižovatku s příslušnou VPD. Vnější z paralelních TWY vůči RWY („C“ a „D“) tvoří křižovatky s pojezdovými drahami vedoucími směrem k odbavovacím plochám. Na západní straně letiště navazuje TWY „B“ na vozovky pojmenované „H“ a „K“, tyto dráhy pak vedou letouny do zóny s terminály. Na východní straně, blíže k odbavovacím plochám, se TWY „C“ větví na více než deset cílových pojezdových drah, přivádějících letoun ke svému určenému stání (Hellenic CAA, 2020).

7.4.3 Zhodnocení řešení

Výrazným plusem v moderní stavbě řeckého letiště je dostatek vstupních a výstupních TWY u obou paralelních drah. Toto je doplněno o dostatek navazujících vozovek, vedoucích k terminálům. Označení primárních pojezdových drah od „A“ do „D“ přispívá k jednoduchosti systému, pro piloty se tento způsob stává velmi intuitivním. Letiště Eleftheriose Venizelose jsem navštívil v létě v rámci charterového letu při relativně hustém letovém provozu, který byl ideálně pokryt dostatečnou kapacitou infrastruktury. Zpoždění při pojíždění je zde minimální, čas strávený na přistávací dráze díky množství vhodně umístěných RET byl také zanedbatelný (bez ohledu na dráhu v užívání), letouny přistávaly s minimálními rozestupy na přiblížení.

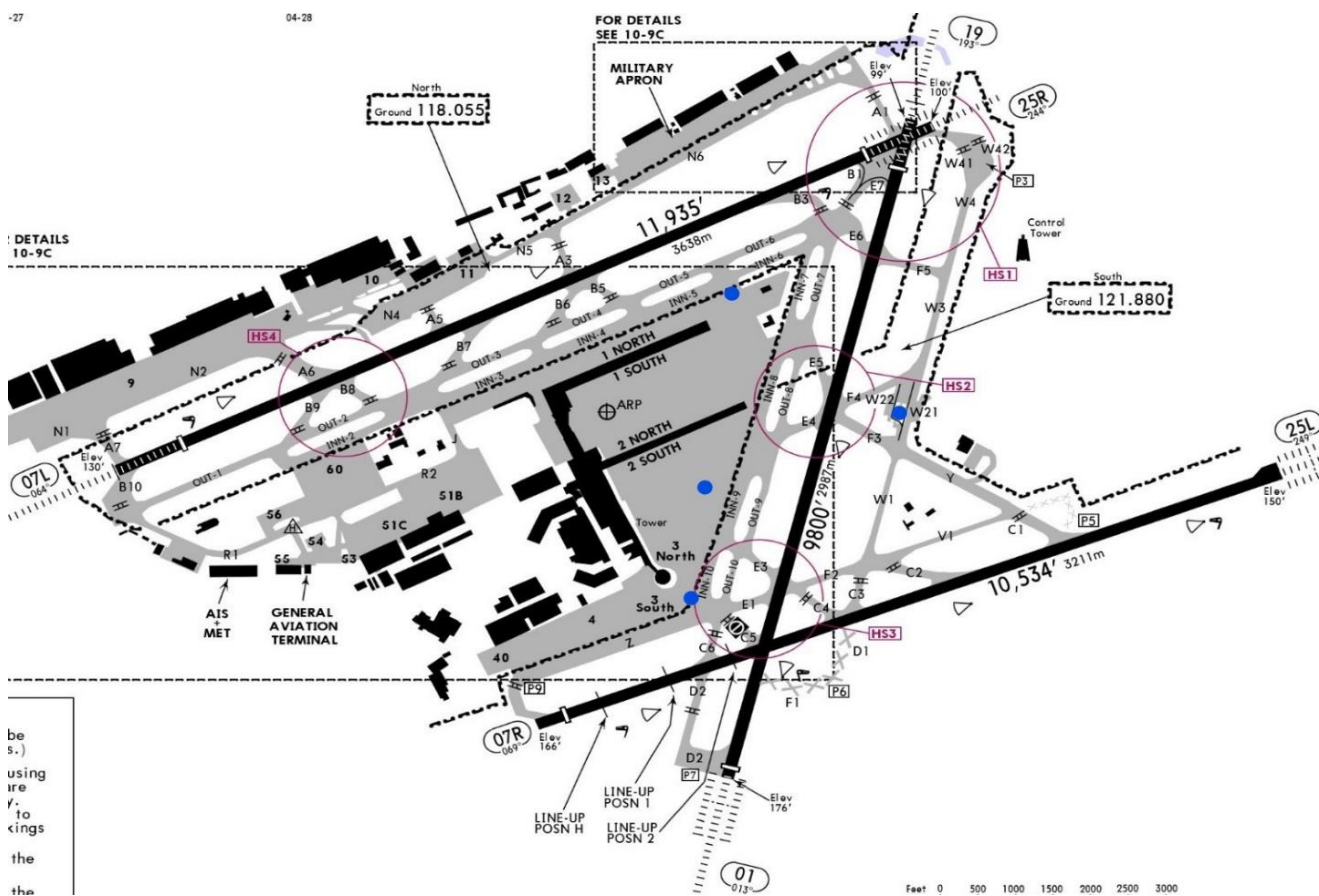
7.5 EBBR – Letiště Brusel (Brussels-National)

Historie letiště Brusel započala roku 1914 konstrukcí hangáru pro německé vzducholodě. V průběhu století se bruselské letiště vyvinulo v moderní a komfortní letiště, spojující belgické hlavní město s 238 destinacemi po celém světě. V roce 1919 se uskutečnil první let s pasažéry v bývalém německém bombardéru na trase Brusel-Londýn-Paříž-Brusel. Následně bylo uskutečňováno několik letů mezi těmito městy, cestující byli odbavováni v malé dřevěné budově. První terminál na tehdejší letišti Haren byl uveden do provozu v roce 1929, vzletová dráha byla stále travnatá. Další rozšíření o nový terminál nastalo v roce 1958, nové molo pro schengenský provoz dostavěno roku 1998 a moderní kontrolní věž řídila provoz a bezpečnost na letišti už od roku 2004. Jedna z nejvýznamnějších inovací, budova Connector, která spojuje terminál pro cestující s nadzemním molem A, jež bylo do té doby obsluhováno tunelem a eskalátory, byla slavnostně otevřena roku 2015 (Brussels Airport, 2020).

Bruselské letiště zaregistrovalo nový rekord v počtu přepravených cestujících v roce 2019. 26,4 miliónu cestujících, tedy o 2,7 % více než předchozí rok, využilo k létání právě letiště v hlavním belgickém městě. Lokální provoz se zvýšil o 2,6 %, zatímco transitní provoz zaznamenal zvýšení

o 2,5 % po přesunu sítě Star Alliance za účelem posílení letiště jako uzlu této aliance. Za 10 let se počet cestujících zvýšil o 9,4 miliónu, ovšem při zachování stejného počtu letů, což dokazuje efektivnost a ekologičnost moderní letecké přepravy (The Brussels Times, 2020).

Letiště se nachází na severovýchodním kraji Bruselu a v jeho areálu nalezneme dvě paralelní dráhy 07L/25R (délka 3638 metrů) a 07R/25L (délka 3211 metrů), tyto dvě dráhy jsou navíc společně křižovány třetí drahou 01/19 o délce 2987 metrů (AIM Belgium, 2020).



Obrázek 17: Mapa letiště EBBR s vyznačenými TWY (Jeppesen, 2020c).

7.5.1 Pojezdový systém

Na první pohled se areál a rozprostření infrastruktury letiště nápadně podobá pražskému letišti, a to svým rozložením hlavních terminálů, ale hlavně vzletových a přistávacích drah, s přihlédnutím k plánu výstavby nové paralelní RWY na LKPR. Obě paralelní dráhy jsou zde křižovány drahou 01/19. Místa určená pro odmrazování jsou strategicky umístěna mezi drahami tak, aby letadla

mohla pokračovat ke vzletu co nejrychleji, na mapě výše jsou označena modrou tečkou (AIM Belgium, 2020).

Začněme popisem nejseverněji umístěné VPD 07L/25R – ta má pět napojených TWY, vedoucí k severní části letiště včetně vojenského terminálu, přičemž tyto pojezdové dráhy jsou vesměs kolmé na RWY. Jižním směrem od této dráhy vede 8 pojezdových drah, již moderněji provedených – svírají s RWY ostrý úhel, a proto jsou vhodné pro odbočení letadel při vyšších rychlostech pojíždění po přistání, zejména pro dráhu 25L. Pro tuto RWY jsou taktéž přiděleny tři TWY pro vzlet, zatímco v opačném směru lze využít pouze dvě takové vozovky. Co se týče paralelní VPD, ta například nemá pojezdovou dráhu pro vstup na vzletovou dráhu 25L s využitím plné délky této dráhy. Pro případ potřeby využít celé délky RWY je potřeba provést tzv. backtrack, kdy letadlo pojíždí opačným směrem po vzletové dráze, na jejímž konci se otočí o 180°. Pro přistání na dráze 25L je však vhodné vybavení vozovkami pro výjezd po přistání, které jsou zde celkem tři, jedna z nich je oficiálně vedena jako RET. V opačném směru, pro RWY 07R, není zajištěno dostatek TWY, jelikož ani jedna z paralelních drah 07L/07R není standardně využívána ani pro vzlet, ani pro přistání. Třetí z VPD, dráha 01/19, má v obou směrech minimální potřebný počet křížení s pojezdovými drahami, ovšem zde vede komunikace s pojezdovými drahami jak na západ směrem k terminálům, tak na východ (využíváno hlavně jako trasa pro přístup k dráze 25L nebo ke stáním pro odmrazování). S RWY 01/19 tedy vedou paralelně z každého směru dvě dlouhé pojezdové dráhy.

Za zmínku taktéž stojí systém dvou paralelních TWY, vedoucí v blízkosti hlavního terminálu podélně s RWY 01/19 a 07L/25R. Obě tyto podlouhlé TWY společně zajišťují obousměrný provoz a nesou netradiční, avšak sofistikované pojmenování způsobem „INN“ (vnitřní) a „OUT“ (vnější). Piloti jsou tedy instruováni pojíždět s letadly po vozovkách „INN/OUT“ s konkrétním číselným označením 1-10 podle toho, odkud kam mají se svými stroji namířeno. Jak už svými názvy napovídají, TWY „INN“ vedou letouny převážně směrem k odbavovacím plochám, zatímco TWY „OUT“ vedou letouny většinou směrem ke vzletovým drahám k odletu.

Výčet TWY použitelných pro vstup a uvolnění jednotlivých RWY:

- RWY 07L:
 - Vzlet: „B10“, „B7“, „A7“, „A5“;
 - Přistání: „B5“, „B3“, „B1“, „A5“, „A3“;

- RWY 25R:
 - Vzlet: „B1“, „B3“, „B5“, „A1“, „A3“;
 - Přistání: „B5“-„B9“, „A3“, „A5“, „A6“;
- RWY 07R:
 - Vzlet: „P9“, „C6“, „C4“, „C3“;
 - Přistání: „C4“-„C1“;
- RWY 25L:
 - Vzlet: „C1“-„C4“;
 - Přistání: „C1“-„C6“;
- RWY 01:
 - Vzlet: „E1“, „E3“, „E4“;
 - Přistání: „E3“-„E7“;
- RWY 19:
 - Vzlet: „E7“-„E4“, „A1“, „W41“, „W42“;
 - Přistání: „E4“, „E3“, „E1“, „C5“ (AIM Belgium, 2020).

7.5.2 Pojmenování TWY

Při popisu způsobů označení TWY začnu opět ze severu – TWY „A“ + identifikační číslo přivádí letouny od severních odbavovacích ploch ke vstupu na dráhu 07L/25R. Jižním směrem z této RWY vede několik pojezdových drah, označených jako „B“ + identifikační číslo. Společně s pojezdovými drahami „E“, které jsou ze západu spojeny s VPD 01/19, následně navazují na již dříve zmíněné TWY, označené jako INN a OUT (opět včetně identifikačního čísla). Z druhé strany této RWY, tedy z východu, vede z paralelní TWY „W“ několik pojezdových drah označených jako „F“, opět navíc pojmenovaných čísly, podle jednotlivých umístění. Poslední z RWY je propojena vozovkami označenými jako „C“. Jižně od této VPD se nachází už pouze jedna pojezdová dráha „D“, sloužící ke vstupu na vzletovou dráhu 01. Tím je uzavřen místně nastavený systém, kdy souhrnně všechny hlavní dráhy jsou obklopeny z obou stran od své osy vozovkami označenými od „A“ do „F“ (AIM Belgium, 2020).

7.5.3 Zhodnocení řešení

Pojezdový systém v Bruselu je postaven za účelem praktičnosti, smysluplnost řešení by měla zajistit přehlednost i v hustém letovém provozu. Křižovatky s RWY označené pouze písmeny od „A“ do „F“ svou jednoduchostí přispívají k celkové přehlednosti, navíc řešení dvousměrného

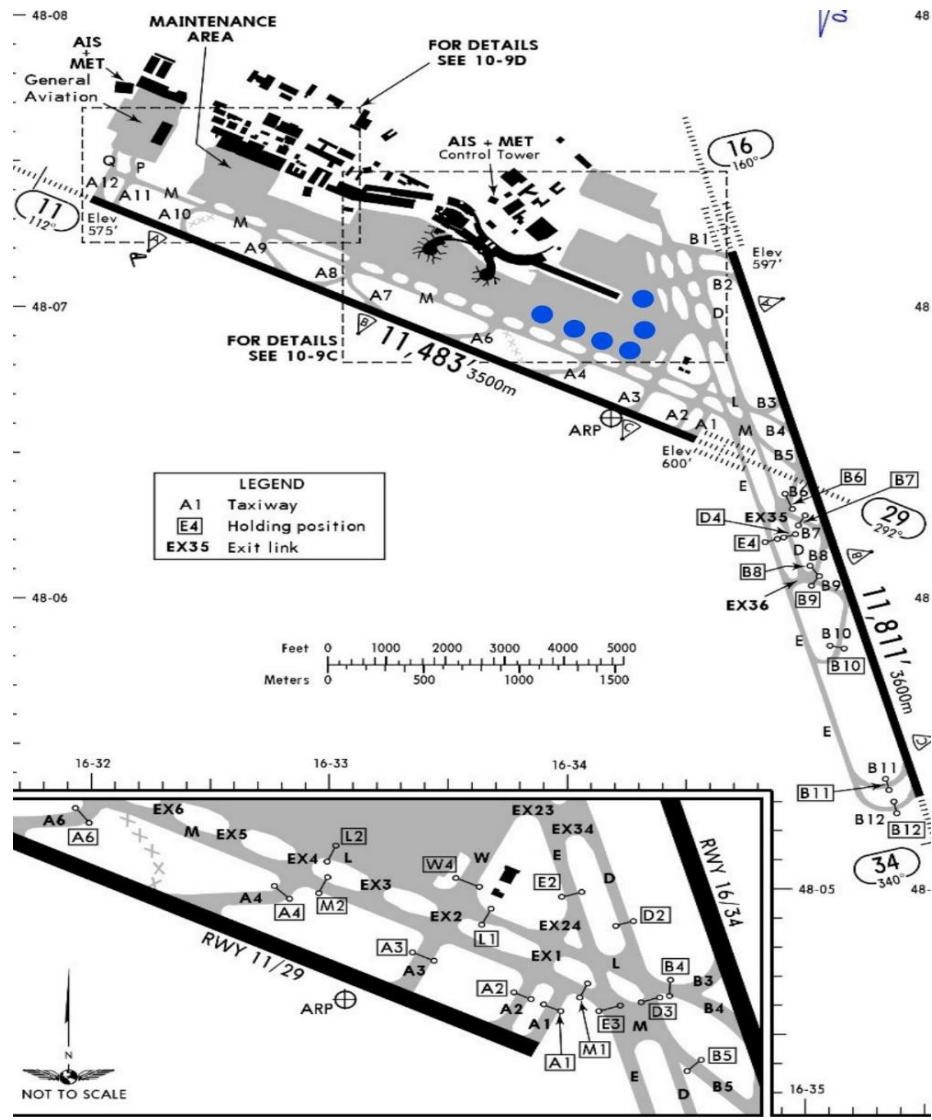
provozu pomocí pojezdových drah „INN“ a „OUT“ je intuitivní a dokáže být až překvapivě efektivní v plynulosti provozu, což mohu osobně potvrdit. Při svém prvním letu do Bruselu může být pilot netradičním názvem pro TWY překvapen, ale po první zkušenosti se tento systém stane přehledným a jednoduchým pro každého uživatele. Jako další plus bruselského letiště lze zmínit umístění odmrazovacích ploch, kterých je dostatek a zajišťují svou polohou rychlý přístup k jakékoli vzletové dráze v užívání. Pro relativně dlouhé vzletové a přistávací dráhy je zde vybudován dostatek pojezdových drah, včetně těch, určených pro odbočení po přistání při vysoké rychlosti pojíždění.

7.6 LOWW – Letiště Vídeň (Schwechat)

Nacházející se 18 kilometrů jihovýchodně od Vídně v blízkosti města Schwechat, letiště LOWW je největším a nejvytíženějším letištem v zemi sousedícího Rakouska. Původně bylo navrženo jako vojenské, stavba byla dokončena roku 1938. Několik významných rekonstrukcí, zvyšujících letištní kapacitu na dnešní úroveň, zahrnovalo stavbu nové řídicí věže roku 2006, zbrusu nového obrovského terminálu pro pasažéry roku 2008 a ve stádiu plánování byla i třetí VPD, paralelní již s existující RWY 11/29, ovšem realizace dosud nebyla provedena (Airport Technology, 2020d).

V roce 2019 bylo obslouženo na vídeňském letišti rekordních 31,7 miliónů pasažérů, vyhlídky na rok 2020 směřovaly ještě výše, ovšem nedostatek volných slotů křivku pozitivního vývoje mělo výrazně zploštit. Významný pozitivní vliv na čísla přepravených cestujících měla dálková doprava, přičemž nárůst pasažérů byl znatelný v transitzní, ale hlavně v lokální dopravě, z letiště operovalo 77 leteckých společností. Naopak pokles zaznamenala přeprava nákladu. Další rekord bohužel pravděpodobně na několik let nepadne, z důvodu nepříznivé pandemické situace ve světě (Vienna International Airport, 2020).

Ke vzletu a přistání letadla operující na letišti Schwechat využívají dvě dráhy – 11/29, měřící 3500 metrů a 16/34, měřící o 100 metrů více, tedy 3600 metrů. Dráhy se navzájem fyzicky nekřížují, pouze přistávací dráha 29 křížuje osou svého přiblížení střed dráhy 16/34. Pohybové plochy tvoří se zbytkem letiště kompaktní celek, obě VPD se vyskytují v blízké vzdálenosti od odbavovacích terminálů (Austrocontrol, 2020).



Obrázek 18: Mapa letiště LOWW s vyznačenými TWY (Jeppesen, 2020b).

7.6.1 Pojezdový systém

Na plánu výše jsou modrým puntíkem označeny lokace vyhrazených stání, na kterých je možno podstoupit odmrazovací procedury letadel. Tato místa jsou v ideální strategické blízkosti k prahům obou drah pro případ odletů na severozápad i na jihovýchod, dostatečně pokrývající potřebu ošetřit letouny proti námraze za prakticky jakéhokoliv směru větru s možností využití vhodnější RWY pro odlet bez větru do zad.

Pro dráhu 11/29, která paralelně kopíruje rozložení terminálů a ostatních provozních budov, lze využít pro vstup a výstup z RWY pojezdové dráhy „A“ + identifikační číslo 1-4, 6-12. Tyto dráhy

spojují RWY s primární TWY „M“, z kterých dále vedou takzvané exity čili pozemní vyčkávací místa, přes které po povolení od řídicího letového provozu pilot pokračuje k odbavovacím plochám a ke svému přidělenému stání. Ke vstupu na dráhu vzletu piloti pojíždí se svými letouny po jedné z trojic kolmých vstupních TWY pro odlety směrem na severozápad a obdobně využijí jednoho ze dvou takových míst při odletech opačným směrem. Na dráze 11/29 lze po přistávacím manévru využít v obou směrech tři pojezdové dráhy o ostrém úhlu, čímž je zajištěna možnost uvolnění RWY při relativně vysoké rychlosti pojíždění. Tímto rozšířeným moderním prvkem je úspěšně minimalizován čas strávený přistávajícími letouny na dané RWY.

Takto vybavená je i druhá VPD 16/34, nacházející se východně od první zmíněné. Taktéž u ní najdeme dvě trojice TWY, určených pro pohodlné odbočení po přistání, které jsou na první pohled uspořádané v blízkosti středu přistávací dráhy. Po uvolnění přes některou z výše jmenovaných drah (označených jako „B“ + identifikační číslo) pilot pokračuje buď po TWY „E“, paralelní s RWY po celé délce, nebo po TWY „D“, začínající až od křižovatky výstupních drah „B8“ a „B9“. Navazující trasa vede přes jednu z dvojice TWY „M“ nebo „L“ (dvě paralelní TWY pro zajištění obousměrného provozu), ze kterých už je letoun přiveden přímo k odbavovacím plochám.

Výčet pojezdových drah určených pro vstup či uvolnění jednotlivých RWY:

- RWY 11:
 - Vzlet: „A10“, „A11“, „A12“;
 - Přistání: „A6“, „A4“, „A3“;
- RWY 29:
 - Vzlet: „A1“, „A2“, „A3“;
 - Přistání: „A7“, „A9“, „A10“;
- RWY 16:
 - Vzlet: „B1“, „B2“, „B3“, „B4“;
 - Přistání: „D6“, „D8“, „D10“;
- RWY 34:
 - Vzlet: „B12“, „B11“, „B10“;
 - Přistání: „B9“, „B7“, „B5“, „B4“ (Austrocontrol, 2020).

7.6.2 Pojmenování TWY

Křižovatky s oběma VPD tvoří pojezdové dráhy s označením „A“ pro RWY 11/29 a s označením „B“ pro RWY 16/34. Pro identifikaci jednotlivých křižovatek, kterých je relativně velký počet, jsou

tyto TWY doplněny o identifikační číslo od 1 do 12. Dva páry paralelních TWY, přivádějící letouny od terminálů k oběma VPD a opačným směrem, nesou názvy „D“ a „E“ (RWY 16/34), pro RWY 11/29 jsou to „L“ a „M“.

Místo několika dalších jednotlivých TWY je z těchto vozovek už přímý přístup k odbavovacím plochám, zamezuje se tedy nežádoucímu matení pilotů velkým množstvím identifikátorů pro každou jednotlivou vozovku, vedoucí ke stání letadel. Místo takových tradičních řešení je zde zaveden systém tzv. exitů, neboli vstupních/výstupních vozovek očíslovaných podle lokace jako „EX“-„EX15“ pro stání na jižní straně od hlavního terminálu, zjednodušující celkový přehled a orientaci na plochách. Pro stání severně od tohoto terminálu slouží k přivedení letounů ke konkrétnímu stání dvě TWY s názvem „W“ a „E“ s přiřazenými exity „EX21“-„EX23“ a „EX31“ (Austrocontrol, 2020).

7.6.3 Zhodnocení řešení

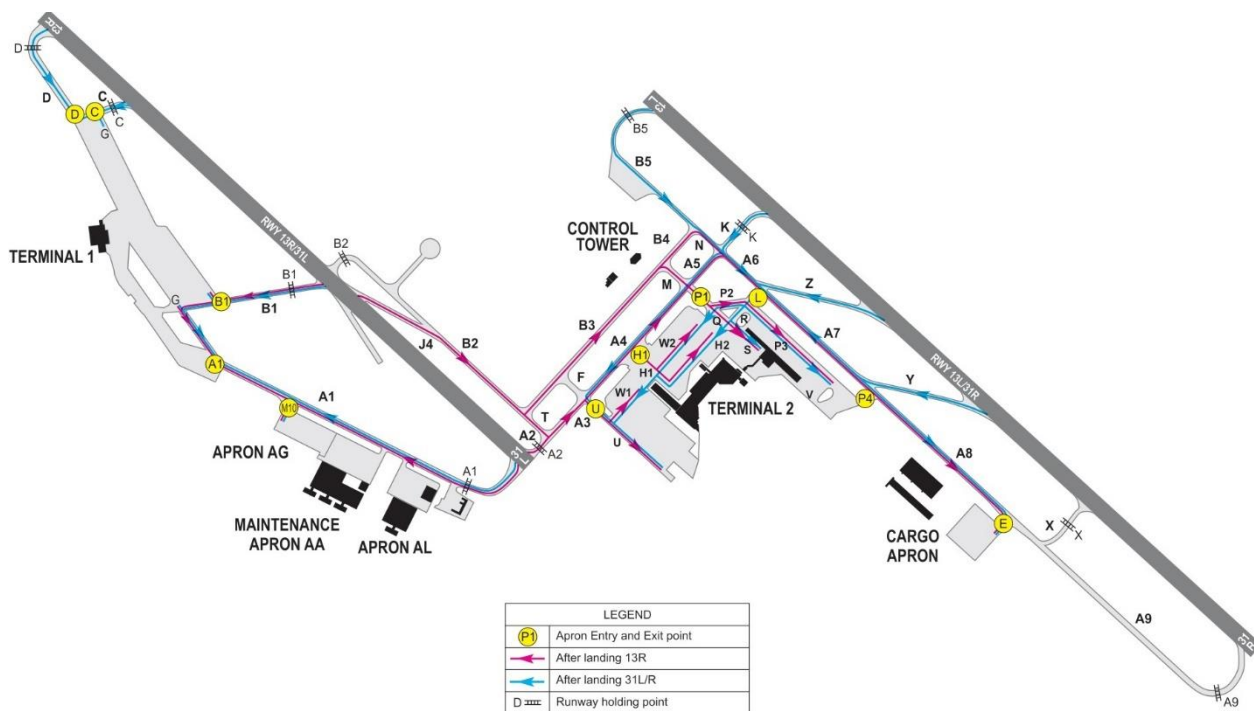
V pojezdovém systému na nejvytíženějším letišti v Rakousku pozornost na první pohled upoutá praktické rozložení TWY pro uvolnění RWY po přistání, kdy dráha 16/34 má pojezdové dráhy pro rychlé odbočení umístěny v blízkosti středu dráhy, což je vhodné pro silný provoz menších a středních letadel. Naopak dráha 11/29 má po celé své délce TWY pro výjezd umístěny s větší vzdáleností mezi sebou, umožňující pohodlný výjezd po přistání pro letouny rozmanitých velikostí, zejména ty s potřebou delší dojezdové vzdálenosti. Velké plus lze vyhledat v umístění zóny pro odmrazovací procedury, kde je dostatek kapacity zajištěné velkým počtem stání a následná délka trasy ke vzletu je, bez ohledu na RWY v užívání, zkrácena na minimální, což je žádoucí pro zajištění efektivity protinámrazových kapalin (závislá na čase po aplikaci ošetření). Označení přidružených TWY k VPD jako „A“, „B“ ve spojení s identifikačním číslem je typickým řešením u velké části evropských letišť, jedná se o další potvrzení vhodnosti takového systému, který je pro pilota velmi praktický. Pojmenování hlavních TWY paralelních s oběma RWY je zde taktéž sofistikované – TWY v centru letiště, vedoucí podél RWY 16/34, nese název „M“ z anglického „middle“ (střed), přičemž TWY, nacházející se na východní části letiště v blízkosti RWY 11/29, je označena jako „E“, z anglického „east“ (východ).

7.7 LHBP – Letiště Budapešť (Liszt Ferenc)

V roce 1938 vznikla myšlenka stavby nového letiště v Budapešti, která byla následně provedena mezi lety 1939 a 1944. Letiště se nachází jihovýchodně od centra města ve vzdálenosti přibližně 15 km. Původně bylo letiště určeno pro společné civilně-vojensko-sportovní účely. Vojenské budovy byly stavěny od roku 1940 souběžně s civilními zařízeními, ovšem kvůli blížící se válce byly práce urychleny. Aktivní letecký provoz byl zahájen v roce 1943, v průběhu druhé světové války byly další stavby výrazně zpomaleny. Koncem válečného období bylo letiště vážně poškozeno a následně společně s celým městem bylo pod okupací sovětského svazu. Areál letiště, zahrnující terminál 1, byl pro rapidně rostoucí počet cestujících obohacen o nový terminál 2, sloužící od roku 1985. Dosavadní dva terminály se koncem 20. století ukázaly jako kapacitně nedostatečné, proto byla zahájena výstavba dalšího terminálu s názvem 2B, úspěšně dokončena roku 1998. Další růst v 21. století dalo v roce 2016 iniciativu k oznámení pětiletého plánu vývoje s názvem BUD 2020, zahrnující novou budovu pro cestující, připojenou k terminálu 2B, rekonstrukci části vzletové dráhy, novou pojezdovou dráhu poblíž terminálu 2, nebo nový přistávací systém podle přístrojů (Budapest Airport, 2020).

Ferenc Liszt je jedním z nejrychleji se rozvíjejících letišť ve střední a východní Evropě, v roce 2019 přepravilo 16,2 miliónů pasažérů, což je meziroční nárůst o 8,8 %. Toto číslo je například o 64 % vyšší než před pěti lety. Nejčastěji se létá do Londýna (cca každý 9. pasažér), nebo do Asie (až 50 % letů), v roce 2019 bylo na maďarském letišti v provozu k vidění celkem 49 leteckých společností (Hungary Today, 2020).

Letištní areál zahrnuje dvě paralelní dráhy, 13L/31R o délce 3707 metrů, 13R/31L o délce 3009 metrů. Většina budov, včetně hlavního terminálu a řídicí věže, se nachází mezi těmito dvěma drahami (HungaroControl, 2020).



Obrázek 19: Mapa letiště LHBP s vyznačenými TWY a trasami pojezdění po přistání (HungaroControl, 2020).

7.7.1 Pojezdový systém

Na obrázku výše z maďarského AIPu jsou vyznačeny obě RWY a veškeré pojezdové dráhy, barevně jsou navíc zvýrazněny určené trasy pro pojezdění přilétajících letadel. Chybí označení odmrazovacích ploch, jelikož odmrazovací procedury jsou zajištěny přímo na jednotlivých letadlových stáních po předchozí žádosti.

System na první pohled nenabízí takovou kapacitu, jako letiště z předchozích kapitol. Nicméně provozem se velice podobá předmětnému, pražskému letišti, proto jsem se rozhodl jej do této práce zahrnout. Dvě paralelní dráhy jsou jednoduchým pojezdovým systémem propojeny s odbavovacími plochami. Základ tohoto systému tvoří dvě TWY pro zajištění obousměrného provozu – „A“ a „B“, procházející prakticky celým letištem. TWY „A“ vedoucí paralelně po celé délce VPD 13L/31R pokračuje středem letiště kolem hlavního terminálu 2 a dále podél druhé RWY až k původnímu terminálu 1. Podle části, ve které se tato TWY nachází, má navíc přiřazené identifikační číslo 1-9, číslované od západu k východu. „A1“, „A2“ fungují jako vstupní TWY na primární vzletovou dráhu 31L, „A3“–„A5“ jako propojení s odbavovacími plochami u terminálu 2 a „A6“–„A9“ mezi jednotlivými vstupními/výstupními TWY k dráze 13L/31R. TWY „B“ zajišťuje

pojždění letadel opačným směrem v blízkosti odbavovacích ploch. Taktéž lze tuto vozovku využít pro vstup na RWY 13L či pro výjezd z RWY 13R/31L směrem k oběma terminálům.

Hlavní dráha pro přistání je svou konfigurací a hlukovými postupy RWY 31R, na které nalezneme dvě pojezdové dráhy pro rychlé odbočení směrem vlevo. Ostatní přidružené TWY, dvě na každém pólu této RWY, jsou decentně zaoblené směrem do středu dráhy a lze je využít jako vstup i výstup z dráhy. Pro hlavní vzletovou dráhu 31L lze využít jednu vstupní TWY na každém konci této RWY a tři netradičně konfigurované a umístěné TWY („B1“, „J4“, „C“) pro uvolnění této RWY, viz obrázek č. 19.

Pojezdové dráhy využitelné pro vstup ke vzletu či pro uvolnění po přistání:

- RWY 13L:
 - Vzlet: „B5“, „A6“;
 - Přistání: „X“, „A9“;
- RWY 31R:
 - Vzlet: Nelze použít pro vzlet;
 - Přistání: „Y“, „Z“, „K“, „B5“;
- RWY 13R:
 - Vzlet: „D“, „C“;
 - Přistání: „B1“, „J4“;
- RWY 31L:
 - Vzlet: „A1“, „A2“;
 - Přistání: „B1“, „C“, „D“ (HungaroControl, 2020).

7.7.2 Pojmenování TWY

Označení pojezdových drah zahrnuje využití písmen „A“ a „B“ pro primární TWY, ty jsou navíc po své délce rozděleny identifikačními čísly „A1“-„A9“, „B1“-„B5“, v obou případech je číslování vzestupné směrem od západu k východu. Na dráhu 13R/31L se lze mimo tyto TWY dostat navíc od terminálu 1 přes TWY „C“ a „D“. Křižovatky s hlavní přistávací dráhou 13L/31R tvoří mimo „A9“ a „B5“ také TWY „X“, „Y“, „Z“ a „K“. V okolí odbavovacích ploch, v blízkosti terminálu 2, existuje několik TWY o různých označeních, které působí vcelku náhodně, bez zjevného obrazce („F“, „P“, „S“, „W“ aj.).

7.7.3 Zhodnocení řešení

Při bližším prozkoumání letištního schématu se v Budapešti nejedná o komplikované letiště, pojezdový systém je provedený přímočaře a počet pohybů na letišti pokryje bez problému. Až na výjimky, způsobené povětrnostními podmínkami, je místní konfigurace uzpůsobena primárně pro vzletovou dráhu 31L a přistávací dráhu 31R, čímž je jasně definováno, které letadlo bude pojíždět kam. Problém na budapešťském letišti může tvořit volba pojmenování jednotlivých pojezdových drah, které při nezkušenosti s takovým systémem nemusí působit příliš logicky a intuitivně. Při svém prvním letu na toto letiště jsem se orientoval na pohybových plochách s lehkými obtížemi, pro zvýšení komfortu pilotů by bylo zřejmě na místě upravit stávající řešení označení jednotlivých pojezdových drah. Svým provozem a označením drah v blízkosti terminálu Budapešť nápadně připomíná ruzyňské letiště v Praze.

7.8 Souhrn principů využitých na zkoumaných letištích

Na základě analýzy odlišných evropských letišť z předchozích kapitol lze klasifikovat jednotlivé využití principy pro pojmenování pojezdových drah následovně:

- 1) Hlavní souběžné pojezdové dráhy s RWY označeny prvními písmeny abecedy, vstupní a výstupní TWY jsou doplněny o identifikační čísla (Kodaň, Atény);
- 2) Pouze vstupní a výstupní TWY z RWY označeny prvními písmeny abecedy, navazující paralelní TWY jsou označeny dalším odlišným písmenem (Oslo, Brusel, Vídeň);
- 3) Centralizované označení – využití písmen pro pojezdové dráhy podle umístění vůči centru letiště (Kodaň, Atény);
- 4) Označení TWY v oblastech hustých sítí vozovek dle kontrastu mezi vizuální podobou jednotlivých písmen (Oslo, Vídeň);
- 5) Dvě páteřní TWY obepínající centrum letiště včetně odbavovacích ploch pojmenovány jako „INN“ a „OUT“ (Brusel);
- 6) Souběžné TWY se vzletovými a přistávacími drahami označeny posledními písmeny abecedy, vstupní a výstupní TWY doplněny o další identifikační písmeno (Helsinky).

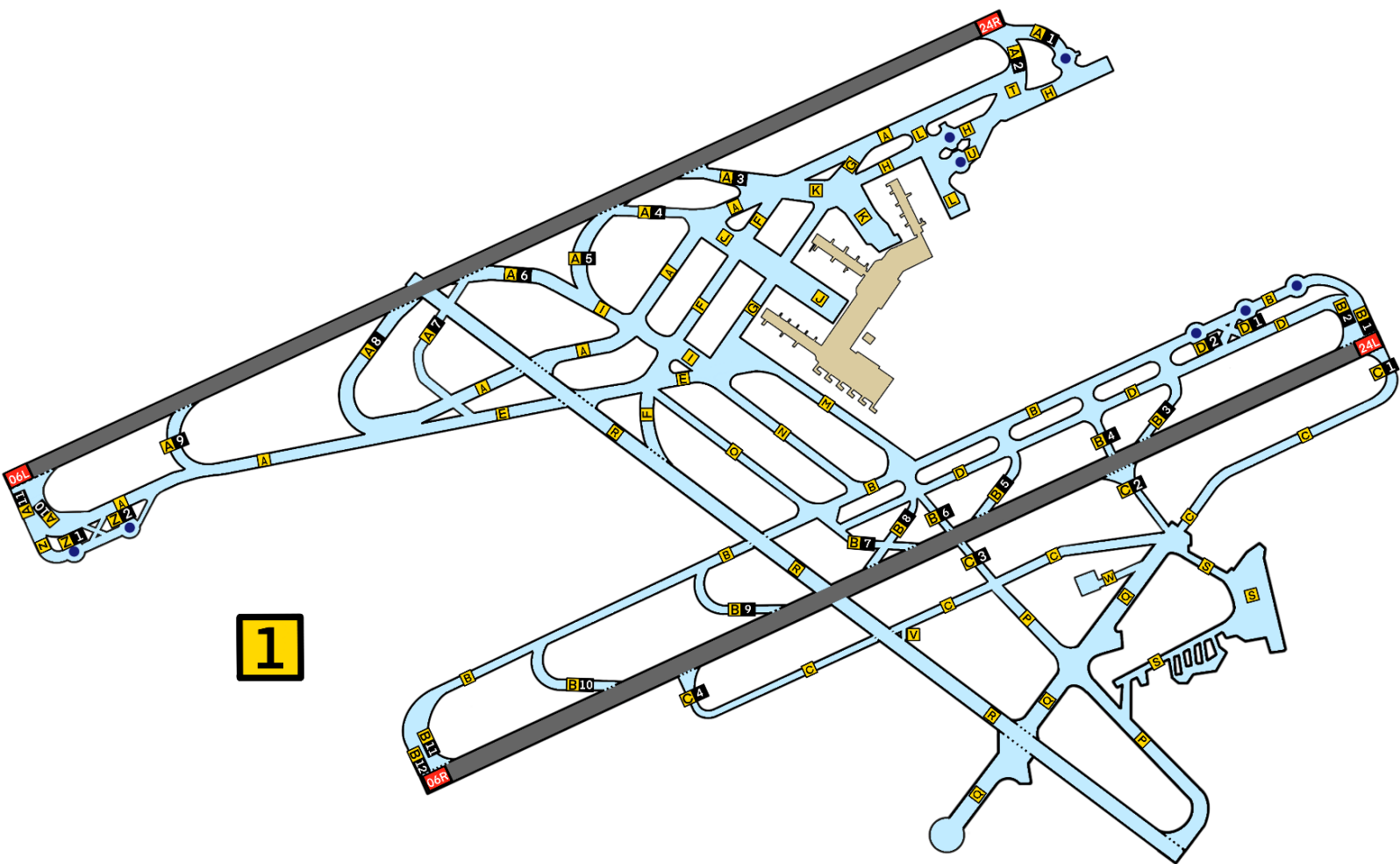
8 Návrhy řešení

Pro diplomovou práci je předmětný dříve uvedený plán výstavby nové paralelní dráhy včetně nového pojezdového systému (obrázek č. 12). Pro tento systém bude navrhováno několik možností řešení, týkajících se výběru pojmenování jednotlivých pojezdových drah za účelem zefektivnění plynulosti a bezpečnosti provozu. Postup bude dodržován dle metodických principů a požadavků uvedených v kapitole 5.6. Jednotlivé návrhy budou systematicky kategorizovány, popsány a následně budou vyzdvíženy jejich výhody, nevýhody a případně nedostatky. Stejným způsobem jako v analýze evropských letišť budou v návrzích označena stání určená pro odmrazování modrým puntíkem pro jednoduchou identifikaci těchto důležitých ploch. Pro potenciální praktické využití pražským letišťem je možné vytvořit kombinaci jednotlivých zde prezentovaných řešení za účelem zvolení nejvhodnějšího systému. Výsledné plány jsou dostupné v jednodušším rozlišení v každé z příslušných následujících kapitol a v plném rozlišení v přílohách k diplomové práci.

8.1 Varianta 1

Základní principy využití v této variantě:

- 1) První písmena abecedy („A“-„C“) pro hlavní souběžné TWY s jednotlivými RWY;
- 2) Vstupy a výstupy z VPD podle výše uvedených písmen + identifikační číslo 1-12 vzestupně od východu k západu;
- 3) Označení ostatních TWY v systému podle abecedy s ohledem na umístění vůči centru letiště, orientaci a frekvenci užívání;
- 4) Původní RWY 12/30 pojmenována jako „R“ (podle slova runway).



Obrázek 20: Varianta 1 návrhu pojmenování pojezdového systému na LKPR (vlastní tvorba, 2020).

Varianta 1 zahrnuje způsob řešení využitý na velké části evropských letišť. Konkrétně se jedná o variantu, kdy s oběma VPD vedou po celé délce (v případě nové dráhy 06R/24L paralelně) pojezdové dráhy označené jako „A“ pro severní runway a „B“ pro jižní runway (z této diplomové práce lze obdobný systém nalézt u letiště Kodaň, Atény a Vídeň). Jednotlivé napojující pojezdové dráhy pro vstup a uvolnění RWY jsou přitom označeny číslicemi od 1 do 12 směrem od východu na západ (preferovaný směr vzletu a přistání na LKPR). Ověřeno na výše zmíněných významných mezinárodních letištích a potvrzeno vlastní praxí z těchto letišť se jedná o jeden z nejvhodnějších způsobů označení těchto velice důležitých pojezdových drah pro dobrou orientaci v kritických částech pohybových ploch – v blízkosti vzletových a přistávacích drah.

U severní RWY, tedy u té původní, se nachází pojezdové dráhy orientované pouze jižním směrem, příslušnou podélnou TWY „A“ jsem ve svém prvním návrhu vytvořil z původních TWY „A“, „D“ a

„F“. V blízkosti obou pólů vzletové dráhy 06L/24R se nachází místa určená pro odmrazování, ve východní části tato místa nalezneme mezi TWY „H“ a „U“, přičemž jedno další takové stání je k dispozici na TWY „A1“ (všechna tato stání byla původně umístěna na pojezdové dráze „Z“. Na západním konci RWY, tedy u prahu vzletové dráhy 06L, přibyla dvě nová stání určená k odmrazování. Ve variantě 1 jsou tato stání na TWY označené jako „Z“, s dvěma křižujícími se výjezdy označenými jako „Z1“ a „Z2“.

K jižní paralelní dráze bylo navrženo obdobné řešení – TWY „B“ kopíruje vzletovou dráhu ze severní strany. Z této pojezdové dráhy vede několik křižovatek s RWY 06R/24L. Východně od křížení s původní dráhou je navíc zajištěn obousměrný provoz pomocí další paralelní TWY „D“. Ta je doplněna o křížení dvou krátkých drah „D1“ a „D2“ pro zajištění plynulého provozu na odmrazovacích stání, nacházejících se na TWY „B“ v blízkosti prahu dráhy 24L. Z jižní strany byla k RWY 06R/24L vytvořena téměř paralelní TWY „C“ se čtyřmi očíslovanými kříženími s touto RWY.

Dále bude popsán způsob zvolení označení zbývajících TWY v systému – původní RWY 12/30 je v této variantě pojmenována jako TWY „R“, podle slova runway. TWY „R“ je křížena pojezdovou dráhou „E“, spojující TWY „A“ v západní části a jižní stranu terminálu 2. Podélně s budovami terminálu a prakticky i se severní VPD vedou dvě páteřní TWY „F“ a „G“, obě na sever navazují na „A“, vedoucí k prahu dráhy 24R. Z TWY „G“ plyne pojezdová dráha „H“, přivádějící letouny k odmrazovacím stáním. Kolmo na výše uvedené TWY jsem zavedl pojezdové dráhy „I“, „J“, „K“, „L“, vedoucí středem letiště, kromě „I“ vedou tyto vozovky přímo k jednotlivým stáním u terminálů. Trojice vozovek „M“, „N“ a „O“ slouží jako primární spoj středu letiště včetně odbavovacích ploch s paralelní RWY 06R/24L a s jižní částí letiště. Zbývajících TWY „P“, „Q“ a „S“ značí pojezdové dráhy v jižním areálu letiště. TWY „P“ vede k prahu původní dráhy 12/30 (zde označena jako „R“), „Q“ označuje plochu po bývalé RWY 04/22 a „S“ je TWY pro provoz v blízkosti terminálu 3 a jeho letadlových stání.

8.1.1 Zvolená metodika a přednosti systému varianty 1

Varianta 1, založena primárně na principech využitých na letištích Kodaň, Atény a Vídeň, přináší řadu výhod – v systému se nachází tři primární souběžné TWY s paralelními RWY o jednotných názvech. Tento způsob zjednodušuje orientaci při pohybech v blízkosti vzletových a přistávacích drah, kdy ke vstupu či výstupu letouny využívají vždy jednu z těchto tří hlavních pojezdových drah. Zejména zavedením jedné dlouhé souběžné TWY „A“, která slouží RWY 06L/24R je odbourán například problém s mnoha na sebe navazujícími TWY při pojíždění mezi odbavovacími plochami

a prahem dráhy 06L. Kombinace zvolených principů z cizích letišť byla v tomto návrhu uvedena na základě podobnosti rozložení skupiny vstupních a výstupních TWY k VPD.

Mezi další pozitiva tohoto řešení by se dala zařadit i tzv. síť na sebe prakticky kolmých pojmenování pojezdových drah v blízkosti terminálu 1 a 2, kde je opět předejito komplikovaným křižovatkám o mnoha odlišných názvech vozovek.

Vzestupné číslování od 1 do 11, respektive do 12 v případě jižní VPD, bylo zvoleno podle převažujícího využívaného směru vzletů a přistání (na LKPR dosud RWY 24), obdobně, jak je tomu i na vzorových letištích. Způsob zvolení číslování podle primárního směru RWY zvyšuje intuitivnost řešení.

Praktičnost tohoto provedení zajišťuje pečlivá volba kombinací jednotlivých známých principů, shrnutých a popsanych v kapitole 7.8.

Proces přejmenování stávajícího severního systému dle nové logiky pojmenování pojezdových drah by bylo prakticky možné provést již před začátkem výstavby paralelní RWY 06R/24L. Z důvodu označení důležitých pojezdových drah v plánované jižní části pomocí písmen využitých v nynější síti TWY by varianta počítající s přejmenováním původních vozovek v době po dokončení nové RWY přinesla konfliktní označení mezi stávající a novou částí TWY, což by mělo za následek dodatečné práce ještě před dosažením finálního stavu.

8.1.2 Potenciální slabiny systému z pohledu letových posádek

Skutečnost, že souběžná pojezdová dráha „A“ není paralelní s RWY 06L/24R tak, jak bývá u těchto TWY typické, řadí tuto součást mezi potenciálně slabé články systému. Tato vozovka navíc tvoří hned několik složitějších křižovatek s dalšími vozovkami. Zejména u křížení s TWY „E“ může dojít ke zmatení pilotů, jelikož při pojíždění po „A“ ze západního směru je nutné pro pokračování po této TWY odbočit mírně vlevo (přímým směrem vede TWY „E“). Především pro zajištění bezpečného provozu při podmínkách nízké dohlednosti by bylo vhodné v tomto místě zavést dostatečně přehledné označení pomocí značek a značení o čitelných velikostech.

Podobný problém by mohl nastat na opačném konci letiště, kdy jsem v blízkosti paralelní dráhy 06R/24L zavedl jednu podlouhlou TWY „C“, opět za cenu složitého křížení s TWY „C2“, „Q“ a „S“.

Dalším nepřehledným místem by se mohla prokázat oblast v blízkosti pojezdové dráhy „K“, která vede od odbavovacích ploch terminálu 1 a po poměrně složitém křížení s TWY „G“, „H“ přechází levotočivou zatáčkou plynule v TWY „A3“.

U křížení výjezdů z odmrazovacích stání pomocí TWY „D1“, „D2“ a „Z1“ a „Z2“ je nutné dbát pozornosti k předejití záměny těchto jednotlivých vozovek. Jsou velmi krátké a nacházejí se v těsné blízkosti.

8.1.3 Potenciální slabiny systému z pohledu ŘLP

Při instruování letadel k pojíždění po „B6“ a „B7“ nemusí být pro ŘLP intuitivní vykřížení těchto dvou drah, které jsou číselně označeny vzestupně od prahu ke konci VPD 24L. Tudíž letadlo uvolňující dráhu 24L po přistání přes TWY „B7“ ve výsledku opustí tuto přistávací dráhu blíže jejímu prahu, než by to bylo v případě TWY „B6“, s čímž musí řídicí počítat. Jedná se o jedinou konstrukční výjimku tohoto typu mezi TWY přidruženými k vzletovým a přistávacím drahám.

V případě nepravděpodobného výjezdu z nové RWY 06R/24L přes bývalou RWY 12/30, neboli TWY „R“, je potřeba v instrukci pro pojíždění zahrnout informaci o směru jízdy, tedy vpravo nebo vlevo, jelikož „R“ kříží tuto TWY z obou stran, a tudíž název pojezdové dráhy k uvolnění přistávací dráhy není v tomto případě dostačující.

Obdobně jako u pilotů, i pro ŘLP je potřeba dbát pozornosti za účelem předejití záměny instrukcí k výjezdu letounů z odmrazovacích stání pomocí TWY „D1“, „D2“ a „Z1“ a „Z2“.

8.1.4 Potenciální nevýhody při realizaci varianty

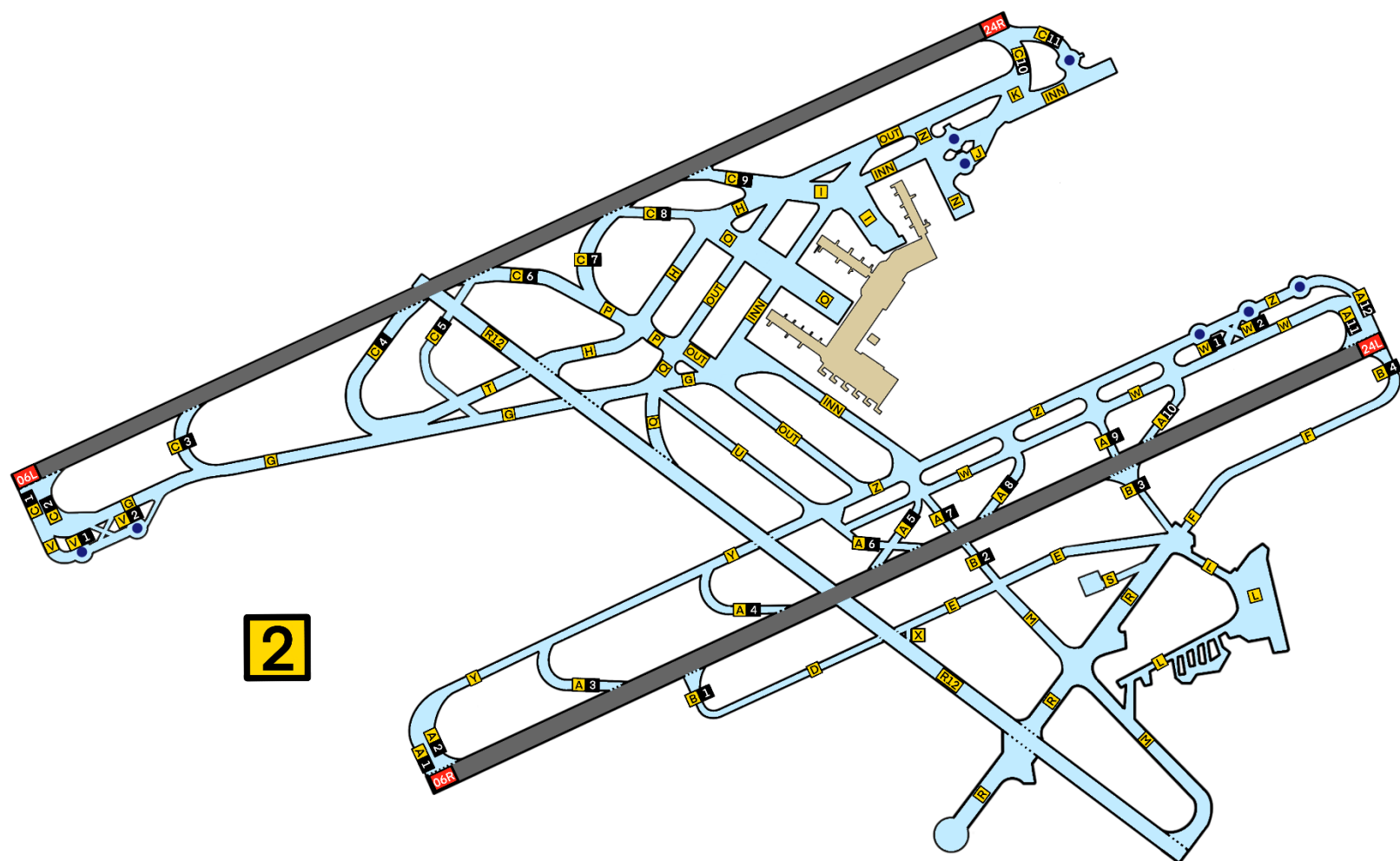
Nejvýznamnějším negativem této varianty je její finanční a konstrukční náročnost. Podle tohoto návrhu by bylo zapotřebí přejmenovat prakticky celý pojezdový systém na letišti, což by mělo za následek rozsáhlá uzavření jeho jednotlivých částí. Z hlediska pojmenování by se zachovala alespoň malá část kritických vozovek „A“ (přivádějící letouny k prahu vzletové dráhy 24R) a „J“ (hlavní TWY pro pohyb v blízkosti odbavovacích ploch mezi terminály 1 a 2).

S přihlédnutím k aktuální situaci velice nízkého letového provozu způsobeného koronavirovou krizí by byl tento úkol jednoznačně menší praktickou zátěží s ohledem na letištní omezení než při kapacitách provozu před touto krizí. Dalším důležitým aspektem je pak skutečnost, že při minimálním provozním vytížení a následném rapidním poklesu letištního profitu dochází k velkému nedostatku financí k provedení takto rozsáhlých změn.

8.2 Varianta 2

Základní principy využití v této variantě:

- 1) Pojezdové dráhy určené ke vstupu a výjezdu z jednotlivých RWY označeny prvními písmeny abecedy („A“-„C“), doplněny o identifikační čísla 1-12 (směrem od západu k východu), navazují na další TWY souběžné s RWY;
- 2) Dvě páteřní TWY obklopující střed letiště, označeny jako INN a OUT (z anglických slov inner a outer – vnitřní a vnější);
- 3) Pojmenování ostatních TWY v systému pro zajištění dostatečného vzájemného vizuálního a výslovnostního kontrastu mezi jednotlivými písmennými označeními;
- 4) Původní RWY 12/30 pojmenována jako „R12“ pro jasnou nezaměnitelnou identifikaci.



Obrázek 21: Varianta 2 návrhu pojmenování pojezdového systému na LKPR (vlastní tvorba, 2020).

Varianta 2 ve svém návrhu zahrnuje typy řešení ze tří analyzovaných letišť v této diplomové práci (Oslo, Helsinky, Brusel). Hlavním znakem tohoto provedení a také rozdílem mezi 1. a 2. variantou je odlišné pojmenování vstupních TWY na vzletovou dráhu a souběžných TWY podél RWY. Jednotlivé křižovatky při vstupu/výstupu z VPD nesou názvy obdobně jako v první variantě, pouze jsem pro variabilitu zaměnil směr, od kterého se čísluje, v tomto případě od západu k východu. Souběžné pojezdové dráhy tedy nenesou stejné označení jako vstupní TWY, místo toho tyto dráhy nesou různé názvy od „D“ do „H“, čímž je využito srovnatelného řešení jako na letišti Oslo. Dokonale paralelní pojezdové dráhy s RWY jsou jen dvě, a to v blízkosti nové RWY 06R/24L, ty jsem rozdělil na tři jednotlivé TWY a označil po vzoru finského letiště v Helsinkách jako „W“, „Y“ a „Z“. Z opačné, tedy jižní strany této RWY, se nachází souběžně vedoucí trojice pojezdových drah „D“, „E“ a „F“. U původní RWY, tedy 06L/24R, je řešení obdobné, jelikož zde neexistuje paralelní TWY, jsou jednotlivé segmenty souběžných pojezdových drah označeny jako „G“, „T“ a „H“, přičemž z východní strany tuto trojici doplňuje TWY „OUT“, která je součástí páteřní pojezdové logiky, popsané v následujícím odstavci.

Velkou změnou z hlediska pojmenování pojezdového systému na pražském letišti by byla dvojice páteřních TWY, obklopující střed letiště včetně odbavovacích terminálů 1 a 2. Tyto TWY nesou netradiční názvy „INN“ a „OUT“, což je provedení mj. například na mezinárodním letišti v Bruselu. Toto řešení lze považovat za poměrně praktické a přehledné, jelikož se jedinou, respektive dvěma chytře pojmenovanými pojezdovými drahami zajistí přehlednost významné části letiště a omezí se velký počet označení a komplikovaných manévrů mezi několika jednotlivými TWY.

Pojezdové dráhy v centru letiště jsou pojmenovány tak, aby se odlišná značení vizuálně příliš nepodobala, trojice TWY vedoucí k terminálovým prstům nesou kromě již zmíněného „INN“ názvy „N“, „I“ a „O“. Důležitou roli hraje taktéž vozovka „P“, přivádějící ve většině případů letouny přistávající na dráhu 06L/24 ke středu letiště a dále ke svým odbavovacím stáním, nebo TWY „U“, která doplňuje trojici paralelních TWY, spojujících odbavovací zónu s jižní VPD 06R/24L.

Původní vzletová a přistávací dráha 12/30 nese jako TWY v této variantě název „R12“, není nutno uvádět důvod. Jižní část letiště je obslužena hlavní pojezdovou drahou „M“ s téměř kolmou TWY „R“, přičemž k pohybu v blízkosti terminálu 3, nacházejícího se v této oblasti, slouží výhradně pojezdová dráha „L“.

K fixním odmrazovacím stáním se ve variantě 2 lze dostat před vzletem z RWY 24R přes pojezdové dráhy „INN“, „J“ a „C11“. Na opačném pólu, v blízkosti prahu RWY 06L, se nachází dvě stání na TWY „V“, s možným vstupem či výjezdem přes „V1“ a „V2“. U jižní RWY 24L lze

podstoupit odmrazovací procedury na pojezdové dráze „Z“, propojené s vedlejší TWY „W“ přes spojovací vozovky „W1“ a „W2“.

8.2.1 Zvolená metodika a přednosti systému varianty 2

Převažující princip v metodě číslo 2 je bruselský způsob označení páteřních TWY „INN“ a „OUT“. Tento netypický znak byl navržen z důvodu výrazné vnější podobnosti rozložení dráhového systému mezi letišti v Bruselu a v Praze. V obou případech se odbavovací plochy terminálů 1 a 2 nachází uprostřed dvou paralelních drah orientovaných z východu na západ, které jsou děleny třetí, severně orientovanou RWY. V podobě nově expandovaného pražského letiště se podobným způsobem nachází dvě paralelně vedoucí páteřní TWY, obepínající jádro letiště, zahrnující odbavovací plochy.

Způsob zavedení pouhých dvou dlouhých TWY jako ve variantě 2 má za cíl zjednodušit orientaci posádek ve středové části letiště, kde se očekává nejhustší provoz. Eliminuje se přebytečné množství pojezdových drah s rozdílnými označeními a usnadní se vydávání instrukcí pro pojiždění. Taktéž bylo při vytváření dbáno na dodržení vizuálního kontrastu jednotlivých písemných označení v centrální oblasti letiště, za účelem předejití zmatení pilotů.

Dokonale paralelní TWY, kopírující RWY 06R/24L jsou označeny posledními písmeny abecedy, stejně jako v Helsinkách, vstupní a výstupní TWY jsou poté obdobně jako v Oslu pojmenovány prvními písmeny abecedy, opatřeny identifikačním číslem od 1 do 12. Takové provedení odlišuje hlavní paralelní TWY od ostatních vozovek, což vede k vyššímu orientační předpokladu. V Praze na letišti Václava Havla dává rozlišení takových TWY smysl z důvodu absence dokonale paralelní TWY pro původní VPD, 06/24. V případě této RWY, v novém řešení označena jako 06L/24R, zajišťuje přístup mezi odbavovacími plochami skupina jednotlivých TWY („OUT“, „H“, „T“, „G“).

Varianta 2 přináší do aktualizované podoby letiště jeden z dalších moderních způsobů řešení pojmenování pojezdového systému, které zajišťuje kombinaci znaků, výhodně využitelných ve prospěch přehlednosti po vzoru dalších evropských letišť, které svou kapacitou a rozložením nevýrazně převyšují mezinárodní letiště v Praze.

Obdobně jako u varianty 1 se jeví praktičtější začít plynule zavádět nový systém pojmenování pojezdových drah ještě před zahájením stavby paralelní RWY. Tudíž by nynější TWY v severní síti již před expanzí dráhového systému nesly označení podle nového způsobu, vytvořeném ve variantě 2. Jelikož však pojmenování vozovek v plánované jižní části nevyužívá takového množství stejných označení jako ve stávajícím severním systému, varianta provést proces

přejmenování v průběhu či po dokončení stavby nové VPD včetně přidruženého TWY systému by nepřinesla tak výrazné komplikace jako varianta 1.

8.2.2 Potenciální slabiny systému z pohledu letových posádek

V druhé variantě s využitím nepříliš rozšířeného řešení pojmenování vnitřní a vnější páteřní TWY jako „INN“ a „OUT“ by pro nezkušené posádky mohla tato dvojice pojezdových drah při prvním dojmu způsobit nejistoty, jelikož se nejedná o typické řešení.

V případě předpokládaného převažujícího využívání obou vzletových a přistávacích drah západním směrem (24L, 24R) by číslování jednotlivých vstupních TWY byla směrem od prahu ke konci RWY sestupně, což není příliš žádoucí pro pohodlí letových posádek. Proto je vhodné zvážit toto číslování hlavně podle určeného primárního směru RWY na konkrétním letišti, v případě LKPR dlouhodobě preferován právě směr 24.

Další slabinou by v rámci tohoto systému mohl být vysoký počet rozdílných pojmenování pojezdových drah v blízkosti jižní RWY, kde jsou jednotlivé TWY ve svých názvech rozděleny původní VPD 12/30 (zde „R12“), přičemž pro některé uživatele (jak pro letové posádky, tak pro řídící letového provozu) by toto provedení nemuselo být dostatečně intuitivní.

V poslední řadě lze nalézt malý „hotspot“ na křižovatce mezi TWY „P“, „Q“ a „OUT“, na tomto pravděpodobně velmi frekventovaném místě je zapotřebí vysoké ostráživosti při pojíždění, jelikož páteřní pojezdová dráha „OUT“ vede v tomto bodě dvěma odlišnými směry, piloti si musí krátce po uvolnění přistávací dráhy uvědomit, jakým z těchto směrů by měli podle instrukcí ŘLP pokračovat v jízdě. Obdobný problém nastává na vedlejší křižovatce mezi TWY „G“, „OUT“ a „INN“ – taktéž je zde žádoucí zvýšená pozornost od letových posádek pro správné manévrování v blízkosti odbavovacích ploch.

8.2.3 Potenciální slabiny systému z pohledu ŘLP

I při pohledu řídicího letového provozu je zapotřebí zmínit potenciální náročnost pro personál přivyknout si na nový systém páteřních TWY „INN“ a „OUT“. Tyto významné pojezdové dráhy vedou velkou částí letiště a jsou součástí několika křižovatek a odboček. Z tohoto důvodu musí mít řídící při vydávání instrukcí pro pojíždění po těchto vozovkách dostatečný přehled o pohybu a lokacích jednotlivých letadel, zvláště za velmi hustého provozu.

Stejně jako u předchozí varianty je třeba vyzdvihnout problematiku pojmenování pojezdových drah, které se vzájemně kříží do tvaru „X“. V této variantě se v první řadě jedná o dvojici TWY „A5“ a „A6“ jako výjezdové dráhy po přistání na RWY 06R/24L. Dále jsou předmětná křížení „V1“+„V2“ a „W1“+„W2“, obě tyto dvojice krátkých pojezdových drah fungují jako spojovací vozovky obsluhující odmrazovací stání v blízkosti vzletových drah. U všech výše zmíněných existuje riziko vzájemné záměny piloty, ale i řídicími letového provozu, toto riziko je nutné zdůraznit při školení příslušného personálu ŘLP.

8.2.4 Potenciální nevýhody při realizaci varianty

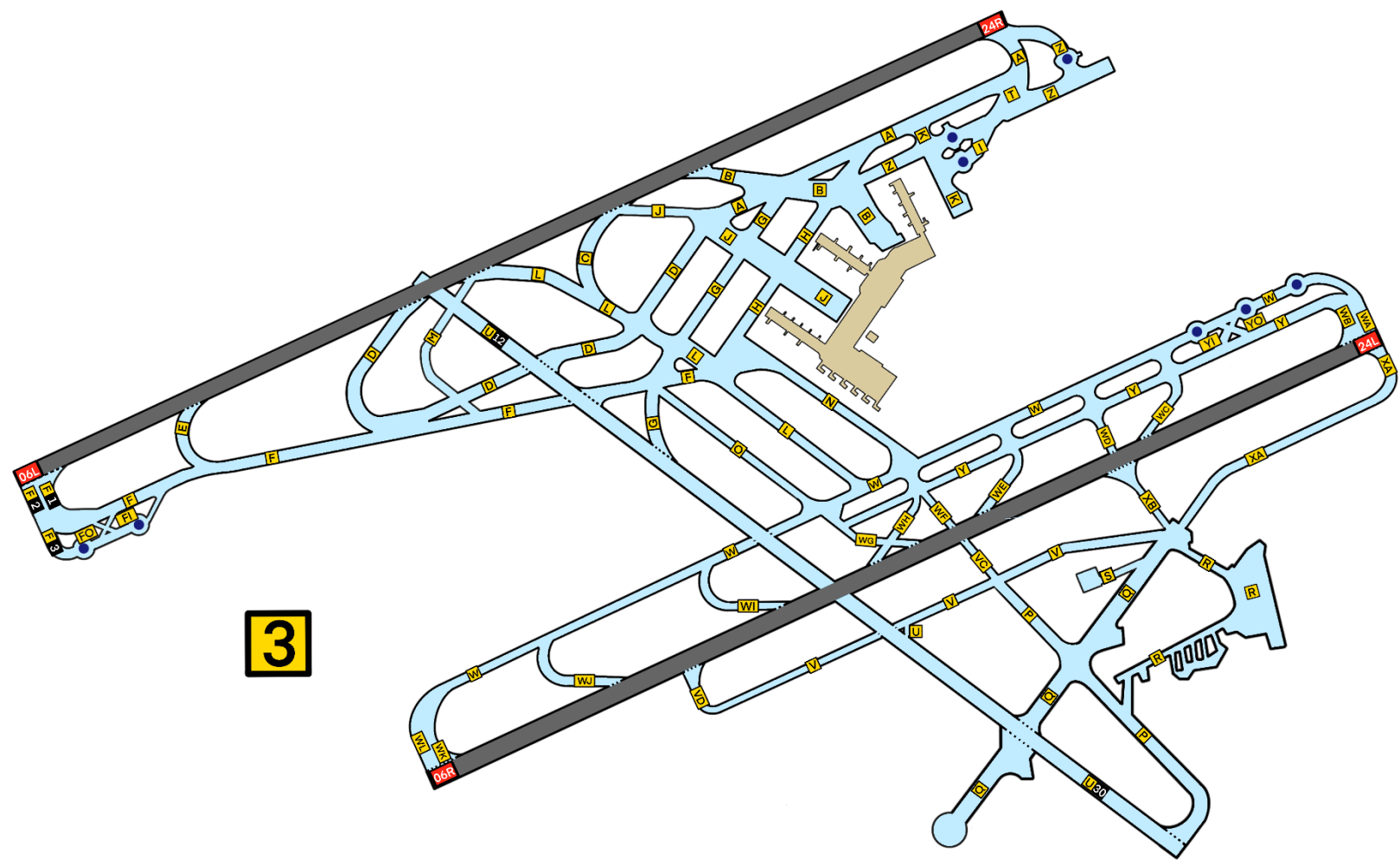
Největší překážkou při realizaci tohoto návrhu by byla opět dvojice pojezdových drah „INN“ a „OUT“, obepínající hlavní odbavovací terminály. Tím, že by v novém provedení existovaly pouze dvě dlouhé TWY místo několika kratších, by se situace při zavádění změn komplikovala, a to tak, že by musely být části těchto kritických pojezdových drah v centru letiště postupně uzavírány, čímž by se znatelně omezila provozuschopnost a kapacita celého letiště, než by byl dokončen celý proces přejmenování jednotlivých vozovek.

Obdobně jako u varianty 1 by se jednalo o finančně i prakticky náročné provedení, jelikož by bylo zapotřebí přejmenovat téměř veškeré stávající pojezdové dráhy. Znovu je však na místě zmínit vstřícnost dlouhotrvající pandemické situace, umožňující za nižšího provozu jednodušší stavební práce. Na druhou stranu je tato výhoda vykoupěna deficitem potřebných finančních prostředků k realizacím těchto změn, způsobeným poklesem letištního profitu z letecké dopravy.

8.3 Varianta 3

Základní principy využití v této variantě:

- 1) Většina již existujících pojezdových drah si ponechá svůj název, tyto dráhy svým pojmenováním co nejjednodušeji doplní nově navržené TWY;
- 2) Souběžně s RWY 06R/24L vedou pojezdové dráhy „V“, „W“, „X“ „Y“, na které navazují vstupy a výstupy z RWY, dodatečně označené identifikačními písmeny „A“-„L“ dle abecedy směrem od východu k západu;
- 3) Některé ze stávajících TWY („F“, „J“, „Q“) budou rozšířeny, naopak některé TWY („H“, „L“, „R“) budou zkráceny či nahrazeny;
- 4) Původní VPD 12/30 je novou VPD 06R/24L rozdělena na dvě jednotlivě pojmenované TWY – „U12“ v severní části a „U30“ v jižní části.



Obrázek 22: Varianta 3 návrhu pojmenování pojezdového systému na LKPR (vlastní tvorba, 2020).

Poslední z variant se v nově navržené, jižní části pojezdového systému, zahrnující paralelní RWY 06R/24L, inspirované velice podobným systémem využitým například na finském mezinárodním letišti v Helsinkách. Tento systém se vyznačuje pojezdovými drahami souběžnými s RWY o názvech skládajících se z posledních písmen abecedy („V“, „W“, „X“, „Y“). Na tyto primární pojezdové dráhy jsou napojeny vstupní a výstupní TWY z dráhy 06R/24L, které nesou název podle jedné z výše uvedených souběžných TWY + identifikační písmeno „A“-„L“.

Třetí návrh se od prvních dvou liší tím, že nepočítá s většími změnami v původním pojezdovém systému, touto cestou se s ohledem na celosvětovou pandemickou krizi snaží šetřit případné

náklady na realizaci. Původní značení pojezdového systému tedy zůstává z velké části nedotčeno, některé TWY však byly díky přejmenování prodlouženy, rozšířeny, či naopak zkráceny.

Pojezdová dráha „J“ nyní sahá od odbavovacích ploch mezi terminály 1 a 2 až k VPD 06L/24R, společně s ní vznikla další pojezdová dráha pro výjezd po přistání na RWY 24R. TWY „Q“ byla prodloužena na úkor TWY „R“ a je nyní páteřní vozovkou v jižní části letiště, TWY „F“ byla rozšířena o dva oddělené vstupy na vzletovou dráhu 06L („F1“, „F2“) a na dodatečné TWY „F3“ se nachází dvě nová odmrazovací stání. Nepraktická označení „AA“ a „RR“ z původního systému nahradily TWY o zjednodušených názvech „I“, respektive „R“. Taktéž TWY „H1“ byla nahrazena pojezdovou dráhou „N“, která je prodloužena a tvoří společně s TWY „L“ a „O“ trojici pojezdových drah, spojující severní a jižní část letiště. Pojezdová dráha „L“, dříve vedoucí až k samotnému areálu jih, byla zkrácena a nyní přivádí letouny pouze k nové paralelní dráze 06R/24L, respektive k její paralelní TWY „W“.

Vozovkami, jejichž pojmenování bude v tomto návrhu řešení zachováno, jsou například významné páteřní pojezdové dráhy „A“, „D“, „F“ či „L“ a také všechny stávající TWY tvořící křižovatky s RWY 24. Taktéž bude nadále k pohybu letadel v blízkosti odbavovacích terminálů 1 a 2 využíváno trojice TWY „B“, „J“ a „H“. V neposlední řadě bude i pojezdová dráha „Z“ sloužit na stejném principu jako doposud, tedy k přivedení letounů podél východního cargo terminálu k odmrazovacím stáním a dále k prahu dráhy 24R.

Nová rozměrná pojezdová dráha, vzniklá z původní RWY 12/30, dostala v třetím návrhu mírně experimentální název U12 pro severní část a U30 pro jižní část této vozovky, rozdělené novou VPD 06R/24L. Taková číselná označení dostaly tyto dvě oddělené části podle blíže se nacházejícího prahu někdejší dráhy 12/30. Taktéž s trochou tvořivosti a inspirace podobným řešením na letišti Milano Malpensa (analýza letiště není součástí této DP) bylo navrženo pojmenování dvou dvojic krátkých křižujících se vozovek, sloužících pro manévry letounů u odmrazovacích stání. Ty by v této variantě byly označeny dle nejbližší regulérní TWY (u prahu dráhy 06L TWY „F“, u prahu dráhy 24R TWY „Y“) s dodatkem „IN“ nebo „OUT“ (anglicky dovnitř/ven), podle toho, zda letoun na stojánku vjíždí, či ji opouští.

8.3.1 Zvolená metodika a přednosti systému varianty 3

Metodika a zvolený postup bral ohled primárně na ekonomickou dostupnost provedení, kdy bylo zachováno jádro původních jmen TWY. Některé zvolené vozovky byly aktualizovány za účelem zjednodušení systému, například TWY „AA“ a „RR“ je doporučeno přejmenovat.

Středem pozornosti ve variantě 3 je řešení pojezdových drah v oblasti nové paralelní RWY, čistě po vzoru letiště v Helsinkách, které se při analýze projevilo svým provedením jako vhodným místem pro inspiraci na letišti v Praze. Označení jižní části pojezdového systému v blízkosti nové RWY písmeny od „V“ do „Y“ podle konkrétního umístění doplněnými o další identifikační písmena „A“-„L“ jasně stanoví hlavní a navazující vozovky určené pro manévrování před vzletem či po přistání, pro piloty letadel se jedná o jednoduchý způsob identifikace vlastní polohy na zemi.

Minimální změny a zjednodušení částí systémů v podobě prodloužení či zkrácení stávajících drah řeší dosavadní problémy s nepřehledností a komplikovaností křižovatek. Cílem bylo, jako v předešlých variantách, omezit využití odlišných označení vozovek na minimum a zavést další možnost kompaktního a logického systému v oblasti nové paralelní dráhy, čímž je v tomto případě označení vstupních a výstupních TWY pomocí dvou písmen. Tato varianta je ve světě taktéž ověřená, proto je součástí praktické části diplomové práce návrh i tohoto způsobu, který se na pražské letiště, včetně jeho plánovaného dráhového rozložení, dalo bez obtíží aplikovat.

Třetí varianta svým návrhem nezpůsobuje žádné výrazné potenciální komplikace s přejmenováváním původního dráhového systému. Minimální změny, zahrnující fyzické přejmenování malého množství stávajících drah, přináší možnost tyto aktualizace provést v jakémkoliv čase vzhledem k výstavbě nové paralelní RWY. V tomto případě by byl primárně na místě, jako vždy, potřebný ohled na minimalizaci nutnosti omezení letištního provozu (provádět práce v oknech nízkého či žádného provozu, např. v noci).

8.3.2 Potenciální slabiny systému z pohledu letových posádek

Na rozdíl od prvních dvou variant by pro piloty mohla problém z pohledu přehlednosti tvořit stávající nezměněná část pojezdového systému v oblasti RWY 06L/24R. Zde se nachází velký počet křižovatek mezi VPD a pojezdovými drahami o různorodých názvech bez pevné logiky, která je jinak na většině moderních evropských letišť zjevná.

Součástí výše zmíněného rozložení je i trojice nových vozovek u prahu dráhy 06L. Tam se TWY „F“ dělí na tři jednotlivé dráhy, očíslované od 1 do 3. „F3“ slouží k pohybu po odmrazovacích

stáních, „F1“ a „F2“ poté pro vstup na vzletovou dráhu 06L. Umístění těchto dvou vstupních pojezdových drah je směrem od kraje VPD nejdříve „F2“ a poté „F1“, což není zcela typické (standardně se čísluje vzestupně od prahu dráhy) a může proto piloty zmást. V této variantě však řešení tímto způsobem shledávám jako logičtější z důvodu zavedeného principu vzestupného pojmenovávání křižovatek s RWY od východu k západu. Nabízí se zde možnost názvy těchto dvou TWY zaměnit, obě varianty by měly fungovat uspokojivě.

Jako další potenciální slabinou pro letové posádky se v návrhu nabízí samotný způsob řešení pojmenování v oblasti nové paralelní RWY. Odvážná metoda využití názvu o dvou písmenech pro pojezdové dráhy, které letouny využívají ke vstupu či uvolnění jižní vzletové a přistávací dráhy 06R/24L, není tolik intuitivní jako metoda kombinace písmena a číslice, vůči které označení TWY dvěma písmeny prakticky nepřináší žádnou výhodu navíc. Pro zkušené piloty dopravních letadel by však tato možnost realizace neměla vyvolávat větší potíže s orientací na příslušných pohybových plochách.

8.3.3 Potenciální slabiny systému z pohledu ŘLP

Pro dispečery řízení letového provozu by z hlediska minimálních změn nemělo v systému vzniknout mnoho nových slabin. Proto je vhodné se zaměřit na nově vybudované části letiště okolo paralelní RWY 06L/24R. V třetím návrhu bylo s dvojicí souběžných TWY jižně od této RWY naloženo ve smyslu označení „V“ a „X“, tudíž křižovatky s VPD mají odlišné názvy, směrem od východu k západu jsou první dvě křižovatky označeny jako „XA“ a „XB“, zatímco další dvě jsou označeny jako „VC“ a „VD“. V tomto řešení, vzniklém kvůli absenci jednotné paralelní TWY, by mohlo, hlavně při instruování letounů pro vstup a uvolnění RWY 06/24L směrem na jih, nastat ke zmatení jak ŘLP, tak i pilotů. Obdobně jako posádky se poté musí řídicí vyrovnat s pojmenováním TWY „F1“ a „F2“ u prahu vzletové dráhy 06L, jejichž záměrné vzájemné umístění nemusí být pro každého intuitivní.

Stejně jako u předešlých návrhů je nutno dbát pozornosti při vydávání instrukcí pro uvolnění přistávací dráhy 06L/24R, kdy existuje riziko záměny písmen u křižujících se TWY „WG“ a „WH“. V této variantě ovšem jako v jediné odpadá díky jednoznačnému pojmenování „IN“ a „OUT“ pravděpodobnost nesprávné instrukce pro pojíždění letadel v oblasti stání určených pro odmrazování.

8.3.4 Potenciální nevýhody při realizaci varianty

Nevýhod při realizaci návrhu číslo 3 bylo minimalizováno zachováním názvů většiny již stávajících vozovek. Tím se maximalizují úspory jak z ekonomického, tak časového hlediska. Proto by se nevýhody daly hledat primárně na místech, kde se v původním systému provádí změny – v severovýchodní části letiště by došlo k přejmenování TWY „AA“ na „K“ a „A1“ na „I“, což by mělo za následek omezení provozuschopnosti vozovek mezi terminálem 1 a cargo terminálem. Dále by pak například potřeba přejmenovat TWY „H1“ na „N“ způsobila nutné uzavření prostoru jižní strany terminálu 2.

Menší, avšak nezanedbatelné omezení kapacity pojezdového systému by způsobil také proces přejmenování drah v jižní části letiště – konkrétně např. změna TWY „RR“ na „R“ u odbavovacího terminálu 3 či změny v označení pojezdové dráhy „Q“.

9 Zhodnocení výsledků, diskuze

V předchozích kapitolách jsem se věnoval třem návrhům pojmenování nového pojezdového systému, kde jsem ke každé z těchto variant předvedl jednotlivá grafická zpracování, následně podrobně popsal základní znaky využití na dalších evropských letištích a vyhledal potenciální slabiny, přicházející s těmito řešeními. V této kapitole provedu shrnutí praktické části a zhodnocení vytvořených návrhů.

Podstatnou část své praktické části jsem soustředil na průzkum několika dalších evropských letišť, svou kapacitou připomínajících či převyšujících pražské letiště. Podařilo se mi vybrat 7 mezinárodních letišť, splňujících požadavky uvedené v kapitole 4 o metodice. Tato letiště jsem podrobně rozebral z hlediska rozložení pojezdové infrastruktury a pojmenování jednotlivých pojezdových drah. Závěrem jsem u každého letiště poskytl na základě dostupných dokumentů patřičný komentář daného provedení a doplnil mj. o postřehy z osobních zkušeností s těmito letišti.

V každém z analyzovaných evropských letišť byly identifikovány základní znaky a principy použité při stavbě a procesu pojmenování pojezdových systémů. Tyto principy či jejich kombinace byly dále aplikovány v závěrečné kapitole, kde byla věnována pozornost konkrétním originálním návrhům nového řešení pojmenování pojezdového systému na letišti Václava Havla v Praze, tyto návrhy vznikly tři. Pro dosažení nejlepšího finálního řešení je možné kombinovat jednotlivé principy z rozdílných variant. Takovým příkladem by bylo využití kombinace principu pojmenování vstupních a výjezdových TWY z obou paralelních RWY písmeny „A“-„D“ s číselným dodatkem 1-12 z varianty 1 (použito na letištích Kodaň, Atény, Vídeň) a principu páteřních TWY obepínající střed letiště, označené jako „INN“ a „OUT“ z varianty 2 (použito na letišti Brusel). Dále byly navrženy tři možné názvy pro původní RWY 12/30, která by se měla podle plánů rozvoje letiště, uvedených v kapitole 5.5, stát jednou z pojezdových drah. Kvůli svému umístění a rozpoložení se optimální označení této vozovky hledalo jen s obtížemi. Obdobná pozornost byla věnována i stáním určeným pro odmrazování, respektive pojmenování pojezdových drah, které tato důležitá místa obsluhují.

Dosažené výsledky byly významně ovlivněny výběrem konkrétních letišť jakožto příkladů vhodných a fungujících řešení. V případě volby jiných, větších letišť s komplikovanějšími systémy pojezdových systémů, například jako na letišti Mnichov či Londýn-Heathrow, by pravděpodobně došlo k rozdílným inspiracím pro vytváření nových návrhů, a tudíž i odlišným výsledkům.

V oblasti prezentovaných návrhů je důležité si uvědomit, že každá z variant přináší určité klady i záporny. Některé z variant by měly být vysoce praktické pro provoz, ovšem velmi náročné na realizaci, naopak jedna z variant se zaměřuje na co nejjednodušší provedení z hlediska nákladů a provozních omezení. Proto bude záležet primárně na aktuálních potřebách letiště Praha ke zvolení eventuálně nejefektivnější varianty. Srovnání těchto aspektů každé z variant je k dispozici ve formě diskuze v následujících odstavcích.

Varianta 1

Jedná se o variantu, zahrnující nejčastěji využívaných principů, které se v průběhu analýzy jednotlivých letišť projevily jako praktické. Na přehlednost celého systému mělo využití těchto metod prokazatelně pozitivní vliv, proto varianta 1 zahrnuje právě tyto metody. Zavedením tohoto řešení by se letiště Praha zařadilo mezi další evropská letiště, využívající tento moderní systém pojmenování TWY. Toto provedení by však přineslo obtíže při realizaci, jelikož náročností fyzických prací se jedná o pravděpodobně nejnáročnější variantu. Přejmenován by musel být prakticky celý stávající pojezdový systém, což by mělo za následek postupné uzavírání větších či menších částí pohybových ploch letiště, včetně bezprostřední blízkosti odbavovacích terminálů. Tato skutečnost by měla za následek i případnou výši nákladů spojených s realizací varianty 1, která by s rozsahem změn měla být markantní.

Ve stanovených požadavcích pro návrh nového řešení z kapitoly 5.6 má varianta č. 1 potenciál splnit většinu kritérií – sjednocení pojmenování v celém pojezdovém systému, efektivní využití alfanumerických znaků, minimalizace nepřehledných míst díky volbě vhodných kombinací označení jednotlivých vozovek. Nároky na realizační a finanční náročnost byly potlačeny za účelem výše zmíněných parametrů.

Varianta 2

Druhá varianta přináší oproti první variantě alternativní řešení nového pojmenování pojezdového systému, ovšem nemělo by se jednat o méně kvalitní provedení. I tato varianta totiž pečlivě využívá některé z rozšířených znaků ze známých evropských letišť. Největším rozdílem je však řešení dvou paralelních páteřních pojezdových drah, obepínajících centrum letiště, včetně odbavovacích ploch. Takové řešení by zákonitě zjednodušilo orientaci v této oblasti díky minimalizaci odlišně pojmenovaného většího počtu drah. Svým kritickým umístěním by ovšem toto řešení přineslo nemalé komplikace při realizaci, kdy by fyzické práce způsobily významné omezení v provozu, hlavně v kapacitě odbavovacích ploch. S omezeními takového rozsahu a

potřebných změn by se obdobně jako v první variantě zvyšovaly celkové náklady na provedení tohoto řešení.

Z hlediska stanovených požadavků v kapitole 5.6 má varianta 2 taktéž potenciál slibné úspěšnosti. Obdobně jako u varianty 1 by měla být uspokojena kritéria související se sjednocením pojezdového systému všech jeho částí, uvážlivou volbou alfanumerických označení a zamezením vzniku nových nepřehledných míst. Nároky na stavební práce a celkové náklady byly i v této variantě upozaděny s cílem vytvořit co nejkvalitnější řešení z pohledu ostatních parametrů.

Varianta 3

Poslední z variant by se dala klasifikovat jako ekonomická, jelikož počítá s možností zanechat pojmenování stávajícího pojezdového systému beze změn, zejména s přihlédnutím na šetření finančních prostředků v nelehké pandemické době s omezenou poptávkou po letecké dopravě. Tyto eventuální změny by mohly být brány v potaz v budoucnu, po dostavění celého nového dráhového systému, obnovení většiny letového provozu a získání potřebných prostředků na realizaci. Do té doby, při zvolení realizace varianty 3, by byla zachována, až na výjimky, podstatná část označení nynějších pojezdových drah, které by byly doplněny aktualizovaným systémem v nově vybudované oblasti paralelní vzletové a přistávací dráhy. Tím by se prozatím ušetřilo jak na ztrátách způsobených provozními omezeními, tak i na samotných fyzických pracích. Označení vozovek v nově budovaném pojezdovém systému by posléze bylo možné vytvořit buď selekcí principů využitých v jedné ze tří variant, nebo z jejich vzájemné kombinace.

Při hodnocení výkonosti třetí varianty ve stanovených požadavcích pro návrhy řešení v kapitole 5.6 je toto provedení nejméně úspěšným z hlediska zavedení uceleného a jednotného pojmenování pojezdového systému. S výjimkou upřednostněné minimalizace finančních a realizačních nároků nebyla dostatečně dodržena většina ostatních kritérií – efektivní využití alfanumerických znaků za účelem zjednodušení, zamezení nepřehledných míst (tzv. hotspotů), či sjednocení principů pro obě VPD (nový systematický princip zaveden pouze u paralelní dráhy 06R/24L).

Hodnocení praktické části bude uzavřeno rekapitulací klíčových bodů. Každé z analyzovaných letišť včetně předmětného letiště Praha je svou konstrukcí, provozem a historií originální infrastrukturou o mnoha proměnných aspektech. Z tohoto důvodu prakticky nelze nastavit jediný jednotný systém a aplikovat ho na všechna letiště na světě, proto jsem se v praktické části snažil inspirovat ověřenými principy z moderních evropských letišť s bohatou historií, které jsem posléze aplikoval na jedinečnou entitu mezinárodního letiště Václava Havla v Praze.

Žádná z navrhovaných variant není ve své podstatě ideální, jelikož každé řešení má svá pozitiva i negativa, která jsem zdůraznil v každé z příslušných kapitol. Proto opět připomínám, že pro dosažení co nejlepších výsledků při pojmenování celého pojezdového systému na LKPR, zahrnujícího výstavbu nové paralelní vzletové a přistávací dráhy, je vhodné zvážit aktuální potřeby letiště a případně zvolit kompromis mezi navrhovanými variantami. Publikované návrhy z této diplomové práce lze ve své konstrukci rozdělit na jednotlivé komponenty, které svou vzájemnou kombinací mohou nabídnout onen žádaný výsledek – tedy zajištění jednotného, z hlediska provozu a bezpečnosti efektivního pojmenování pojezdového systému na úrovni moderního evropského letiště 21. století.

10 Závěr

V této závěrečné práci jsem se zabýval pojezdovým systémem na letišti Václava Havla v Praze, a to zejména z hlediska pojmenování jednotlivých pojezdových drah. Pražské letiště v Ruzyni se již po nějaký čas zabývá plánem na stavbu paralelní vzletové a přistávací dráhy pro zvýšení dlouhodobě nedostačující kapacity. Plány pro tuto expanzi jsou již prakticky hotové, proto jsem se v této práci o relativně obecném názvu „aktualizace pojezdového systému“ rozhodl zaměřit na jeden významný konkrétní problém, čímž je právě pojmenování jednotlivých vozovek v rámci celé pojezdové infrastruktury pro letouny, zahrnující nová rozšíření včetně paralelní RWY.

Důležitý dopad na předmět závěrečné práce a taktéž na její provedení měla celosvětová pandemická situace koronavirového onemocnění, která uzemnila většinu komerčních letadel a tím snížila celkovou kapacitu letů na absolutní minimum. Tato nečekaná událost, která se v České republice projevila již začátkem roku 2020 a trvá doposud (konec roku 2020), pravděpodobně odloží realizace většiny rozvojových plánů na dobu neurčitou. Nepříznivé podmínky pro osobní kontakt rovněž znemožnily tradiční formu konzultací diplomové práce, tyto konzultace byly vedeny v omezené kvantitě, a to výhradně distančně, pomocí videohovorů.

Teoretický úvod zahrnoval legislativní a provozní požadavky na samotný návrh a stavbu pojezdových drah za účelem uvedení čtenáře do kontextu problematiky již od jejího procesního počátku. Po zavedení základních pojmů jsem mj. pomocí tabulek vyjádřil předpisové hodnoty pro konstrukci samotných fyzických drah, které musí být při plánování a stavbě dodrženy. V neposlední řadě jsem se věnoval klíčovým komponentům pro stanovené téma, tedy charakteristikám a funkcím pojezdových drah pro rychlé odbočení po přistání a zejména způsobům označení nejen těchto, ale veškerých pojezdových drah.

Následovalo stanovení metodiky pro nadcházející studie a návrhy finálních řešení. Zde byl věnován prostor pro stanovení postupů a kritérií, kterých bylo v jednotlivých oblastech praktické části práce dodržováno. V neposlední řadě došlo k jasnému určení aspektů, podle kterých byly nové návrhy závěrem hodnoceny.

Pro uvedení čtenáře do kontextu dané problematiky byla provedena analýza aktuálního stavu na letišti Václava Havla v Praze, se zaměřením na dráhový systém a jeho aktuální známé slabiny. Nastínil jsem současnou vybavenost letiště, vlastnosti vzletových, přistávacích a pojezdových drah. Schéma letištního areálu bylo poté doplněno o podrobný popis pojezdového systému se zaměřením hlavně na umístění a pojmenování jednotlivých TWY. Následně proběhlo seznámení

s plánem nového dráhového systému na letišti v Praze. Z dostupných zdrojů jsem zveřejnil grafickou podobu tohoto „nového“ letiště, zahrnujícího expanzi pojezdového systému, a následně uvedl technické parametry nové paralelní RWY.

Vliv výstavby paralelní vzletové a přistávací dráhy na provoz letiště LKPR, se zaměřením na možnosti způsobu provedení přejmenování pojezdových drah dle nového, navrhovaného systému, je popsán ve fázích uvedených v další z kapitol. Tyto fáze byly stanoveny tři, každá fáze definovala určité období z hlediska postupu stavebních prací na novém rozšíření dráhového systému na pražském letišti. Minimalizace omezení provozu z důvodu staveb byla posléze jedním ze vstupních parametrů při vytváření návrhů nových řešení.

Na světových letištích existuje nespočet možností, jak se s problémem pojmenování drah v komplexním pojezdovém systému vypořádat, proto se praktická část nejprve zaměřila na analýzu vybraných mezinárodních letišť v Evropě, využívajících moderních principů rozložení a pojmenování těchto pojezdových drah. Tato moderní letiště, na kterých jsem měl v rámci svého povolání dopravního pilota přistávat a vidět provedení v praxi, jsem před vytvářením samotných návrhů pro letiště LKPR pečlivě prostudoval a zanalyzoval. Mimo jiné i na základě těchto poznatků jsem poté vytvořil návrhy principů pojmenování přímo na letišti v Praze.

V poslední části práce jsem začal tvořit varianty nového řešení pojmenování drah v pojezdovém systému. Tyto varianty vznikly tři, každá z variant využívala jiné metody a principy, založené na ověřených způsobech, využívaných na známých evropských letištích. Každé z řešení jsem podrobně okomentoval a následně vyhledal potenciální slabiny systémů z pohledu pilota, řídicího letového provozu a očekávané komplikace při samotné realizaci. Do návrhů jsem významnou měrou vnesl svůj pohled profesionálního pilota, který tyto letištní plochy denně využívá v reálném provozu na různorodých letištích po celé Evropě. Vzniklým výsledkům a jejich rozboru jsem se věnoval v poslední kapitole, kdy jsem jednotlivé návrhy mezi sebou porovnal dle zvolených parametrů a následně patřičně ohodnotil.

V průběhu celé tvorby jsem věnoval maximální úsilí k dosažení kvalitních výstupů hodných závěrečné práce na vysoké škole. Přínosem této práce bylo navržení několika variant pojmenování vozovek pro celý pojezdový systém včetně nové plánované expanze zahrnující mj. paralelní vzletovou a přistávací dráhu na letišti Václava Havla v Praze. Při volbě tématu jsem si nechával prostor pro eventuální směřování práce podle skutečných aktuálních potřeb letiště a následné konkretizování. Po započetí práce jsem se rozhodl zaměřit na konkrétní, dosud nepřiliš zjevný, avšak velice důležitý, problém, kterým právě volba vyhovujícího označení pojezdových

drah je. Vzniklé návrhy řešení této problematiky či jejich vzájemné kombinace mohou sloužit jako nezávislý poradní materiál při realizaci již vzniklých či budoucích rozvojových plánů na mezinárodním letišti v Praze, Ruzyni.

Literatura

AIM Belgium – eAIP Belgium & Luxembourg (2020). *AD 2 EBBR – Brussels/Brussels-National* [online]. Dostupné z https://ops.skeyes.be/html/belgocontrol_static/eaip/eAIP_Main/html/eAIP/EB-AD-2.EBBR-en-GB.html#AD-2.EBBR

Airport Council International (2010). *Airside Safety Handbook 4th edition 2010*. Geneva: ACI World

Airport Technology (2020a). *Copenhagen Airport, Denmark* [online].

Dostupné z <https://www.airport-technology.com/projects/copenhagenairport/>

Airport Technology (2020b). *Oslo Airport Expansion* [online].

Dostupné z <https://www.airport-technology.com/projects/oslo-airport-expansion/>

Airport Technology (2020c). *Eleftherios Venizelos International Airport* [online].

Dostupné z <https://www.airport-technology.com/projects/eleftherios-venizelos-airport/>

Airport Technology (2020d). *Vienna Airport Skylink Project* [online].

Dostupné z <https://www.airport-technology.com/projects/viennaairport/>

ANS Finland – eAIP Finland (2020). *EFHK – Helsinki-Vantaa* [online].

Dostupné z <https://www.ais.fi/ais/aip/ad/efhk/efhk.htm>

Ashford, N. J., Mumayiz, S. & Wright, P. H. (2011). *Airport Engineering, Planning, Design, and Development of 21st Century Airports, Fourth Edition*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Austrocontrol – eAIP Austria (2020). *Part III – AD 2, LOWW – Wien Schwechat* [online].

Dostupné z <https://eaip.austrocontrol.at/>

Avinor AIS – eAIP Norway (2020). *Part 3 - AD 2, ENGM – Oslo/Gardermoen* [online].

Dostupné z <https://avinor.no/en/ais/aipnorway/>

Brussels Airport (2020). *The history of Brussels Airport* [online].

Dostupné z <https://www.brusselsairport.be/en/our-airport/about-brussels-airport/history>

Budapest Airport (2020). *History of the airport* [online].

Dostupné z https://www.bud.hu/en/budapest_airport/facts_about_bud/history/history#1939

- CPH.dk (2020). *CPH traffic data: Close to 30.3 million passengers in 2019* [online]. Dostupné z <https://www.cph.dk/en/about-cph/investor/traffic-statistics/2020/1/cph-traffic-data-close-to-30.3-million-passengers-in-2019>
- Edwards, B. (2005). *The Modern Airport Terminal, Second Edition – New approaches to airport architecture*. New York: Spon Press
- FAA (1998). *Impact of New Large Aircraft on Airport Design*. Springfield: National Technical Information Service (NTIS)
- Finavia (2020). *History of Helsinki Airport* [online]. Dostupné z <https://www.finavia.fi/en/airports/helsinki-airport/airport/about/history>
- Greek City Times (2020). *New passenger record for Athens Eleftherios Venizelos Airport: 25.57 million passengers in 2019* [online]. Dostupné z <https://greekcitytimes.com/2020/01/10/new-passenger-record-for-athens-elftherios-venizelos-airport-25-57-million-passengers-in-2019/>
- Hellenic CAA – eAIP Greece (2020). *Part 3 - AD 2, LGAV – Athinai/Eleftherios Venizelos* [online]. Dostupné z https://aisgr.hcaa.gr/aipgr_incl_amdt_0920_wef_05nov2020/cd/AIS/index.html
- Horonjeff, R., McKelvey, F. X., Sproule, W. J. & Young, S. B. (2010). *Planning and Design of Airport, Fifth Edition*. New York: The McGraw-Hill
- HungaroControl – eAIP Hungary (2020). *Part 3 – AD 2, LHBP – Budapest/Liszt Ferenc International Airport* [online]. Dostupné z <https://ais-en.hungarocontrol.hu/aip/>
- Hungary Today (2020). *Ferenc Liszt Airport: Record Number of Passengers in 2019* [online]. Dostupné z <https://hungarytoday.hu/record-number-of-passengers-used-ferenc-liszt-airport-in-2019/>
- ICAO (2005). *Doc 9157 - Aerodrome Design Manual, Part 2: Taxiways, Aprons and Holding bays*. ICAO
- Jeppesen (2020a). *LGAV/ATH chart 10-9 – Airport*. [online]. Dostupné pouze v licencované verzi z <https://ww2.jeppesen.com/navigation-solutions/charts-and-airway-manual/>
- Jeppesen (2020b). *LOWW/VIE chart 10-9 – Airport*. [online]. Dostupné pouze v licencované verzi z <https://ww2.jeppesen.com/navigation-solutions/charts-and-airway-manual/>

Jeppesen (2020c). *EBBR/BRU chart 10-9 – Airport*. [online]. Dostupné pouze v licencované verzi z <https://ww2.jeppesen.com/navigation-solutions/charts-and-airway-manual/>

Letiště Praha (2020a). *Historie dráhového systému* [online]. Dostupné z <https://www.prg.aero/historie-drahoveho-systemu>

Letiště Praha (2020b). *Technické parametry dráhy* [online]. Dostupné z <https://www.prg.aero/technicke-parametry-drahy>

Naviair AIM – eAIP Denmark (2020). *Part 3 - AD 2, København Kastrup – EKCH* [online]. Dostupné z <https://aim.naviair.dk/en/>

NTB Kommunikasjon (2020). *Limited passenger growth and reduced number of flights in 2019* [online]. Dostupné z <https://kommunikasjon.ntb.no/pressemelding/limited-passenger-growth-and-reduced-number-of-flights-in-2019?publisherId=17507039&releaseId=17877635>

ŘLP ČR – eAIP Czech Republic (2020). *Letiště – AD 2, LKPR – Praha/Ruzyně* [online]. Dostupné z https://aim.rlp.cz/ais_data/aip/control/aip_obsah_cz.htm

Slot Coordination Czech Republic (2020). *Current runway system and planned parallel runway* [online]. Dostupné z <http://www.slot-czech.cz/en/site/airport.htm>

St. John's International Airport Authority (2017). *St. John's International Airport Master Plan Update 2015 – 2035, Final Report*. Cambridge: WSP Canada Inc.

The Brussels Times (2020). *Record number of passengers travelled through Brussels airport in 2019* [online]. Dostupné z <https://www.brusselstimes.com/brussels-2/88136/brussels-airport-record-number-of-passengers-in-2019/>

The Moodie Davitt Report (2020). *Helsinki Airport posts +4,9 % passenger traffic growth in 2019* [online]. Dostupné z <https://www.moodiedavittreport.com/helsinki-airport-posts-4-9-passenger-traffic-growth-in-2019/>

ÚCL ČR (2018). *Letecký předpis L14 – Letiště; Hlava 1-5* [online]. Dostupné z <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-14/index.htm>

Vienna International Airport (2020). *TRAFFIC RESULTS; Strong Passenger Growth: Flughafen Wien Group Handles 39.5 Million Passengers (+15.0%) in 2019, 31.7 Million Passengers at Vienna Airport (+17.1%)* [online]. Dostupné z https://www.viennaairport.com/en/company/investor_relations/news/traffic_results?news_beitrag_id=1578990620436

Wells, A. T. & Young, S. B. (2004). *Airport Planning & Management, 5th edition*. New York: The McGraw-Hill

Zdopravy.cz (2020). *Nový rekord na Ruzyni. Loňský růst táhly hlavně dálkové linky, letadel ubylo* [online]. Dostupné z <https://zdopravy.cz/novy-rekord-na-ruzyni-lonsky-rust-tahly-hlavne-dalkove-linky-letadel-ubylo-40338/>

Seznam obrázků

Obrázek 1: Oblouk pojezdové dráhy (ÚCL ČR, 2018c).	18
Obrázek 2: Pojezdová dráha pro rychlé odbočení (ÚCL ČR, 2018).	19
Obrázek 3: Značení na pojezdových drahách (ÚCL ČR, 2018).	22
Obrázek 4: Návěstidla pojezdové dráhy pro rychlé odbočení (ÚCL ČR, 2018).	23
Obrázek 5: Návěstidla pojezdových drah (ÚCL ČR, 2016).	24
Obrázek 6: LKPR Letištní mapa ICAO (ŘLP ČR, 2020).	30
Obrázek 7: LKPR Hotspot HS1 (ŘLP ČR, 2020).	34
Obrázek 8: LKPR Hotspot HS2 (ŘLP ČR, 2020).	34
Obrázek 9: LKPR Hotspot HS3 (ŘLP ČR, 2020).	35
Obrázek 10: LKPR Hotspot HS4 (ŘLP ČR, 2020).	35
Obrázek 11: LKPR Hotspot HS5 (ŘLP ČR, 2020).	36
Obrázek 12: Plán nové paralelní RWY na letišti PRG (Slot Coordination Czech Republic, 2020).	37
Obrázek 13: Mapa letiště EKCH s vyznačenými TWY (Navair AIM, 2020).	42
Obrázek 14: Mapa letiště ENGM s vyznačenými TWY (Avinor AIS, 2020).	45
Obrázek 15: Mapa letiště EFHK s vyznačenými TWY (ANS Finland, 2020).	48
Obrázek 16: Mapa letiště LGAV s vyznačenými TWY (Jeppesen, 2020a).	51
Obrázek 17: Mapa letiště EBBR s vyznačenými TWY (Jeppesen, 2020c).	54
Obrázek 18: Mapa letiště LOWW s vyznačenými TWY (Jeppesen, 2020b).	58
Obrázek 19: Mapa letiště LHBP s vyznačenými TWY a trasami pojíždění po přistání (HungaroControl, 2020).	62
Obrázek 20: Varianta 1 návrhu pojmenování pojezdového systému na LKPR (vlastní tvorba, 2020).	66
Obrázek 21: Varianta 2 návrhu pojmenování pojezdového systému na LKPR (vlastní tvorba, 2020).	70
Obrázek 22: Varianta 3 návrhu pojmenování pojezdového systému na LKPR (vlastní tvorba, 2020).	75

Seznam tabulek

Tabulka 1: Kódové značení letišť, prvek 1 (ÚCL ČR, 2018).	12
Tabulka 2: Kódové značení letišť, prvek 2 (ÚCL ČR, 2018).	13
Tabulka 3: Návrhová kritéria pro TWY podle kódového písmene letiště, část 1 (ICAO, 2005)...	16
Tabulka 4: Požadavky při návrhu TWY pro rychlé odbočení (ÚCL ČR, 2018).	20
Tabulka 5: Fyzikální vlastnosti drah na letišti LKPR (ŘLP ČR, 2020).	28

Seznam příloh

Příloha 1: Varianta 1 návrhu pojmenování pojezdového systému na LKPR (vlastní tvorba, 2020).	93
Příloha 2: Varianta 2 návrhu pojmenování pojezdového systému na LKPR (vlastní tvorba, 2020).	94
Příloha 3: Varianta 3 návrhu pojmenování pojezdového systému na LKPR (vlastní tvorba, 2020).	95

