

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Konstrukce a dopravní stavby

Katedra silničních staveb



DIPLOMOVÁ PRÁCE

REKONSTRUKCE LETIŠTĚ PŘÍBRAM

Vypracoval: Bc. Jiří Karásek

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petr Pánek, Ph.D.

Studijní obor: Konstrukce a dopravní stavby

Praha 2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Karásek Jméno: Jiří Osobní číslo: 438010

Zadávací katedra: Katedra silničních staveb

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce a dopravní stavby

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Rekonstrukce letiště Příbram

Název diplomové práce anglicky: Reconstruction of Příbram Airport

Pokyny pro vypracování:

Navrhněte zkrácení a rekonstrukci vzletové a přistávací dráhy a pojezdových drah letiště Příbram s ohledem na předpokládaný provoz (úroveň DÚR). Dále navrhněte návěstidla a osvětlení letištních ploch, posuďte objekty budoucí výstavby na okolních pozemcích z hlediska překážkových ploch a ochranných pásem letiště.

Seznam doporučené literatury:

EASA CS-ADR-DSN, L14 Letiště. TP 170,...

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Petr Pánek, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 25.9.2020

Termín odevzdání diplomové práce: 3.1.2021

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Čestné prohlášení

Čestně prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Petra Pánka, Ph.D. a uvedl jsem všechny zdroje použité v této práci.

V Praze dne

.....

Jiří Karásek

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce panu Ing. Petru Pánkovi, Ph.D. za korektní a odborné vedení při zpracování této diplomové práce. Dále děkuji společnosti AIR STATION s.r.o. za poskytnuté podklady.

Anotace

Tato diplomová práce ukazuje vypracování dokumentace rekonstrukce letiště Příbram v úrovni dokumentace pro územní rozhodnutí. Cíl projektu je rekonstrukce RWY a pojezdových ploch, zlepšení zázemí a provozu letiště. Také je posouzeno okolí letiště na budoucí výstavbu. Výsledkem práce je výkresová dokumentace nejvýhodnější varianty rekonstrukce.

Klíčová slova

Letiště, Příbram, rekonstrukce, letoun, překážkové plochy, ochranná pásma, značení, návěstidlo, pozemky

Annotation

This diploma thesis shows the preparation of documentation for the reconstruction of the Příbram airport in the level of documentation for territorial decision. The main aim of this project is reconstruction of RWY and taxiways, improvement of the airport facilities and operation. The vicinity of the airport for future construction is also assessed. The result of thesis is drawing documentation of the best variant of reconstruction.

Key words

Airport, Příbram, reconstruction, aircraft, obstacle areas, protection zones, marking, traffic light, lands

Obsah

1. Úvod	7
2. Návrh jednotlivých variant	8
2.1. Popis stávajícího stavu a současného využití	8
2.2. Popis varianty 1	11
2.3. Popis varianty 2	11
2.4. Porovnání variant	11
3. Návrh varianty 1	12
3.1. Překážkové plochy	12
3.2. Ochranná pásma	13
3.3. Návrh RWY	14
3.4. Pás RWY	16
3.5. Návrh skladby vozovky	17
3.6. Pojezdové dráhy	17
3.7. Odvodnění	17
3.8. Značení	18
3.8.1. Vodorovné značení	18
3.8.2. Svislé značení	19
3.9. Návěstidla	19
3.10. Orientační náklady	20
4. Posouzení okolních pozemků	23
5. Závěr	24
6. Seznam zdrojů	25

1. Úvod

V této diplomové práci budu navrhovat dvě varianty rekonstrukce letiště Příbram. Pro obě varianty zpracuji překážkové plochy, ochranná pásma, situaci a podélné profily. Následně vybranou a investorem preferovanou variantu dále zpracuji v úrovni DÚR. V rámci rekonstrukce budou u vybrané varianty navržena i návěstidla vzletové a přistávací plochy, pojezdových drah a odstavných ploch. Dále, dle požadavků investora, budou posouzeny okolní pozemky letiště, které neslouží k letovému provozu, na plánovanou budoucí výstavbu s ohledem na překážkové plochy a ochranná pásma.

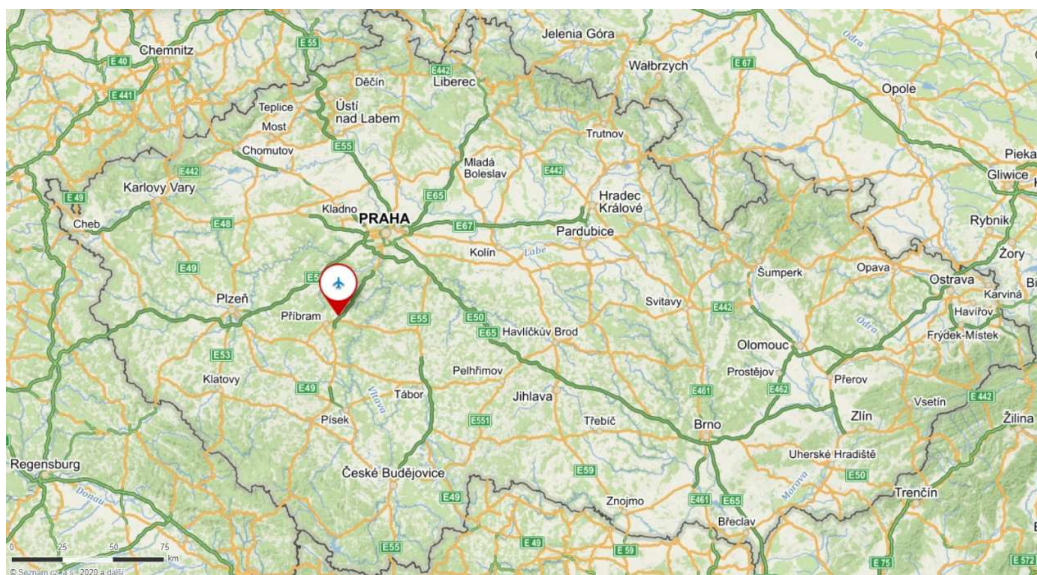
Důvody rekonstrukce letiště Příbram, a tím i zpracování této práce, jsou špatný stav vzletové a přistávací dráhy a pojezdových drah, předpokládaný rozvoj letiště a jeho provozu a předpokládaná výstavba v okolí letiště. Cílem je tedy rekonstrukce zpevněných ploch, zlepšení podmínek k provozu letiště a návrhem návěstidel i umožnit noční provoz letiště a provoz proudových letounů. Dílčím cílem práce je i posouzení rozvoje v nejtěsnějším okolí letiště na novou výstavbu.

Ke zpracování této práce budu využívat materiál poskytnutý investorem, a to původní dokumentaci letiště z dob jeho vzniku. Dále ke správnému navržení překážkových ploch, ochranných pásem, nových parametrů vzletové a přistávací dráhy, pojezdových drah, značení a návěstidel budu postupovat dle předpisů L14 a EASA CS-ADR-DSN. Pro informace o současném stavu letiště Příbram bude využita i Letecká informační příručka AIP.

2. Návrh jednotlivých variant

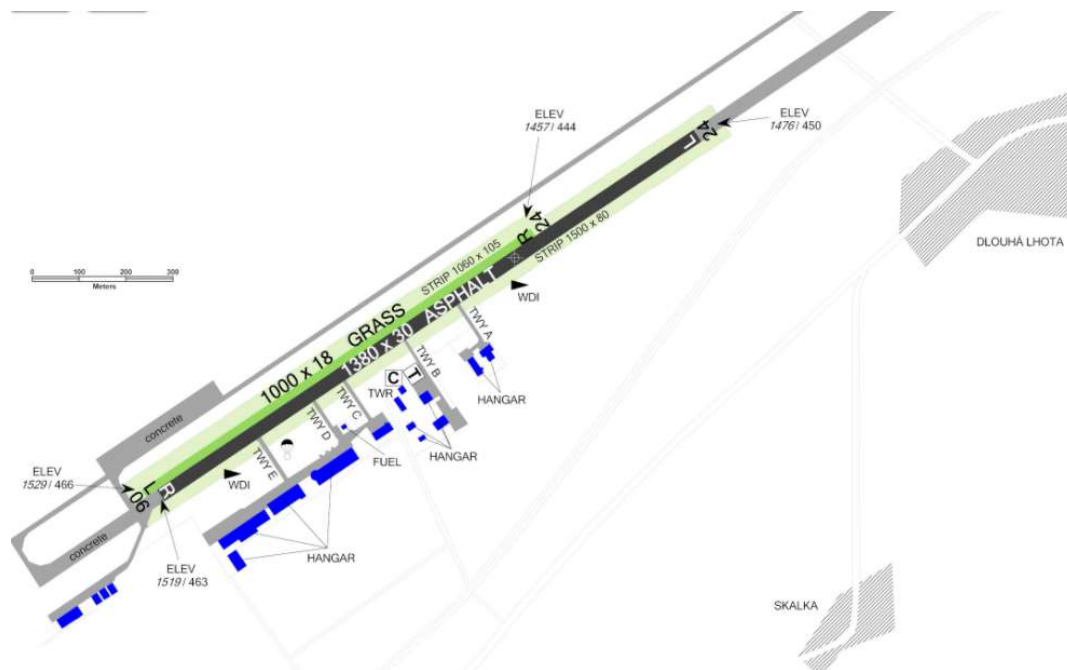
2.1. Popis stávajícího stavu a současného využití

Letiště Příbram, jehož ICAO kód je LKPM, se nachází 10 kilometrů severovýchodně od města Příbram u obce Dlouhá Lhota. Umístění v rámci České republiky je vyobrazeno na mapě na *Obr. 2.1 Umístění stavby*. Letiště má dobré dopravní napojení díky dálnici D4. Letiště Příbram spadá do kategorie veřejného vnitrostátního letiště.



Obr.2.1 Umístění stavby [1]

V současné době letiště provozuje dvě vzletové a přistávací dráhy. Jednu zpevněnou a jednu travnatou. Podobu současného dráhového systému vyobrazuje schéma na *Obr. 2.2 Dráhový systém*. Zpevněná dráha letiště je označena jako 06R z jihozápadního směru a 24L ze severovýchodního směru. Povrch zpevněné dráhy je asfaltový. Dráha má šířku 30 m a délku 1 380 m. Dále je zde provozována travnatá dráha označená z jihozápadního směru 06L a ze severovýchodního směru 24R. Travnatá dráha má šířku 18 m a délku 1 000 m. Obě dráhy jsou umístěny těsně vedle sebe a neumožňují tedy paralelní provoz. Použitelná délka rozjezdu (TORA), použitelná délka vzletu (TODA), použitelná délka přerušeného vzletu (ASDA), použitelná délka přistání (LDA) a únosnost pro obě dráhy z obou směrů jsou popsány na *Obr.2.3 Údaje o současných drahách*.



Obr. 2.2 Dráhový systém [2]

RWY	Magnetický směr	Rozměry RWY	Únosnost	TORA	TODA	ASDA	LDA
06R	055°	1380 x 30	PCN 25/R/B/Y/U	1380	1440	1380	1380
24L	235°	1380 x 30	PCN 25/R/B/Y/U	1380	1440	1380	1380
06L	055°	1000 x 18	5700 kg / 0.4 MPa	1000	1030	1000	1000
24R	235°	1000 x 18	5700 kg / 0.4 MPa	1000	1030	1000	1000

Obr. 2.3 Údaje o současných drahách [3]

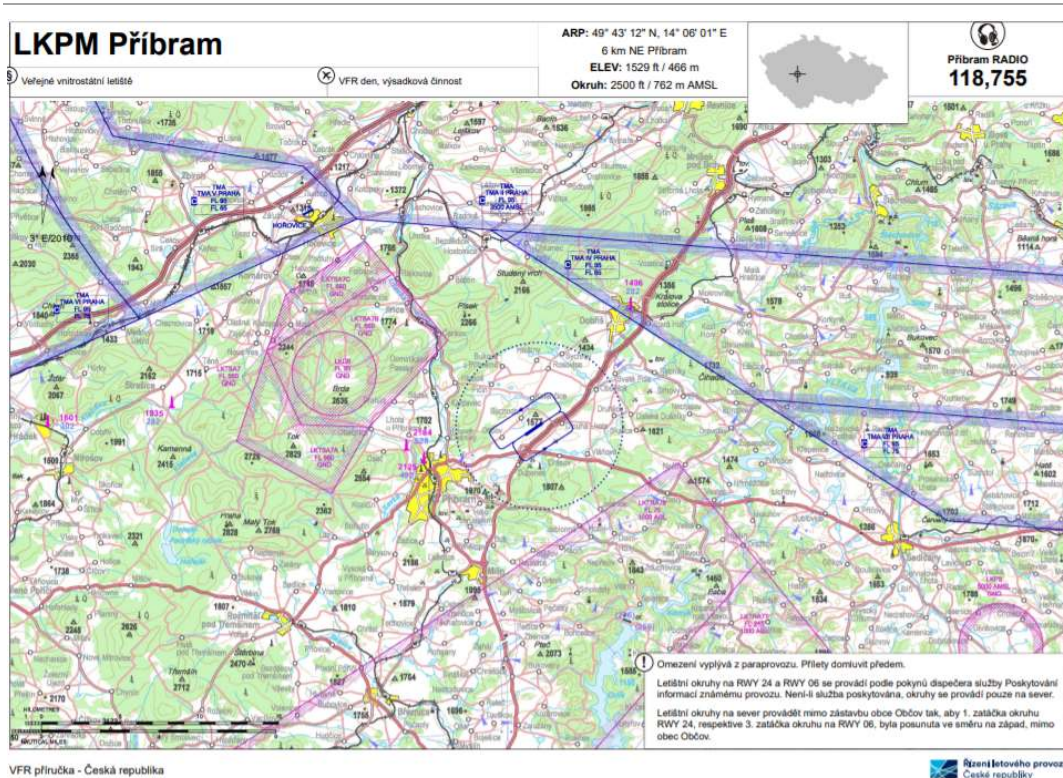
Nadmořská výška letiště je 466 metrů nad mořem. Frekvence pro spojení s letištěm je stanovena 118,755 MHz.

Vztažný bod letiště udávaný v souřadnicích WGS 84 má následující polohu:

49° 43' 12" N

14° 06' 01" E

V současnosti zde probíhají lety VFR den, tedy lety za určité viditelnosti. VFR příručka je vyobrazena na Obr. 2.4 VFR příručka letiště Příbram.



VFR příručka - Česká republika



Obr. 2.4 VFR příručka letiště Příbram [4]

Na aktuálním provozu, který činí ročně přibližně 20 000 pohybů, se podílí hlavně společnosti využívající zázemí letiště. Jsou to hlavně Aeroklub Příbram, letecké školy, tandemové seskoky a další. O hlavní provoz se tedy starají jednomotorové letouny do 2 500 kg a dvumotorové vrtulové letouny L-410 o maximální vzletové hmotnosti 6 600 kg.

V historii letiště sloužilo jako záložní vojenské letiště a od roku 1966 zde začal působit Aeroklub Příbram v rámci tehdejšího Svazarmu. Po roce 1989 letiště stále patřilo do majetku Ministerstva obrany a jako záložní vojenské letiště sloužilo až do roku 2000. Poté přešlo do soukromých rukou.

2.2. Popis varianty 1

V této variantě dochází oproti původnímu stavu ke zkrácení a posunutí zpevněné dráhy. Práh dráhy 06R se posune jihovýchodním směrem na začátek zpevněné dráhy, která se v současné době nevyužívá. Práh dráhy 24L se rovněž posune, aby výsledná délka dráhy byla 1 200 metrů. Vozovka ve zmíněných 1 200 metrech se vybourá a provede se nová skladba vozovky. U prahu 06R se vystaví nová pojízděcí dráha TWY G pro lepší napojení na stávající infrastrukturu letiště. Na stávajících pojízděcích drahách, se stejně jako u vzletové a přistávací dráhy, vybourá stávající vozovka a provede se nová skladba vozovky. Na vzletové a přistávací dráze a na pojízděcích drahách bude provedeno nebo obnoveno vodorovné značení. Bude zde nově zřízeno i svislé značení. Pro přiblížení, vzletovou a přistávací dráhu, pojízděcí dráhy a odstavné plochy se zřídí nově návěstidla. Pro tuto variantu budou zřízeny překážkové plochy i ochranná pásma.

2.3. Popis varianty 2

Tato varianta je situována v severovýchodní části areálu letiště. Práh dráhy 24L zůstává zachován na současném místě a práh dráhy 06R se posouvá na severovýchod, aby celková délka dráhy byla 1 200 metrů. Stejně jako v předchozí variantě bude vozovka vzletové a přistávací dráhy vybourána a nahrazena novou skladbou. Pro tuto variantu nebude vystavěna žádná nová pojízděcí dráha a současné pojízděcí dráhy budou zachovány a u všech se vybourá stávající vozovka a nahradí se novou skladbou. I pro tuto variantu budou zřízeny překážkové plochy a ochranná pásma.

2.4. Porovnání variant

Varianta 1 i varianta 2 zlepšuje letecký provoz i zabezpečení letiště. Obě varianty jsou pro rozvoj letiště Příbram krokem vpřed. Z těchto dvou variant se ovšem varianta 1 jeví jako výhodnější a zároveň i preferovaná investorem. Vzletová a přistávací dráha u varianty 1 je oproti druhé variantě lépe situována vůči celkovému zázemí letiště. Investor také preferuje tuto variantu, protože zázemí společnosti se nachází v blízkosti této varianty. Umístění dráhy varianty 1 je také lépe umístěno vůči silnici, která protíná severovýchodní část areálu letiště. Byla tedy vybrána varianta 1 k dalšímu zpracování.

3. Návrh varianty 1

3.1. Překážkové plochy

Pro zajištění bezpečného letového provozu v okolí letiště byly zřízeny překážkové plochy letiště. Překážkové plochy mají zamezit vyskytování překážek, které by mohly narušit nebo ohrozit letový provoz. Byly zřízeny následující překážkové plochy pro letiště kódového čísla 2B:

Přibližovací a vzletová překážková plocha

Přechodová překážková plocha

Vnitřní vodorovná překážková plocha

Kuželová překážková plocha

Přibližovací a vzletová překážková plocha začíná 60 metrů od prahu dráhy a délka vnitřního okraje této plochy je 80 metrů. Poté se plocha rozevívá 10 % a stoupá pod sklonem 4 %. Délka této plochy činí 2 500 metrů. Konečná šířka překážkové plochy je poté 580 metrů. Tato překážková plocha je stanovena u obou prahů vzletové a přistávací dráhy 06R/24L.

Přechodová překážková plocha je umístěna podél okraje RWY a okraje přibližovací a vzletové překážkové plochy a stoupá pod sklonem 20 % k vnitřní vodorovné překážkové ploše.

Vnitřní vodorovná překážková plocha má kruhový tvar a střed tohoto kruhu se nachází v místě vztažného bodu letiště. Poloměr této plochy je 2 500 metrů. Jedná se o vodorovnou plochu ve výšce 45 metrů nad výchozí nadmořskou výškou.

Kuželová překážková plocha má také kruhový tvar a vnitřní okraj kruhu má shodný s vnějším okrajem vnitřní vodorovné překážkové plochy. Kuželová překážková plocha stoupá ve sklonu 5 % a do výšky 55 metrů nad vnitřní vodorovnou plochu.

U žádné z těchto překážkových ploch nebyla nalezena překážka, která by nějak zasahovala a tím omezovala letový provoz letiště.

3.2. Ochranná pásma

V rámci bezpečnosti letového provozu jsou kromě překážkových ploch zřízena i ochranná pásma letiště. Ochranná pásma mají zabránit ohrožení letového provozu různými překážkami. Pro letiště kódového čísla 2B jsou zřízena tato ochranná pásma:

Ochranné pásmo provozních ploch

Ochranné pásmo vzletového a přiblížovacího prostoru

Ochranné pásmo přechodové plochy

Ochranné pásmo vnitřní vodorovné plochy

Ochranné pásmo kuželové plochy

Ochranné pásmo proti nebezpečným a klamavým světlům

Ochranné pásmo s omezením staveb vzdušných vedení VN a VVN

Ochranné pásmo ornitologické

Ochranné pásmo provozních ploch má tvar obdélníku a svoji podélnou osu má shodnou s podélnou osou vzletové a přistávací dráhy. Šířka tohoto pásma je 150 metrů. Co se týká délky, musí na každém konci přesahovat RWY o 100 metrů. V našem případě je tedy délka 1 400 metrů. V tomto ochranném pásmu platí zákaz jakýchkoliv staveb.

Ochranné pásmo vzletového a přistávacího prostoru má tvar rovnoramenného lichoběžníku. Kratší strana lichoběžníku se shoduje s kratší stranou ochranného pásma provozních ploch. Ramena lichoběžníku se rozevírají 15 %, a to až do vzdálenosti 3 000 metrů. Plocha tohoto ochranného pásma stoupá ve sklonu 1:30.

Ochranné pásmo přechodové plochy je plocha stoupající od ochranného pásma provozních ploch a od ochranného pásma přiblížovacích prostorů, a to až do výšky ochranného pásma vnitřní vodorovné plochy. Plocha stoupá ve sklonu 1:5.

Ochranné pásmo vnitřní vodorovné plochy je vymezeno oblouky, které mají střed nad průsečíkem osy vzletové a přistávací dráhy s kratšími stranami ochranných pásem provozních ploch. Poloměr těchto oblouků je 2 500 metrů a výška této plochy je 45 metrů nad průměrnou nadmořskou výškou.

Ochranné pásmo kuželové plochy stoupá od ochranného pásma vnitřní vodorovné plochy, a to ve sklonu 1:20. Tato plocha stoupá až do výšky 55 metrů nad ochranné pásmo vnitřní vodorovné plochy.

Ochranné pásmo proti nebezpečným a klamavým světlům má tvar obdélníku a jeho podélná osa je shodná s podélnou osou vzletové a přistávací dráhy. Šířka tohoto obdélníku je 1 000 metrů a délka přesahuje na každé straně délku ochranného pásma provozních ploch o 1 000 metrů.

Ochranné pásmo s omezením staveb vzdušných vedení VN a VVN má tvar obdélníku a jeho podélná osa je shodná s podélnou osou vzletové a přistávací dráhy. Šířka tohoto obdélníku je 2 000 metrů a délka přesahuje na každé straně délku ochranného pásma provozních ploch o 2 000 metrů.

Ochranné pásmo ornitologické se se svým tvarem a rozsahem shoduje s ochranným pásmem proti nebezpečným a klamavým světlům.

Překážky zasahující do těchto pásem jsou vyobrazeny v příloze č. 3. Jedná se o vodní plochy zasahující do ochranného pásma ornitologického. Tyto překážky mohou omezovat letecký provoz zvýšeným výskytem ptactva, které se na tyto vodní plochy bude stahovat. Zamezit těmto omezením se může zrušením zmíněných vodních ploch nebo dostatečnou biologickou ochranou letišť.

3.3. Návrh RWY

Před samotným návrhem vzletové a přistávací dráhy bylo letiště zařazeno do kategorie a bylo mu přiděleno kódové číslo. V souladu s předpisy a s předpokládaným kritickým letadlem bylo určeno kódové značení letiště jako 2B.

Další parametr, který vstupuje do návrhu RWY, je kritické letadlo. V našem případě se jedná o letoun Pilatus PC-24, který je vyobrazen na *Obr. 3.1*.



Obr. 3.1 Pilatus PC-24 [5]

Parametry letadla Pilatus PC-24:

Rozpětí křídel:	17,00 m (55 ft 9 in)
Délka letadla:	16,80 m (55 ft 2 in)
Výška letadla:	5,30 m (17 ft 4 in)
Rozchod hlavního podvozku:	3,33 m (10 ft 11 in)
Maximální vzletová hmotnost:	8300 kg
Maximální hmotnost pro přistání:	7665 kg
Maximální hmotnost pojezdová:	8345 kg
Délka RWY potřebná pro vzlet:	893 m
Délka RWY potřebná pro přistání:	724 m

Pro návrh délky vzletové a přistávací dráhy nemůžeme použít nomogram, protože pro letoun Pilatus PC-24 není k dispozici. Musíme proto délku vzletové a přistávací dráhy určit výpočtem skutečné délky RWY pro vzlet podle následujícího vzorce.

$$L=L_T*k_p*k_t*k_i$$

Pro tento výpočet budeme potřebovat následující vstupní údaje.

L_T (Základní potřebná délka RWY pro vzlet) = 893 m

T_v (Vztažná teplota letiště) – pro letiště Příbram není uváděna vztažná teplota letiště a pro její výpočet nejsou k dispozici dostatečná data, kdy potřebujeme průměrné teploty za 30 let. Bylo proto počítáno s dostupnou průměrnou roční teplotou 8 °C

H (Nadmořská výška nejvyššího bodu RWY) = 466 m

i (Průměrný sklon RWY) = 1,597 %

Pro výpočet si musíme nejprve určit opravné součinitele.

k_p – opravný součinitel na atmosférický tlak, který vyjadřuje změnu tlaku vzduchu v závislosti na nadmořské výšce

$$k_p = 1+0,07*(H/300) = 1+0,07*(466/300) = 1,1087$$

k_t – opravný součinitel na teplotu

$$k_t = 1+0,01*(t_v-t_0) = 1+0,01*(8-11,971) = 0,9603$$

$$t_0 = 15^\circ\text{C} - 0,0065*H$$

k_i – opravný součinitel pro podélný sklon RWY

$$k_i = 1+0,01*i = 1+0,01*1,597 = 1,016$$

$$L=L_T*k_p*k_t*k_i = 893*1,1087*0,9603*1,016 = 965,96 \text{ m}$$

Výpočet pro kritický letoun Pilatus PC-24 vyhovuje na navrženou délku vzletové a přistávací dráhy 1 200 m. Rezerva činí 234 metrů a nově navržená dráha umožňuje další rozvoj. Dále se musí délka vzletové a přistávací dráhy ještě ověřit výpočtem pro přistání. K tomu se využije výpočet pro skutečnou délku pro přistání.

$$L = L_L * k_p = 724 * 1,1087 = 802,7 \text{ m}$$

L_L (Základní potřebná délka RWY pro přistání) = 724 m

I zde délka vzletové a přistávací dráhy 1 200 metrů vyhovuje. Kritický letoun Pilatus PC-24 může tedy působit na letišti bez omezení hmotnosti a využívat svoji plnou kapacitu.

Šířka vzletové a přistávací dráhy je v současnosti 30 metrů, a i nadále zůstane zachována.

Podélný sklon vzletové a přistávací dráhy nesmí dle předpisu přesáhnout 2 %. V tomto případě podélný sklon dosáhl maximálně 1,57 %. Sklon tedy bez problému splňuje omezení dané předpisem.

Příčný sklon musí mít dle předpisu minimálně 1 % a maximálně 2 %. V tomto případě je vzletová a přistávací dráha navržena ve střechovitém příčném sklonu o 2 %. Jsou tedy splněny podmínky dané předpisem.

V těsné blízkosti RWY 06R/24L se v současnosti nachází travnatá vzletová a přistávací dráha 06L/24R. Z důvodu větší bezpečnosti, lepšího odvodnění 06R/24L bude travnatá dráha posunuta dále od zpevněné dráhy. Její posun a návrh bude řešen v samostatném projektu.

3.4. Pás RWY

Pro vzletovou a přistávací dráhu 06R/24L je navržen pás RWY.

Délka – pás RWY musí na každém konci RWY přesahovat práh dráhy o 60 metrů pro kódové číslo 2

Šířka – šířka pásu pro přesné přiblížení a kódové číslo 2 musí sahat minimálně 70 metrů od osy RWY

Podélný sklon – pro kódové číslo 2 nesmí podélný sklon pásu přesáhnout 2 %, pokud ÚCL nestanoví jinak

Příčný sklon – kvůli zabránění shromažďování vody musí být upraven příčný sklon pásu RWY v prostoru, kde je požadována úprava a pro kódové číslo 2 sklon nesmí přesáhnout

3 %, pokud ÚCL nestanoví jinak. Tento pás má upravený travnatý povrch.

3.5. Návrh skladby vozovky

Pro vozovku vzletové a přistávací dráhy byl zvolen asfaltový povrch. Z ročních intenzit vychází denní intenzita pohybů na zhruba 55 pohybů za den. Úroveň porušení byla zvolena D0. Navržená konstrukce je v souladu s TP 170.

Asfaltový koberec mastixový	SMA 11S	40mm	ČSN EN 13 108-5
Spojovací postřík	PS	0,4 kg/m ²	ČSN 73 6129
Asfaltový beton pro ložní vrstvy	ACL 22S	80mm	ČSN EN 13 108-1
Spojovací postřík	PS	0,4 kg/m ²	ČSN 73 6129
Asfaltový beton pro podkladní vrstvy	ACP 22S	120mm	ČSN EN 13 108-1
Infiltrační postřík	PI	1 kg/m ²	ČSN 73 6129
Směs stmelená cementem	SC C/8/10	170mm	ČSN EN 14 227-1
Štěrkodrt'	ŠDA 0/32	250mm	ČSN EN 13 285

Celkem 660 mm

3.6. Pojezdové dráhy

V současnosti se na letišti nachází pojezdové dráhy TWY A, TWY B, TWY C, TWY D, TWY E, TWY F. Tyto pojezdové dráhy jsou zachovány a nově je navrhována pojezdová dráha TWY G. TWY G je navrhována u prahu dráhy 06R. Nová pojezdová dráha je navrhována ve střechovitém příčném sklonu 2 %. Podélný sklon je dle předpisu předepsán do 3 %. U ostatních pojezdových drah je navržena nová skladba vozovek a ostatní parametry zůstávají zachovány. Skladba vozovek u rekonstruovaných pojezdových drah a u nové pojezdové dráhy je navržena stejně jako u vzletové a přistávací dráhy.

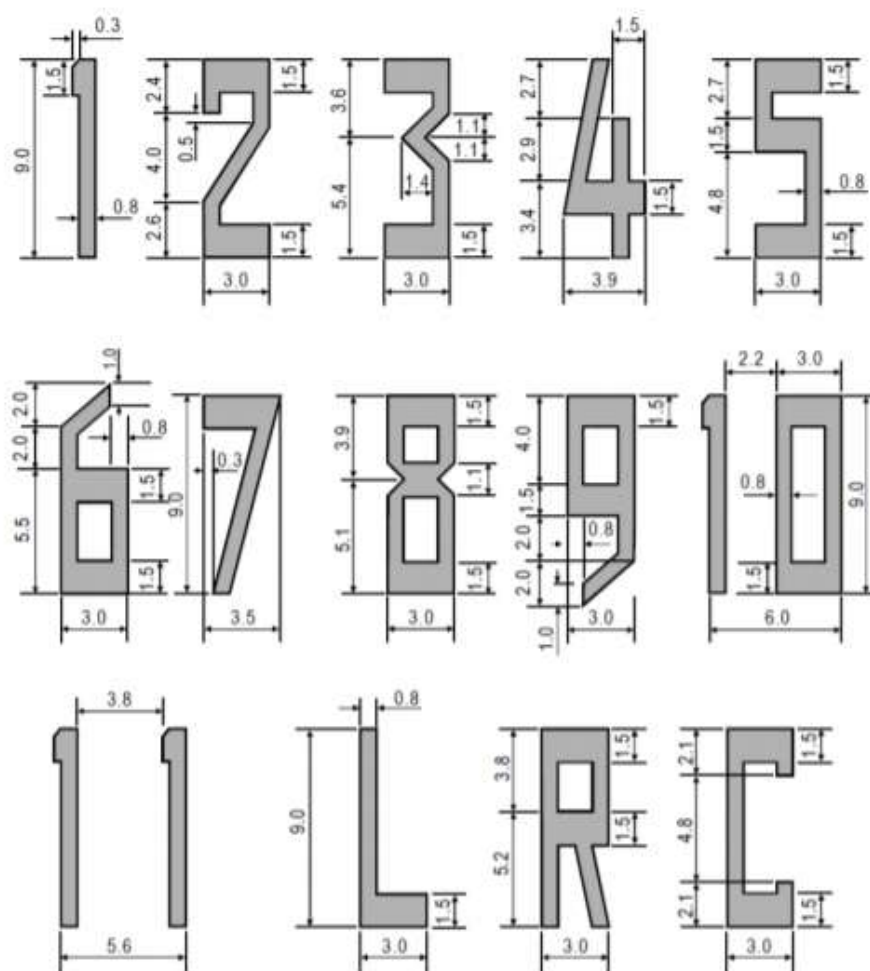
3.7. Odvodnění

Odvodnění vzletové a přistávací dráhy je zaručeno dostatečným příčným a podélným sklonem. Voda je svedena do drenáží zřízených podél vzletové a přistávací dráhy. Drenáže jsou napojeny do vpustí stávající kanalizace. Odvodnění zemní pláně je zajištěno dostatečným příčným a podélným sklonem a svedeno do drenáží. Odvodnění pásu RWY je zajištěno dostatečným příčným sklonem a voda je odvedena do volného prostoru do dostatečné vzdálenosti od vzletové a přistávací dráhy. U pojezdových drah je odvod vody zajištěn dostatečným podélným sklonem a příčným střechovitým sklonem. Podél pojezdových drah jsou zřízeny drenáže, které jsou napojeny do stávající kanalizace. Drenáže jsou chráněny štěrkovým obsypem a geotextílií.

3.8. Značení

3.8.1. Vodorovné značení

Na celém letišti bude obnoveno nebo zřízeno nové vodorovné značení. Na vzletové a přistávací dráze je zřízeno nové prahové značení, dráhové poznávací značení a osově značení bílé barvy v souladu s předpisem L14. Poznávací značení se řídí dle *Obr. 3.2 Tvar a rozměry číslic a písmen dráhového poznávacího značení*.



Poznámka: Všechny rozměry jsou v metrech.

Obr. 3.2 Tvar a rozměry číslic a písmen dráhového poznávacího značení [6]

Prahové značení má pruhy šířky 1,8 metru a dlouhé 30 metrů. Mezery mezi pruhy jsou 1,8 metru a uprostřed 3,6 metru. Na dráze široké 30 metrů je celkem 8 pruhů. Osově značení je přerušované s pruhy dlouhými 30 metrů a mezerami dlouhými 25 metrů.

Vodorovné značení na pojezdových drahách je vyznačeno žlutou barvou. Značení pro pojíždění letadel je vyznačeno žlutou čarou šířky 0,9 metru. Vyčkávací stání pro letouny před vstupem na vzletovou a přistávací dráhu se nachází na každé pojezdové

dráze a je umístěno 40 metrů od osy dráhy.

3.8.2. Svislé značení

Na celém letišti bude zřízeno nově svislé značení. Svislé značení je umístěno u vyčkávacích míst při nájezdu na vzletovou a přistávací dráhu. Další značení je umístěno při výjezdech ze vzletové a přistávací dráhy na pojezdové dráhy. Podrobnější umístění značení je vyobrazeno v příloze.

3.9. Návěstidla

Na letišti je nově navrženo světelné značení pomocí návěstidel. Světelná zabezpečovací soustava je zařazena do kategorie CAT I.

Světelná soustava pro přesné přiblížení kategorie I je zřízena pouze ve směru dráhy 06R. A to z důvodu umístění prahu dráhy, bezpečnosti a jednoduššího umístění přiblížovací světelné soustavy. Ze směru 24L se nachází v blízkosti silnice protínající již nepoužívanou část dráhy a práh dráhy je umístěn tak, že by světelná soustava pro přesné přiblížení musela být umístěna do stávající nepoužívané zpevněné plochy. Z předpokládaných nočních intenzit provozu byl tedy navrhnout noční provoz pouze ze směru 06R. Světelná soustava pro přesné přiblížení se skládá z řady návěstidel na prodloužené ose RWY. Návěstidla dosahují vzdálenosti 900 metrů od prahu dráhy. Ve vzdálenosti 300 metrů od prahu dráhy je umístěna řada návěstidel tvořící příčku širokou 30 metrů. Tato řada návěstidel začíná 30 metrů od prahu dráhy a rozestupy mezi návěstidly jsou 30 metrů. Všechna tato návěstidla musí vydávat stálé bílé světlo.

Pro vyznačení prahu dráhy slouží prahová návěstidla. Jsou umístěna před prahem dráhy a jsou to jednostranná návěstidla vyzařující stálé zelené světlo směrem k přistávajícím letadlům.

K udržení správné sestupové roviny slouží světelná soustava PAPI. Soustava se skládá z postranní příčky o čtyřech návěstidlech. Příčka je umístěna na levé straně RWY. Vzdálenost od prahu dráhy byla určena výpočtem. Pro výpočet musíme znát výšku očí pilota od podvozku kritického letadla. Pro náš případ se jedná o 2,5 metru. Dle tohoto údaje se z předpisu L14 určí požadovaná výška kola podvozku nad prahem dráhy. V našem případě 6 metrů. Pro výpočet se použije sestupová rovina $2^{\circ}50'$. Z těchto údajů vychází délka od prahu dráhy 121 metrů.

Pro vyznačení osy vzletové a přistávací dráhy se využijí osová návěstidla dráhy. Návěstidla začínají 15 metrů od prahu dráhy a pokračují dále v ose dráhy a mají rozestupy 15 metrů. Osová návěstidla mají upozorňovat na blížící se konec dráhy. Děje se tak

nejprve střídáním návěstidel bílých a červených a na konci dráhy už pouze červených. Střídání bílé a červené barvy začíná v polovině dráhy tedy 600 metrů od prahu. Posledních 300 metrů už jsou umístěna pouze červená návěstidla.

Na konci dráhy jsou umístěna dráhová koncová návěstidla. Jsou umístěna u koncového prahu dráhy. Jsou to jednostranná návěstidla, která svítí stálou červenou barvou.

Po obou stranách RWY jsou umístěna postranní dráhová návěstidla. Vyznačují šířku RWY. Jsou umístěna 60 metrů od prahu dráhy a 60 metrů od sebe. Svítí stálou bílou barvou. Od poloviny dráhy jsou bílá návěstidla nahrazena žlutými a vyznačují blížící se konec RWY.

Stop příčky pro vyčkávání letadel jsou vybaveny jednostrannými návěstidly svítící červenou barvou a jsou umístěny v místě stop příčky přes pojezdovou dráhu. Na obou stranách stop příček jsou ještě umístěna dráhová ochranná návěstidla žluté barvy.

Pro vedení letadel po pojezdových drahách jsou v místech vodorovného značení umístěna osová návěstidla pojezdové dráhy. Svítí stálou zelenou barvou, jen za stop příčkou při navedení na RWY se zelená barva střídá se žlutou. Jsou umístěna 8 metrů od sebe.

Podél pojezdových drah se nacházejí postranní návěstidla pojezdové dráhy, která značí kraj zpevněné plochy. Svítí stálou modrou barvou. Jsou umístěna 16 metrů od sebe.

Na odstavných plochách slouží k navedení letadel na stojánku návěstidla pro navádění na stání. Jsou umístěna 4 metry od sebe a svítí stálou žlutou barvou.

3.10. Orientační náklady

Pro tuto rekonstrukci byl zpracován zjednodušený výkaz výměr a orientační náklady. V rozpočtu nebylo počítáno se svislým značením a návěstidly z důvodu specifičnosti těchto prací. Pro cenu těchto prací by byla zpracována cenová nabídka specializovanou firmou formou subdodávky.

REKAPITULACE ČLENĚNÍ SOUPISU PRACÍ

Stavba:

Rekonstrukce letiště Příbram

Místo:

Datum: 22.12.2020

Zadavatel:

Projektant:

Zhotovitel:

Zpracovatel:

Kód dílu - Popis

Cena celkem [CZK]

Náklady ze soupisu prací

169 746 045,55

HSV - Práce a dodávky HSV

169 746 045,55

1 - Zemní práce

41 907 897,75

2 - Zakládání

361 503,30

5 - Komunikace pozemní

89 409 998,60

9 - Ostatní konstrukce a práce, bourání

349 207,80

997 - Přesun sutě

37 717 438,10

SOUPIS PRACÍ

Stavba:

Rekonstrukce letiště Příbram

Místo:

Datum: 22.12.2020

Zadavatel:

Projektant:

Zhotovitel:

Zpracovatel:

PČ	Typ	Kód	Popis	MJ	Množství	J.cena [CZK]	Cena celkem [CZK]
----	-----	-----	-------	----	----------	--------------	-------------------

Náklady soupisu celkem

169 746 045,55

D HSV Práce a dodávky HSV 169 746 045,55

D 1 Zemní práce 41 907 897,75

2	K	113107225	Odstranění podkladu z kameniva drceného tl 500 mm strojně pl přes 200 m2	m2	42 190,000	89,90	3 792 881,00
1	K	113154435	Frézování živičného krytu tl 200 mm pruh š 2 m pl přes 10000 m2 bez překážek v trase	m2	42 190,000	94,20	3 974 298,00
6	K	121151113	Sejmutí ornice plochy do 500 m2 tl vrstvy do 200 mm strojně	m2	465,000	24,00	11 160,00
5	K	122251104	Odkopávky a prokopávky nezapažené v hornině třídy těžitelnosti I, skupiny 3 objem do 500 m3 strojně	m3	237,150	130,00	30 829,50
3	K	162751117	Vodorovné přemístění do 10000 m výkopku/sypaniny z horniny třídy těžitelnosti I, skupiny 1 až 3	m3	21 401,900	250,00	5 350 475,00
4	K	171201221	Poplatek za uložení na skládce (skládkovné) zeminy a kamení kód odpadu 17 05 04	t	42 803,800	650,00	27 822 470,00
12	K	181351003	Rozproštění ornice tl vrstvy do 200 mm pl do 100 m2 v rovině nebo ve svahu do 1:5 strojně	m2	161,200	74,80	12 057,76
9	K	181451121	Založení lučního trávníku výsevem plochy přes 1000 m2 v rovině a ve svahu do 1:5	m2	161,200	4,34	699,61
10	M	00572470	osivo směs travní univerzál	kg	2,418	86,80	209,88
7	K	181951112	Úprava pláně v hornině třídy těžitelnosti I, skupiny 1 až 3 se zhutněním strojně	m2	42 655,000	21,40	912 817,00

D 2 Zakládání 361 503,30

8	K	212755216	Trativody z drenážních trubek plastových flexibilních D 160 mm bez lože	m	3 544,150	102,00	361 503,30
---	---	-----------	---	---	-----------	--------	------------

D 5 Komunikace pozemní 89 409 998,60

13	K	D0N3SPIII	Dálnice, silnice I.tř. netuhé zatS podl PIII-SMA11 40mm, ACL22 80mm, ACP22 120mm, spoj. postřik, SCC8/10 170, ŠD250	m2	42 655,000	2 096,12	89 409 998,60
----	---	-----------	---	----	------------	----------	---------------

D 9 Ostatní konstrukce a práce, bourání 349 207,80

17	K	915111115	Vodorovné dopravní značení dělicí čáry souvislé š 150 mm základní žlutá barva	m	6 070,650	12,00	72 847,80
18	K	915231111	Vodorovné dopravní značení přechody pro chodce, šípky, symboly bílý plast	m2	1 128,000	245,00	276 360,00

D 997 Přesun sutě 37 717 438,10

15	K	997013501	Odvoz suti a vybouraných hmot na skládku nebo meziskládku do 1 km se složením	t	51 049,900	229,00	11 690 427,10
16	K	997013509	Příplatek k odvozu suti a vybouraných hmot na skládku ZKD 1 km přes 1 km	t	51 049,900	10,00	510 499,00
14	K	997013645	Poplatek za uložení na skládce (skládkovné) odpadu asfaltového bez dehtu kód odpadu 17 03 02	t	22 782,600	1 120,00	25 516 512,00

4. Posouzení okolních pozemků

S ohledem na plánovaný rozvoj nejen letiště, ale i jeho bezprostředního okolí, jsou pozemky v okolí letiště a pozemky, které neslouží pro letový provoz, posouzeny na možnou budoucí výstavbu. K tomu slouží i zřízené překážkové plochy a ochranná pásma, které vytvářejí hranici, nad kterou nesmí žádné překážky, a tedy i stavby zasahovat. Jelikož zatím není známo, na kterém konkrétním místě bude výstavba probíhat, je posouzení obecnější. Po upřesnění konkrétní oblasti nebo konkrétních pozemků a přesných parametrů stavby bude třeba zhotovit detailnější posudek na tuto konkrétní oblast a stavbu. Posuzovaná oblast je vyobrazena v příloze.

Nejvýraznější omezení nastává v prostorech přiblížení a vzletu. I když v určitých vzdálenostech by byla výstavba možná, tak zde výstavbu nedoporučuji, a to jak kvůli největším omezením, tak z důvodu bezpečnosti. Pro posuzovanou oblast jsou dalším kritickým prostorem přechodové plochy překážkových ploch i ochranných pásem. Posuzovaná oblast, která je mimo areál letiště, má největší omezení z hlediska překážkových ploch výšku 465 metrů nad mořem a z hlediska ochranných pásem výšku 460 metrů nad mořem. Přechodové plochy překážkových ploch stoupají do výšky 511 metrů nad mořem a přechodové plochy ochranných pásem stoupají do výšky 505 metrů nad mořem. Terén v posuzované oblasti se pohybuje od nadmořské výšky 420 metrů až do výšky 480 metrů. V nejkritičtějším místě je výškové omezení staveb 8 metrů. Další omezení je dáno ochrannými pásmi, a to ornitologickým ochranným pásmem s omezením výstavby vodních ploch, ochranným pásmem s omezením staveb vzdušných vedení VN a VVN a ochranným pásmem proti nebezpečným a klamavým světům. Pro lepší přehled je v příloze posuzovaná oblast rozdělena na tři druhy. Červená oblast jsou přibližovací a vzletové prostory, kde je výstavba nedoporučena. Žlutá oblast jsou přechodové plochy, kde je výškové omezení staveb od 460 metrů nad mořem po 505 metrů nad mořem. Modrá oblast popisuje vnitřní vodorovné plochy, kde je konstantní výškové omezení 505 metrů nad mořem.

5. Závěr

V této diplomové práci jsem zpracoval návrh rekonstrukce letiště Příbram ve dvou variantách. Zvolenou výhodnější variantu jsem dále detailněji zpracoval do úrovně dokumentace pro územní rozhodnutí. Vybraná varianta byla zvolena z ohledem na letový provoz, na umístění vzletové a přistávací dráhy v areálu letiště, bezpečnosti a preferenci investora.

Pro zajištění bezpečného letového provozu a zjištění případných překážek jsou zřízeny překážkové plochy a ochranná pásma. Zpevněná dráhy 06R/24L a pojezdové dráhy jsou navrženy tak, aby splňovaly parametry kritického letounu Pilatus PC-24. Všechny parametry vzletové a přistávací dráhy a pojezdových drah jsou zvoleny dle předpisů pro příslušnou kategorii letiště. Skladba vozovky je v souladu s TP 170. Navrženo je i nové vodorovné a svislé značení na všech používaných zpevněných plochách. Pro možný provoz v noci je nově navrženo světelné zabezpečovací zařízení, které umožňuje výrazně rozšířit schopnosti letiště. Letiště touto rekonstrukcí získá nové schopnosti a bude připraveno pro další rozvoj. Jemu pomáhá i umístění letiště u dálnice D4. Proto je zpracován i posudek na možnou budoucí výstavbu v nejtěsnějším okolí letiště. Pro lepší představu o rozsahu rekonstrukce jsem zpracoval orientační výkaz výměr a náklady rekonstrukce.

6. Seznam zdrojů

Citace:

[1] Umístění stavby – Mapy. Mapy [online]. Dostupné z:
<https://mapy.cz/zakladni?x=16.0529875&y=49.9010466&z=8&l=0&source=base&id=1703772>

[2] VFR příručka – ŘLP. ŘLP [online]. Dostupné z:
https://aim.rlp.cz/vfrmanual/actual/lkpm_text_cz.html

[3] VFR příručka – ŘLP. ŘLP [online]. Dostupné z:
https://aim.rlp.cz/vfrmanual/actual/lkpm_text_cz.html

[4] VFR příručka – ŘLP. ŘLP [online]. Dostupné z:
https://aim.rlp.cz/vfrmanual/actual/lkpm_text_cz.html

[5] Pilatus pictures – Pilatus-aircraft. Pilatus-aircraft [online]. Dostupné z:
<https://www.pilatus-aircraft.com/en/downloads#pictures/pictures-pc-24>

[6] Letecký předpis L14 – ÚCL. ÚCL [online]. Dostupné z:
<https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>

Další zdroje:

Letecký předpis L 14 – ÚCL. ÚCL [online]. Dostupné z:
<https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>

EASA CS-ADR-DSN -ÚCL. ÚCL [online] Dostupné z:
<https://www.caa.cz/dokumenty/predpisy/rozhodnuti-vykonneho-reditele-easa/certifikacni-specifikace/cs-adr-dsn-navrh-letist/>

TRANSCON ELECTRONIC SYSTEMS, spol. s.r.o. TRANSCON [online] Dostupné z:
<https://www.transcon.cz/cz/produkty-a-sluzby/svetelne-systemy-letiste>

Technické podmínky TP 170 Navrhování vozovek pozemních komunikací – pjkp. Pjkp [online] Dostupné z:
http://www.pjkp.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_170_Dodatek_1.pdf

Geoprohlížeč – ČUZK. ČUZK [online] Dostupné z:
<https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/>