

NÁVRH PŘIBLÍŽENÍ APV/SBAS PRO LETIŠTĚ KUNOVICE

DESIGN OF APV/SBAS APPROACH FOR KUNOVICE AIRPORT

Petr Veselý¹

Anotace: Článek se zabývá postupy při navrhování nových druhů přístrojových přiblížení na přistání s využitím globálních navigačních systémů a jejich rozšíření. Autor se zaměřuje na objasnění postupu při konstrukci postupu přiblížení s vertikálním vedením (APV) včetně určení vertikálních minim pro dané přiblížení.

Ve druhé části je demonstrován postup konstrukce přiblížení APV/SBAS pro dráhu 03C letiště Kunovice. S podporou programu MET je určena soustava rovin pro vyhodnocení překážek (OAS), vyhodnoceny pevné překážky a vypočtena bezpečná nadmořská výška/výška nad překážkami (OCA/H).

Klíčová slova: APV, RNAV, PBN, přístrojové přiblížení, SBAS, výška rozhodnutí

Summary: The article deals with new types approaches construction processes which utilize global navigation systems and its augmentation. The author focuses on clarifying the procedure for the construction of the approach procedure with vertical guidance (APV), including the determination of vertical minima for the approach.

The second part demonstrates the procedure of construction APV/SBAS approach for runway 03C at Kunovice airport. With support of MET software it is determined a set of obstacle assessment surfaces (OAS), the obstacles assessment study is provided and the obstacle clearance altitude/height (OCA/H) is calculated.

Key words: APV, instrument approach, RNAV, PBN, SBAS, decision height

ÚVOD

Nové trendy ve vývoji letecké navigace umožňují zvyšování flexibility vzdušného prostoru ve smyslu prostorového a časového využití. Prostorově lze navrhovat postupy po libovolné trajektorii tak, aby vyhověla z hlediska bezpečnosti, životního prostředí, ekonomiky letu, zátěže posádky i řídicích letového provozu a dalších. Tyto přínosy jsou spojeny s rozvojem filozofie prostorové navigace (RNAV), jejíž možnosti se za posledních 20 let značně rozšířily. Nemalou měrou k tomu přispěl i rozvoj globální satelitní navigace,

¹ Ing. Petr Veselý, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Letecký ústav, Technická 2896/2, 616 69 Brno, Tel.: +420 774955638, E-mail: pet.vesely@seznam.cz

především pak systém GPS vyvinutý v USA. To umožnilo zavedení postupů RNAV i v místech se špatným nebo žádným pokrytím pozemních radionavigačních zařízení.

Z hlediska letů v koncových řízených oblastech letišť (TMA) lze rozdělit problematiku na odlety, přílety a přiblížení na přistání. Z hlediska bezpečnosti lze za kritickou fázi považovat přiblížení na přistání. Letadlo se blíží zemi a roste tedy riziko jeho střetu s překážkou nebo zemským povrchem. Přístrojová přiblížení na přistání lze rozdělit do následujících skupin:

- přesná přístrojová přiblížení (PA – Precision Approach),
- nepřesná přístrojová přiblížení (NPA – Non Precision Approach),
- přiblížení s vertikálním vedením (APV – Approach with Vertical Guidance).

Přesná přístrojová přiblížení se vyznačují možností vést letadlo po trajektorii definované jak horizontálně, tak i vertikálně. Mezi přiblížení PA patří především přiblížení ILS, které lze považovat za nejrozšířenější přesné přiblížení. Dále ho doplňuje mikrovlnný systém MLS a radarové příplžení PAR. Do budoucna se jako perspektivní nástupce systému ILS jeví systém GBAS. Jeho princip je založen na využití satelitní navigace s lokálním pozemním rozšířením. Očekává se, že GBAS bude dosahovat výkonnosti až kategorie na přistání CAT III.

Mezi nepřesná přístrojová přiblížení se řadí všechna ta, která umožňují pouze laterální vedení letadla, nikoli však vertikální. U přiblížení NPA má posádka pouze informaci o boční odchylce, nikoli však o odchylce od sestupové roviny. Tato informace se zajišťuje různými způsoby podle druhu nepřesného přiblížení. Mezi NPA se řadí přiblížení VOR/DME, NDB/NDB, LNAV/GNSS, ILS/LOC aj.

Nejmladší skupinou přístrojových přiblížení jsou přiblížení s vertikálním vedením – APV. Ta poskytuje, stejně jako PA, vertikální vedení, nedosahuje však výkonnosti přesných přiblížení kategorie CAT I. Na rozdíl od CAT I, která může poskytnout až 200 ft, jsou jejich provozní minima limitována hodnotou 250 ft nad prahem dráhy. Výhody APV však plynou z principu vertikálního vedení. Existují dva druhy APV, APV /BARO-VNAV a APV/SBAS. U prvního jmenovaného druhu APV je referenční hodnota sestupové roviny porovnávána s aktuální výškou získané z barometrického výškoměru na palubě letadla. Způsob SBAS získá výšku z polohy určené satelitní navigací rozšířené geostacionárním satelitním systémem (WAAS, EGNOS, aj.). Oba způsoby mají své výhody i nevýhody. Spojuje je však fakt, že tam, kde není třeba dosahovat vyšších kategorií na přistání, lze aplikací APV získat přesný systém bez nutnosti budování pozemních radionavigačních zařízení. To pro menší letiště rozšiřuje možnosti, jak zvýšit svoji dostupnost snížením provozních minim nebo zavést APV jako zálohu pro stávající přesná přístrojová přiblížení.

1. APV – PŘIBLÍŽENÍ S VERTIKÁLNÍM VEDENÍM

V kontextu koncepce PBN (Performance Based Navigation) jsou přiblížení s vertikálním vedením řazena mezi navigační specifikace RNP. Konkrétně jsou požadavky popsány v ICAO Doc. 9613 (3) v rámci specifikace RNP APCH. Jedná se tedy o přiblížení založené na prostorové navigaci s definovanými požadavky na navigační výkonnost a navíc

s požadavkem na palubní sledování a výstrahu při ztrátě této výkonnosti. Koncepce PBN popisuje další specifikaci pro přiblížení nazvanou RNP AR APCH (AR – Authorization Required). Základní odlišností specifikace RNP AR APCH od RNP APCH je požadavek zajistit v úseku konečného přiblížení vedení letadla s přesností 0,3 NM a vyšší v laterálním směru s podporou přímých úseků a/nebo úseků s konstantním poloměrem zatáčky. Vztah mezi typem APV, navigační specifikací PBN a jejich značením při publikaci je znázorněn v tabulce (Tab. 1).

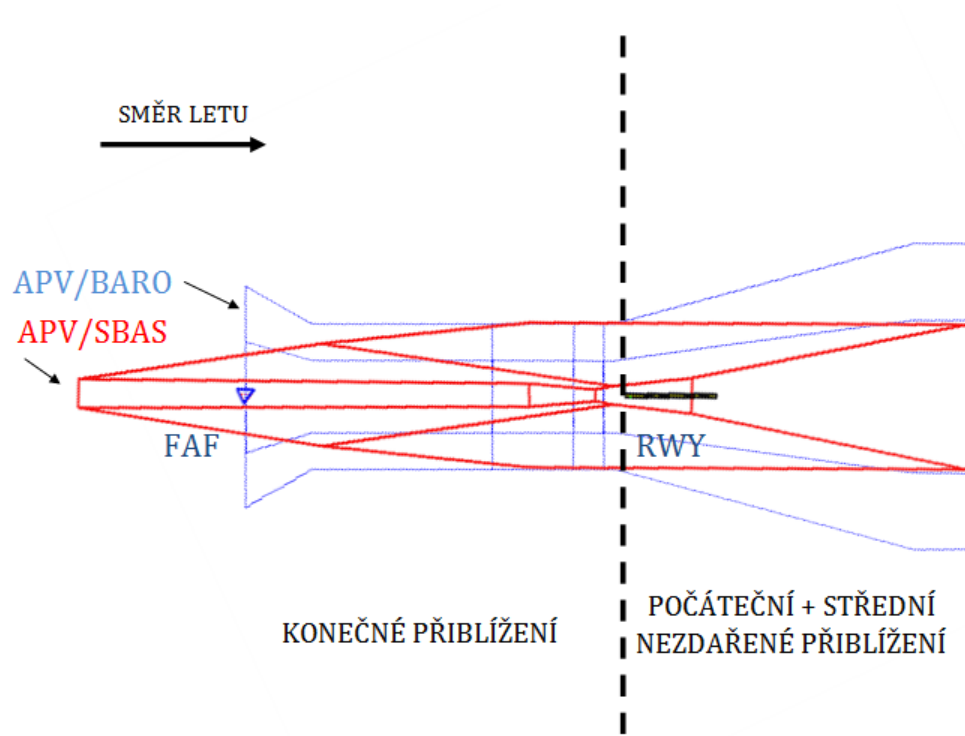
Tab. 1 – Vztah APV a specifikace PBN včetně značení při publikaci

Specifikace PBN	Typ APV	Označení	Požadovaná výkonnost
RNP APCH	APV/BARO-VNAV	LNAV/VNAV	+/- 0.3NM (95%)
	APV/SBAS	LPV (APV I/II)	+/- 0.3NM (95%) HAL +/- 40m (10 ⁻⁷) VAL +/- 50 (20)m (10 ⁻⁷)
RNP AR APCH			<0.3NM (95%) HAL +/- 40m (10 ⁻⁷) VAL +/- 50 (20)m (10 ⁻⁷)

Zdroj: Autor

Přiblížení APV/SBAS má oproti APV/BARO-VNAV výhodu ve své nezávislosti na okolní teplotě. Postup pro přiblížení s baroverikálním vedením vyžaduje kompenzace na teplotní odchylku od ISA (International Standard Atmosphere) v úseku středního přiblížení. Tyto korekce jsou prováděny buď manuálním zásahem posádky, nebo automaticky palubním systémem (problematikou teplotní kompenzace se podrobně věnuje literatura (2) v Part III/Section 3/Chapter 4/Appendix A - Temperature correction). V podmínkách České republiky je u všech publikovaných přiblížení APV/BARO-VNAV stanovena dolní teplotní hranice pro použití postupu -15°C.

Podstatný rozdíl mezi metodou BARO a SBAS představuje také soustava rovin pro vyhodnocení překážek (OAS) v úseku konečného přiblížení. Metoda BARO vychází z horizontální podoby překážkových rovin pro přiblížení bez vertikálního vedení s podporou prostorové navigace – LNAV. OAS pro přiblížení SBAS se více podobá rovinám používaným pro ILS. Vychází z vyšší přesnosti v laterálním směru, který poskytuje satelitní rozšíření SBAS. Podoba OAS pro SBAS umožní vyloučení případných překážek, které by pro přiblížení typu BARO-VNAV znamenaly zvýšení OCA/H. Srovnání horizontální podoby OAS pro SBAS a BARO-VNAV nabízí obrázek (Obr. 1).



Zdroj: Autor

Obr. 1 – Horizontální srovnání OAS pro SBAS a BARO-VNAV

1.1 Stanovení OCA/H pro APV/SBAS

Přiblížení na přistání APV vychází svou filozofií z přiblížení ILS. Sestává se tedy z úseku počátečního, středního, konečného a z nezdařeného přiblížení. V této fázi se často hovoří o nadmořské výšce, která je vztažena k aktuálnímu tlaku vzduchu přepočtenému na hladinu moře a výšce, která referuje o vertikální vzdálenosti od prahu dráhy. Stejně jako u ILS je pro posádku klíčovým údajem výška/nadmořská výška rozhodnutí (DA/H – decision altitude/height), ve které se posádka rozhodne, zda bude pokračovat v přistání nebo provede postup nezdařeného přiblížení. Výpočet DA/H vychází z publikované bezpečné nadmořské výšky/výšky nad překážkami (OCA/H) v úseku konečného přiblížení, která se vypočte ze vztahu 1 uvedeném v literatuře (6).

$$OCH = h + HL \quad (1)$$

Kde:

OCH – bezpečná výška nad překážkami

h – výška překážky nad prahem dráhy

HL – ztráta výšky (height loss)

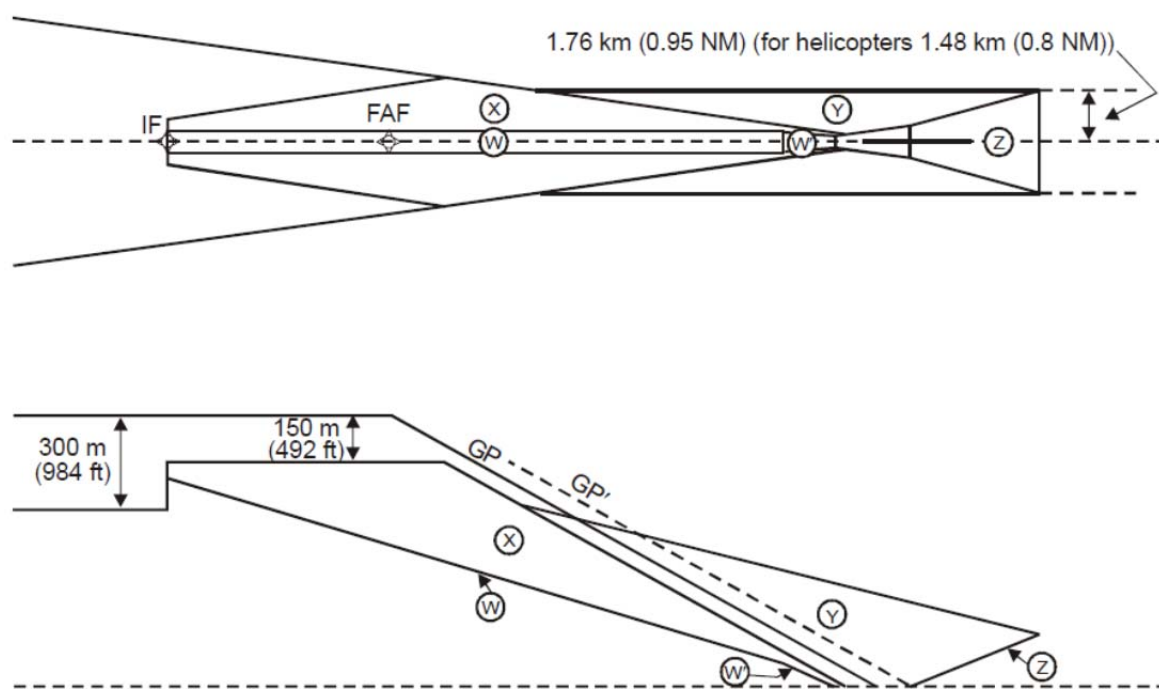
Hodnota HL se liší s typem přiblížení a s kategorií letadla. Letadla jsou kategorizována dle rychlosti nad prahem dráhy (v_{at}). Výška rozhodnutí je OCH navýšená o tzv. přídavek provozovatele (6). Z uvedeného vyplývá, že výška rozhodnutí nikdy nebude nižší než OCH. Hodnoty HL pro přiblížení APV/SBAS s VPA 3,5° jsou uvedeny v tabulce (Tab. 2).

Tab. 2 – Hodnoty HL pro APV/SBAS

Kategorie letadla dle v_{at}	HL [m]
A	43
B	47
C	51
D	55

Zdroj: Autor

Hodnota OCA/H vychází z hodnoty kritické překážky. Ta se může nacházet jak v úseku konečného přiblížení, tak i ve fázi nezdařeného přiblížení. K vyhodnocení, která překážka představuje riziko a tedy i omezení pro minima daného postupu, slouží tzv. roviny pro vyhodnocení překážek (OAS – Obstacle Assessment Surface). Tato soustava pěti rovin obaluje nominální trajektorii letu v úsecích středního, konečného a v počáteční fázi nezdařeného přiblížení. Podobu OAS pro APV/SBAS ilustruje obrázek (Obr. 2).



Zdroj: (2)

Obr. 2 - podoba OAS pro APV/SBAS

Sklon rovin, šířka celého systému OAS a další parametry závisí do jisté míry na daných či zvolených podmínkách. Jsou jimi sestupový úhel trajektorie (VPA – vertical path angle), výška bodu FAF, vzájemná vzdálenost bodů FAF a IF nebo vzdálenost konce středního úseku nezdařeného přiblížení od prahu dráhy.

Známe-li podobu OAS, hledáme takové překážky, které protnou jednu z rovin X, Y, Z, W nebo W'. Je nutné poznamenat, že je třeba posuzovat zvlášť překážky, které protnou rovinu Z, a zvlášť ty, které protnou ostatní roviny.

Při hodnocení překážek protínající jednu z rovin X, Y, W, W' postupujeme podle vztahu 1 tak, že k výšce překážky přičteme hodnotu HL pro danou kategorii letadla.

V případě, že se najde překážka, která protne rovinu Z, dosazuje se do vztahu 1 výška poměrné překážky, jejíž výpočet je uveden ve vztahu 2. Výpočet odpovídá požadavkům úrovně APV I.

$$h_a = \frac{h_{ma} \cdot \cot Z + \left(900 + \frac{38}{\tan \theta} + X\right)}{\cot Z + \cot \theta} \quad (2)$$

Kde:

h_a – poměrná překážka

h_{ma} – výška skutečné překážky

θ – úhel sestupové roviny

Z – sklon překážkové roviny nezdařeného přiblížení

X – vzdálenost překážky od prahu dráhy ve směru letu

Po výpočtu výšky poměrné překážky h_a vypočteme hodnotu OCH pro tuto překážku a požadovanou kategorii letadla a následně vybereme nejvyšší hodnotu OCH ze všech překážek, které protnuly jednu z rovin OAS. Ta odpovídá překážce, která představuje největší riziko pro daný postup.

2. KONSTRUKCE PŘIBLÍŽENÍ APV/SBAS PRO DRÁHU 03C LETIŠTĚ KUNOVICE

2.1 Aktuální podoba vzdušného prostoru LKKU

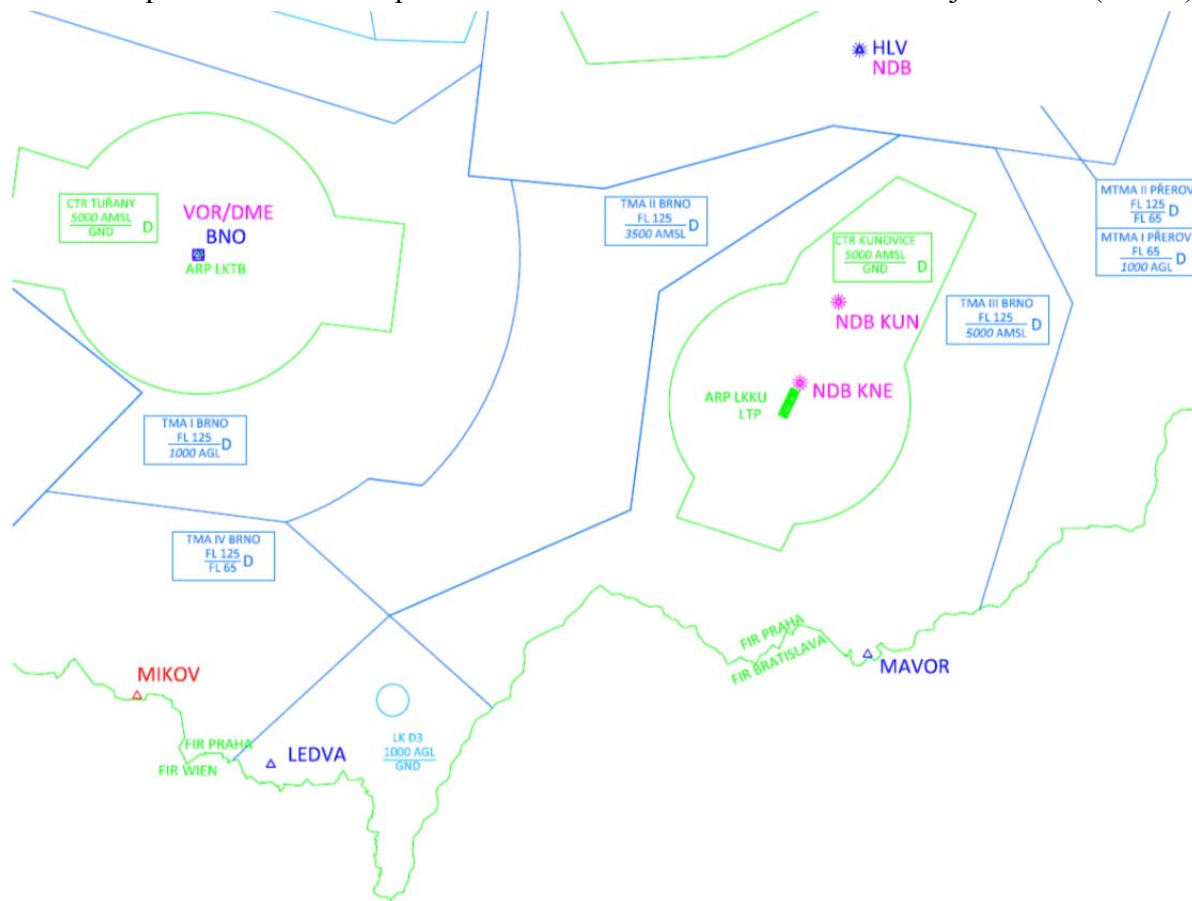
Letiště Kunovice je situováno zhruba 4 km jižním směrem od města Uherské Hradiště v blízkosti města Kunovice. Svou historickou roli hraje jako tovární letiště bývalého LETu Kunovice, v současnosti Aircraft Industries, a.s. V areálu letiště sídlí také firma Evektor a Slováký Aeroklub. Letiště má v současné době statut mezinárodního neveřejného letiště, jehož provozovatelem je právě Aircraft Industries, a.s.

Vzdušný prostor letiště tvoří od země do nadmořské výšky 5000 ft CTR Kunovice. Nad CTR se nachází TMA Brno III, které je definováno horní hranicí FL 125. Celý vzdušný prostor kunovického letiště spadá pod CTA Brno. Kromě brněnského vzdušného prostoru Kunovice sousedí s vojenskými vzdušnými prostory MTMA I a MTMA II Přerov na severu a FIR Bratislava na jihu a východě.

Provoz na letišti Kunovice je do jisté míry podřízen provozu na letišti Brno – Tuřany. Pro přílety a odlety je v rámci CTA Brno prováděna přehledová služba stanovištěm Brno Approach. V případě příletů jsou letadla vedena až do bodu IAF. Stanoviště Kunovice Tower nemá v současnosti k dispozici žádný přehledový systém.

Od 2. května tohoto roku došlo k implementaci postupů RNAV pro letiště Brno – Tuřany. Nejen že se změnila trajektorie standardních přístrojových příletů (STAR) a odletů (SID), ale došlo i ke změně ve využívání vstupních a výstupních bodů. V oblasti hranice CTA Brno a FIR Wien se pro přílety nově využívá bod LEDVA místo bodu MIKOV. Přes bod MIKOV jsou vedeny pouze odlety z Brna. Zde nastává jistý konflikt, jelikož postupy SID i

STAR pro letiště Kunovice jsou v současnosti vedeny pouze přes bod MIKOV. Protisměrný konfliktní provoz je řešen přípravou kompletní rekonstrukce postupů SID a STAR pro letiště Kunovice a sladěním příletového a odletového provozu přes body MIKOV a LEDVA. Publikované postupy jsou k dispozici v Letecké informační příručce České Republiky (5). Současnou podobu vzdušného prostoru CTA Brno v okolí Kunovic ilustruje obrázek (Obr. 3).



Zdroj: Autor

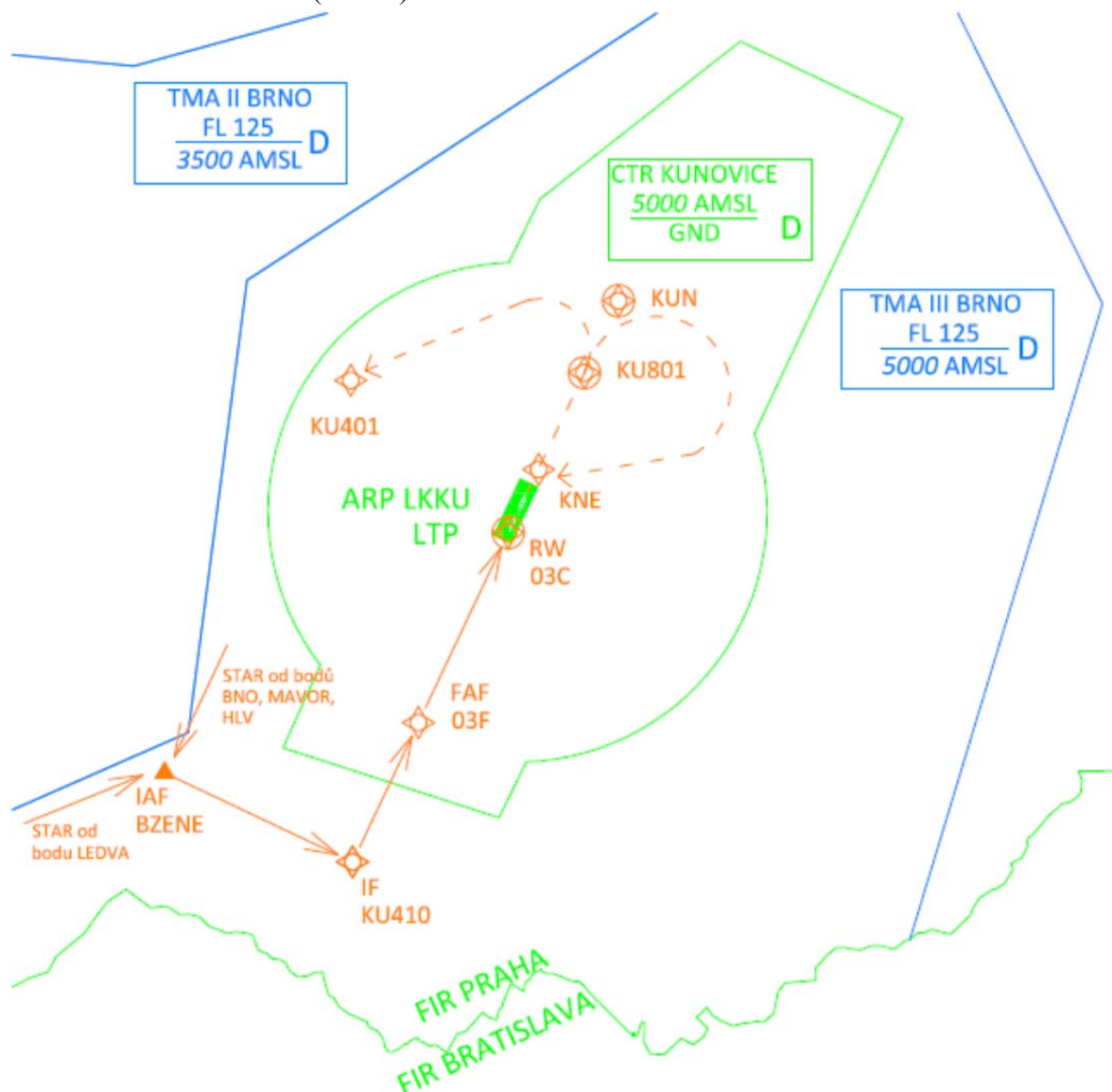
Obr. 3 - CTA Brno v okolí Kunovic

Letiště je tvořeno třemi paralelními VPD, z nichž 21C/03C je jako jediná zpevněná o délce 2000 m a šířce 30 m. Oba směry zpevněné dráhy jsou vybaveny světelnou indikační soustavou pro přesné přiblížení APAPI se sklonem 3,5°. Dráha 21C je dále vybavena jednoduchou přibližovací světelnou řadou SALS o délce 420 m. V opačném směru není v současnosti dráha vybavena žádným přibližovacím světelným systémem. V současné době je jediné dostupné přístrojové přiblížení pro LKKU přiblížení typu NDB pro dráhu 21C. Hodnota OCH pro toto přiblížení je 420 ft. Podrobnější údaje včetně kódového značení únosnosti vozovek jsou uvedeny na letištní mapě v AIP ČR (5).

2.2 Návrh tvaru přiblížení APV/SBAS 03C

Podoba přiblížení, tedy tvaru tratě od bodu IAF až po nezdařené přiblížení, vychází z požadavků uživatelů vzdušného prostoru a provozovatele letiště. Dále je také potřeba zohlednit místní zvyklosti, životní prostředí a v neposlední řadě bezpečnost.

V případě Kunovic byla problematika pojetí přiletů i přiblížení pro dráhu 03C rozebrána v článku (8), kde autor navrhuje dvě varianty řešení problematiky RNAV postupů STAR a přiblížení pro dráhu 03C. První varianta navrhuje jeden bod IAF umístěný západně od osy dráhy. Druhá varianta je založena na typickém uspořádání přiblížení ve tvaru písmene T se dvěma body IAF. Vzhledem k hornatému terénu jihovýchodním směrem a obtížné letitelnosti postupu STAR od bodu MAVOR, uvedeném ve variantě 2 (8), se pro podrobnější rozpracování počítá s tvarem přiblížení navrhovaným Variantou 1. Navrhovaný tvar přiblížení včetně naznačených směrů přiletu od jednotlivých vstupních bodů na bod IAF BZENE je demonstrován na obrázku (Obr. 4).



Zdroj: Autor

Obr. 4 - Navrhovaný tvar přiblížení

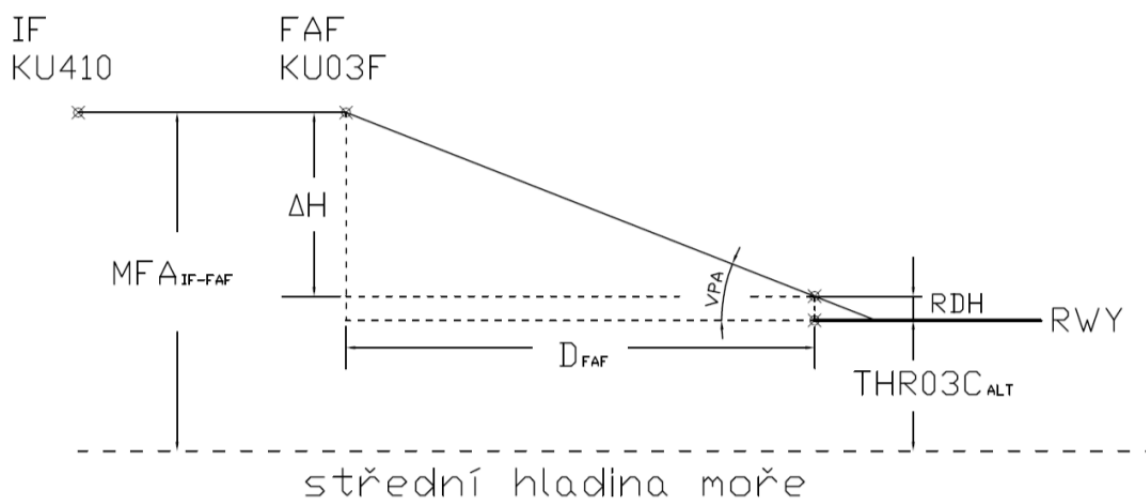
Vzdálenost bodu IAF BZENE od IF KU410 byla stanovena na 5 NM z důvodu zavedené praxe při konstrukci úseku mezi 3. a 4. zatáčkou a také díky faktu, že vzdálenost rovnoběžky od osy dráhy vedené z bodu HLV je taktéž 5 NM. To povede k tomu, že přiletý

od bodu HLV nebudou muset až po bod počátečního přiblížení měnit směr letu. Další počáteční podmínkou, která vyplývá z obrázku (Obr. 4), je změna směru letu mezi úseky počátečního středního přiblížení 90° .

2.3 Výpočet délky úseku konečného přiblížení

Vzdálenost je jednoduše určena rozdílem nadmořských výšek prahu dráhy a bodu FAF, úhlem VPA a referenční výškou RDH. Hodnota RDH je výška trajektorie nad prahem dráhy. Pokud by byla hodnota RDH rovna nule, tak by bod dotyku byl přímo na prahu dráhy. Obvykle se stanovuje $RDH = 15 \text{ m (49 ft)}$, což odpovídá bodu dotyku 245 m za prahem dráhy pro $VPA = 3,5^\circ$. Jsou dráhy, kde se RDH od standardní hodnoty z různých důvodů liší, například kvůli nebezpečné překážce před prahem dráhy.

Hodnota výšky bodu FAF KU03F byla na základě požadavků uživatelů vzdušného prostoru a místních zvyklostí stanovena na 2500 ft. Hodnota VPA je odvozena od nastavení světelné soustavy pro indikaci sestupové roviny APAPI, které je $3,5^\circ$. Schéma úseku konečného přiblížení je znázorněno na obrázku (Obr. 5).



Zdroj: Autor

Obr. 5 - Schéma úseku konečného přiblížení

Z obrázku (Obr. 5) lze snadno odvodit vztah pro výpočet vzdálenosti D_{FAF} .

$$D_{FAF} = \frac{MFA_{IF-FAF} - (THR\ 03C_{ALT} + RDH)}{\tan VPA} \cdot 1,646 \cdot 10^{-4} \quad (3)$$

Kde:

D_{FAF} – vzdálenost FAF od prahu dráhy [NM]

RDH – výška vztažného bodu nad prahem dráhy [ft]

$THR\ 03C_{ALT}$ – nadmořská výška prahu dráhy [ft]

MFA_{IF-FAF} – minimální letová nadmořská výška v úseku středního přiblížení [ft]

VPA – vertikální sklon skluzové roviny [$^\circ$]

Do vztahu 3 dosadíme následující hodnoty:

- $RDH = 49 \text{ ft}$

- THR 03C ALT = 574 ft
- MFAIF-FAF = 2500 ft
- VPA = 3,5°

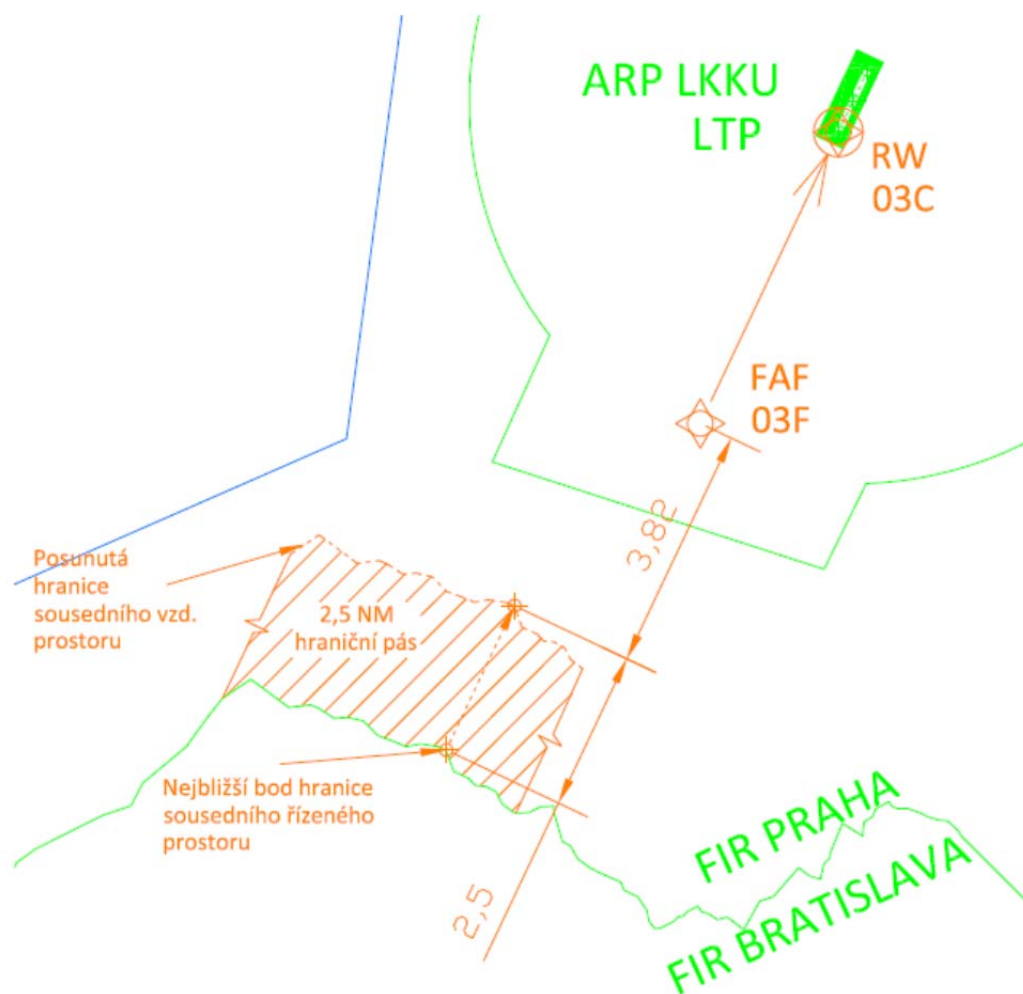
$$D_{\text{FAF}} = \frac{2500 - (574 + 49)}{\tan 3,5^\circ} \cdot 1,646 \cdot 10^{-4} = 5,0513 \text{ NM} \quad (4)$$

2.4 Určení zeměpisných souřadnic jednotlivých bodů přiblížení

Při určování zeměpisných souřadnic budeme postupovat proti směru letu od prahu dráhy až k bodu IAF BZENE. Vycházíme vždy ze známého zeměpisného bodu, ze směru k požadovanému bodu a z jeho vzdálenosti.

V této fázi neznáme hodnotu vzdálenosti úseku středního přiblížení. Tato vzdálenost je limitována dle literatury (2) hodnotou minimální stabilizační vzdálenosti MSD s přídavkem 2 NM jakožto minimální délkou středního přiblížení. Další omezení představuje vzdálenost od hranice sousedního vzdušného prostoru, v tomto případě TMA 2 Bratislava. Hodnota vzdálenosti vychází z požadavku na dodržení minimálního radarového rozstupu 5 NM. Pokud by nominální trajektorie přiblížení vedla blíže než 2,5 NM, byla by nutná koordinace každého příletu se sousedním stanovištěm ANSP. To by zvyšovalo zátěž řidičích, čemuž se při návrhu postupů snažíme vyhnout.

Maximální možná délka úseku středního byla změřena na modelu vytvořeném v prostředí AutoCAD. Její hodnota činí 3,82 NM. Princip zjištění maximální délky úseky středního přiblížení je znázorněn na obrázku (Obr. 6).



Zdroj: Autor

Obr. 6 - Maximální možná délka úseku středního přiblížení

Známe-li hodnotu maximální vzdálenosti úseku středního přiblížení, musíme znát i hodnotu minimální. Jak již bylo zmíněno, tato hodnota bude minimální vzdáleností, kterou potřebuje pilot při dané IAS a výšce letu k zatočení a převedení návrhového letadla do přímého letu. Tento parametr se jmenuje minimální stabilizační vzdálenost (MSD). Je součtem hodnot parametrů zatáčky L1 a L2, kde L1 je vzdálenost zahájení zatáčky a bodu fly-by a L2 je vzdálenost uletěná při převedení letadla do přímého letu. MSD, potažmo L1 a L2, jsou závislé na IAS, výšce letu, teplotní odchylce od ISA, změně směru letu ve stupních a úhlu náklonu. Vstupní a vypočítané parametry, včetně MSD, pro zatáčku na bodě IF KU411, jsou v tabulce (Tab. 3).

Tab. 3 - Vstupní a vypočítané parametry pro zatáčku na bodě IF KU411

Změna směru [°]	Úhel náklonu [°]	IAS [kt]	Nadmořská výška [ft]	Teplotní odchylka od ISA [°C]	L1 [NM]	L2 [NM]	MSD [NM]	Min. délka úseku IF – FAF= MSD+2 [NM]
90	25	180	2500	+15	1.15	0.26	1.41	3.41

Zdroj: Autor

Návrhová IAS 180 kt byla zvolena s ohledem na rozsah rychlostí pro počáteční přiblížení pro navrhovanou kategorii letadel C, jak je definována v předpisu L8168 (4) v tabulce I-4-1-2.

Délku úseku středního přiblížení lze tedy pro návrhovou IAS=180 kt stanovit v rozmezí od 3,41 NM do 3,82. Pro další konstrukce budeme počítat s hodnotou 3,7 NM.

Nyní známe veškeré údaje pro určení zeměpisných souřadnic jednotlivých bodů. K jejich výpočtům se používá tzv. Vincentiho rovnice, která definuje vzdálenost a zeměpisný směr mezi dvěma zeměpisnými body. Pro účely zrychlení výpočtu autor využil online webové aplikace Gps-Visualizer (1). Zeměpisné souřadnice bodů, včetně vzdáleností a zeměpisných směrů, jsou uvedeny v tabulce (Tab. 4).

Tab. 4 - Tabulární zápis přiblížení na dráhu 03C

Bod	Zeměpisná šířka [°]	Zeměpisná délka [°]	Vzdálenost [NM]	Zeměpisný směr [°]	Typ úseku (path terminator)	Typ bodu
IAF BZENE	N48°55'30.282"	E17°13'29.706"			IF	Fly – by
IF KU410	N48°53'22.599"	E17°20'21.133"	5	115.318	TF	Fly – by
FAF KU03F	N48°56'43.035"	E17°22'45.329"	3.7	25.318	TF	Fly – by
RW 03C	N49° 1' 16.62"	E17° 26' 2.36"	5.05013	25.318	TF	Fly – over

Zdroj: Autor

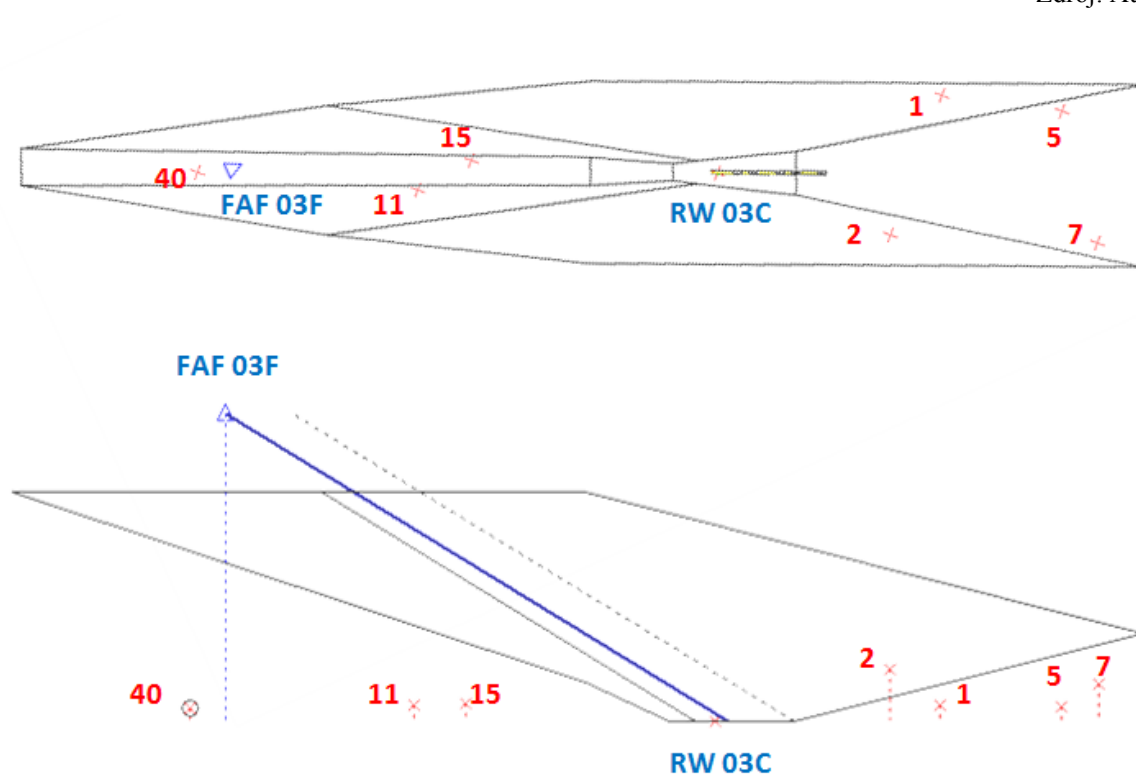
2.5 Hodnocení výšek OCA/H pro přiblížení LPV 03C

Klíčovým výstupem procesu konstrukce přiblížení jsou hodnoty OCA/H, které určíme dle metody uvedené v části. V této fázi máme k dispozici tvar trajektorie, polohu bodů celého přiblížení a vertikální profil konečného přiblížení. Z těchto parametrů určíme OAS pro přiblížení APV na dráhu 03C. Pro konstrukci OAS, posouzení překážek a výpočet OCA/H bude použit software MET (Minima Estimation Tool). Jeho funkce byla částečně demonstrována na studii zveřejněné v článku (7). Parametry návrhu byly upřesněny a byla podstatně rozšířena databáze pevných překážek. MET analyzoval 219 překážek, z nichž se celkem 7 nachází v půdorysu navrhovaného OAS. Analýzou překážek nacházejících se v půdorysu OAS navrhovaného přiblížení APV/SBAS bylo zjištěno, že žádná z nich neprotíná roviny OAS (Tab. 5). Grafický výstup z analýzy v MET je uveden na obrázku (Obr. 7).

Tab. 5 - Překážky v půdorysu OAS

Index překážky v MET	Typ překážky	Nadmořská výška [ft]	Výška nad prahem dráhy 03C [ft]	Rovina	Nadmořská výška roviny [ft]	Protne/ Neprotne OAS
1	Vysílač	675.6	101.6	Y	1253.3	NEPROTNE
2	Komín - Cihelna Kunovice	896.0	322.0	Y	1043.7	NEPROTNE
5	Vodojem	663.8	89.8	Z	995.2	NEPROTNE
7	Vodojem	810.1	236.1	Z	1052.8	NEPROTNE
11	Vodojem	673.7	99.7	X	1235.4	NEPROTNE
15	Vodojem	690.3	116.3	W	1065.3	NEPROTNE
40	Vysílač	660.5	86.5	W	1639.5	NEPROTNE

Zdroj: Autor



Zdroj: Autor

Obr. 7 - Grafický výstup z analýzy v MET

Výsledek analýzy říká, že není známá taková překážka, která by zasahovala do OAS navrhovaného přiblížení a lze tedy u OCA/H stanovit minimální hodnotu. Minimální OCH je v ideálním případě 250 ft, ovšem za předpokladu, že je posuzovaná dráha vybavena minimálně pro kategorii CAT I. V ostatních případech je minimální hodnota OCH 300 ft (2).

ZÁVĚR

Přiblížení typu APV/SBAS přináší celou řadu výhod, které jsou využitelné širokého spektra letišť. Tento typ přiblížení lze použít jako záložní pro přiblížení ILS, jako primární

druh přiblížení nebo jako přiblížení pro heliporty. Díky vertikálnímu vedení letadla jde v porovnání s NPA bezesporu o mnohem bezpečnější druh přiblížení. Nutno zmínit také ekonomický aspekt. Investice do zavedení APV nedosahují zdaleka takových částek, které by musely být vynaloženy při budování a udržování v provozu pozemního zařízení pro jakýkoli jiný druh přístrojového přiblížení.

V článku je demonstrován postup při konstrukci přiblížení APV/SBAS pro dráhu 03C letiště Kunovice. Díky VPA na horní hranici pro APV (3,5°), terénu a konstelaci překážek je po provedené analýze pro OCH možné stanovit minimální hodnotu. Ta je 300 ft a pro případ dráhy vybavené pro CAT I je hodnota OCH 250 ft minimální. V porovnání s přiblížením NDB, které se v současnosti používá pouze pro dráhu 21C, které má OCH 420 ft, dostáváme o 120 ft (37 m) a v případě vybavení dráhy na CAT I až o 170 ft (52 m) nižší minima.

POUŽITÁ LITERATURA

- (1) GPS Visualizer. *Gps Visualizer* [online]. 2003, 2013 [cit. 2013-09-03]. Dostupné z: <<http://www.gpsvisualizer.com/>>
- (2) ICAO. *Doc 8168 Procedures for Air Navigation Services – Aircraft Operations – Volume II – Constructions of Visual and Instrument Flight Procedures*. 5th edition Montréal: ICAO, 2006. 701 p.
- (3) ICAO. *Performance-based navigation (PBN) manual*. 3rd ed. Montréal, Quebec: International Civil Aviation Organization, 2009. ISBN 978-929-2311-988.
- (4) Ministerstvo dopravy ČR, Úřad pro civilní letectví. *Letecký předpis L8168: Provoz letadel – letové postupy* [online]. Praha: Ministerstvo dopravy ČR, 2006, poslední změna 16.12.2010 [cit. 31.8.2013]. uveřejněné pod č.j. 946/2006-220-SP/1. Dostupný z: <<http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-8168/index.htm>>
- (5) ŘÍZENÍ LETOVÉHO PROVOZU ČR. AIP ČR. *Letecká informační příručka České republiky*. Jeneč: Letecká informační služba, 2013. Dostupné z: http://lis.rlp.cz/ais_data/www_main_control/frm_cz_aip.htm
- (6) SOLDÁN, Vladimír. *Letové postupy a provoz letadel*. 1. vyd. Jeneč: Letecká informační služba Řízení letového provozu České republiky, 2007, 214 s. ISBN 978-80-239-8595-5.
- (7) VESELÝ, Petr. Regional airport airspace redesign supported by GNSS and RNAV procedures. In: *Research bulletin* [CD]. Brno, 2012. ISSN 1425-2104.
- (8) VESELÝ, Petr. Study of new RNAV STARs on runway 03C at the Kunovice airport. In: *Sborník příspěvků mezinárodní konference Zvyšovanie bezpečnosti a kvality v civilnom a vojenskom letectve 2012*. Žilina: EDIS - Vydavateľství ŽUŽ, 2012, s. 244-250. ISBN 978-80-554-0519-3.