



Studijní program: Technika a technologie v dopravě a spojích

Studijní obor: Technologie údržby letadel

**POSUDEK OPONENTA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

Studenta: Marka Hamzy

s názvem: Alternativní metoda ověřování systému PAPI

**Hodnocení závěrečné práce:**

Práce není v rozporu s metodickým pokynem ČVUT (link)  Je dodržen rozsah práce (min. xx stran)

Zadání je splněno a každý bod zadání má jasný odraz ve zpracované práci

	Kritéria hodnocení závěrečné práce	Body
1.	<b>Splnění zadání formálně i odborně. (0 – 30)</b> Hodnoceno je také splnění stanoveného cíle práce a celkové vypracování s ohledem na zadané téma. Excelentně splněné zadání může být ohodnoceno maximálním počtem bodů. V poměru rozsahu části v zadání, která není zcela vhodně či úplně zpracována, je hodnocení odpovídajícím způsobem sníženo.	30
2.	<b>Úroveň teoretické části a využití dostupné literatury. (0 – 30)</b> Posuzována je relevantnost teoretické části k zadání, rozsah rešerší a systematické uspořádání zjištěných poznatků. Převažuje-li doslovné převzetí textů, hodnocení je sníženo až o 15 bodů (za předpokladu dodržení autorských práv). Důvodem pro snížení celkového hodnocení je dále nedostatečný výběr teoretických poznatků, literatury a zdrojů.	30
3.	<b>Rozsah realizačních prací (SW, HW), aplikovaných vědomostí a znalostí, úroveň metodologického zpracování a závěrů práce. (0 – 30)</b> Celkem 30 bodů může být uděleno za velmi komplexní a bezchybnou práci vhodnou k publikování. Tento aspekt se posuzuje zejména z hlediska významu pro obohacení teoretických poznatků a má praktický význam. Obzvláště pozitivně je hodnoceno vytvoření modelu, SW produktu a též technická realizace, validovaný provozní postup nebo metodika. Za drobné metodologické nedostatky je hodnocení sníženo až o 5 bodů. Nekonzistentnost zpracování s teoretickými východisky a nejasný či ne zcela odborný metodologický přístup vede ke snížení minimálně o 15 bodů. Další snížení hodnocení lze udělit za nedostatečnou diskusi k závěrům.	30
4.	<b>Formální náležitosti a úprava práce (úroveň psaní, označení struktury textu, grafy, tabulky, citace v textu, seznam použité literatury apod.). (0 – 10)</b> Hodnoceny jsou formální náležitosti z pohledu dodržení pravidel o psaní, atributů závěrečných prací, tj. formátování textu, struktury práce, seznamu použité literatury, vybavenosti bakalářské práce grafy a tabulkami, způsobu citování. Za nedodržení jednotlivých pravidel je sníženo maximální hodnocení o 2 body za každý nerespektovaný atribut. Rovněž za výskyt gramatických chyb, překlepů a nevhodné stylistiky a terminologie se snižuje hodnocení o 2–4 body. V práci by se měla objevovat pouze standardní odborná terminologie a to zejména v jazyce práce (je třeba hodnotit schopnost vyjadřovat se technickým jazykem – 2 body), grafy jsou tvořeny dle standardních zásad (2 body) a stejně jako tabulky jsou opatřeny legendou, vše je v nich čitelné (2 body), jsou dodržena citační pravidla dle ISO690 a ISO690-2 (2 body).	10
5.	<b>Celkový počet bodů</b>	100

### Komentář:

Pokud potřebujete větší prostor pro posudek, přiložte Vámi vytvořený posudek k tomuto formuláři jako přílohu.

\* povinné pole (min. 500 znaků)

Komentář k posudku je vypracován v příloze.

### Celkové hodnocení úrovně vypracování:

	A (výborně)	B (velmi dobře)	C (dobře)	D (uspokojivě)	E (dostatečně)	F (nedostatečně)
Počet bodů:	100 - 90	89 - 80	79 - 70	69 - 60	59 - 50	< 50

pozn.: prosím uveďte komentář odůvodňující hodnocení.

Závěrečnou práci hodnotím výše uvedeným klasifikačním stupněm A a práci doporučuji k obhajobě.

### Otázky k obhajobě:

Jaké další senzory, popřípadě metody by bylo možné použít pro určení přesné výšky bezpilotního systému a proč byl preferován právě laserový dálkoměr?

Uvažuje student jako reálný vývoj univerzálního zařízení v podobě UAS pro kalibraci více leteckých pozemních zařízení a navigačních technologií, ne jen PAPI?

V jaké aplikaci ve prospěch civilního letectví vidí student největší potenciál využití bezpilotních systémů?

Jméno a příjmení: Ing. Sabina Lajdová

Organizace: Letiště Praha, a. s.

Podpis:



Datum: 31. 08. 2020

## POSUDEK BAKALÁŘSKÉ PRÁCE – KOMENTÁŘ

Název bakalářské práce: Alternativní metoda posuzování systému PAPI

Autor bakalářské práce: Marek Hamza

Práce studenta se zabývá velmi aktuálním trendem a to využitím bezpilotních systémů u činností, kde lze docílit pomocí bezpilotních prostředků k snížení nákladů, zrychlení vykonávané činnosti či snížení bezpečnostních rizik. Bepilotní systémy se úspěšně používají již v několika odvětvích, jako je například zemědělství, stavitelství, telekomunikace či energetika. Samotná letiště jsou však jedním z nejkomplicovanějších prostředí pro použití těchto systémů z důvodu legitimního výskytu letadel a to v té nejkritičtější fázi letu, kterými jsou vzlet a přistání. Díky tomu jsou kladeny extrémní nároky na potřebná povolení a koordinaci činnosti bezpilotního systému v CTR letiště mezi několika složkami na letišti působícími.

Oceňuji, že student zvolil jako alternativní metodu ověřování funkčnosti PAPI právě bezpilotní systémy. Ač není u leteckého ověřování aktuálně možné, z více důvodů, nahradit "létající laboratoře" bezpilotními systémy, je to rozhodně směr, kterým se vývoj může ubírat a je zapotřebí definovat aktuální omezení tak, aby mohly být zahájeny kroky, ač na poli vývoje a certifikaci zařízení či na poli legislativním, k jejich optimalizaci či odstranění.

Úvodní část práce popisuje systém PAPI a to v dostatečném detailu potřebném pro následné ověření navržené alternativní metody testování tohoto zařízení. Pokračuje shrnutím současných metod kalibrace systému, včetně představení měřících přístrojů a připomenutí historického vývoje. Nechybí popis metod kalibrace dle FAA a metodika letového ověřování PAPI v ČR a to díky přímému kontaktování oddělení letového ověřování ŘLP.

Ve střední části se student dostává k hlavnímu tématu práce a tím je popis alternativní metody kalibrace PAPI spočívající ve využití bezpilotních systémů. Nejprve popisuje již zrealizované experimenty, z nichž vyplývají požadavky na sensorická vybavení bezpilotního systému. Následně navrhuje vlastní postup úhlového nastavení PAPI za využití multikoptéry. Zaměřuje se právě na sensorická zařízení, kterými musí být multikoptéra pro potřeby úspěšné kalibrace PAPI vybavena, ale neopomíjí také záchranné systémy, které jsou pro provoz v prostoru letiště stěžejní. Pro úspěšnou kalibraci je nutné přesné stanovení výšky bezpilotního systému. Zde je však potřeba vybavit bezpilotní systém dodatečnými senzory, protože standardně prodávané bezpilotní systémy jsou vybaveny povětšinou GPS modulem pro měření výšky, který není příliš přesný. Student navrhuje využít pro měření výšky laserový výškoměr, který je potřeba zavěsit na bezpilotní systém, a velmi precizně zpracovaná úvahu nad nepřesností měření výšky doplněné výpočtem nejistoty měření. Upozorňuje také na další chyby, které mohou během měření nastat v závislosti na vyhodnocování změny barvy PAPI z video záznamu.

Student zorganizoval, nad rámec zadání práce, experimentální ověření svého návrhu postupu kalibrace PAPI na RWY 30 na řízeném letišti LKPR, které popisuje v závěrečné části práce. Připravil scénář, postup a dokumenty pro zaznamenání měření. Tento experiment mu poskytl praktické zkušenosti a možnost ověření a případné optimalizace navrhnutého postupu přímo pro podmínky letiště. Především byla ověřena samotná realizovatelnost navrhnutého postupu, obtížnost vyhodnocení, přesnost a časová náročnost měření.

Samotná realizace experimentu také odhalila procesy a postupy potřebné pro létání bezpilotním systémem v bezprostřední blízkosti RWY v CTR mezinárodního letiště. Student v poslední kapitole hodnotí rizika a další omezení spojená s použitím bezpilotního systému pro kalibraci PAPI. Použití bezpilotního systému pro letecké práce má svá pravidla a v prostředí letišť další specifika, která jsou v práci v kontextu daného tématu přesně popsána.

Díky zrealizovanému experimentu a proaktivnímu přístupu studenta byla ne jen vypracována hodnotná bakalářská práce ale zároveň zástupci Letiště Praha, podílející se na experimentu, získali cenné informace k možnému řešení kalibrace PAPI pomocí bezpilotních systémů.

Student prokázal velký zájem o řešenou problematiku, odbornou znalost a schopnost zpracování daného tématu, za využití ne jen literatury, ale také informací z praxe, do přehledného materiálu. Závěrečná práce není jen souborem teoretických znalostí, ale přináší také samostatný návrh postupu kalibrace systému PAPI, včetně jeho ověření v praxi. Díky zjištěným informacím se studentovi otevírá možnost pokračování ve zpracování tohoto tématu do většího detailu v navazujícím studiu. Je zde prostor pro spolupráci s ostatními fakultami ČVUT například na sestavení bezpilotního systému s potřebným vybavením pro přesné zaměření výšky, vytvoření sw pro vyhodnocení přechodu barev v obrazu z video záznamu, optimalizaci řídicího sw či vytvoření návrhu aplikace, přímo pro účel kalibrace leteckých pozemních zařízení a mnoho dalších.