

# OPONENTSKÝ POSUDEK DISETAČNÍ PRÁCE

Název práce: **THE INTEGRATED METHOD UTILIZING GRAPH THEORY AND FUZZY LOGIC FOR SAFETY AND RELIABILITY ASSESSMENT**  
**INTEGROVANÁ METODA HODNOCENÍ BEZPEČNOSTI A SPOLEHLIVOSTI PALUBNÍCH SYSTÉMŮ ZA POUŽITÍ TEORIE GRAFŮ A FUZZY LOGIKY**

Disertant: **Ing. Luboš JANHUBA**

Oponent: **prof. Ing. David VALIŠ, Ph.D., Ph.D.** Katedra bojových a speciálních vozidel,  
Fakulta vojenských technologií, Univerzita obrany v Brně

Disertační práce, psaná v anglickém jazyce, „The integrated method utilizing graph theory and fuzzy logic for safety and reliability assessment“ je zaměřena na problematiku posuzování palubních systémů letadel. Práce má rozsah 233 stran a z významné části se jedná o originální dílo. Rozsah práce pokrývá širokou oblast problémů, které v letectví souvisí s analýzou a hodnocením spolehlivosti a bezpečnosti. Klade si ambici vytvoření integrovaného algoritmu pro posuzování bezporuchovosti a bezpečnosti. Autor při zpracování práce a ve vztahu k řešenému tématu vynaložil značné úsilí v rešerši, studiu a popisu existujících informací ať legislativního tak technického, matematického a analytického charakteru.

## *Aktuálnost tématu disertační práce*

Oblast posuzování a zajišťování jak spolehlivosti, tak bezpečnosti u letecké techniky je trvale prioritní a tedy stále vysoce aktuální. Nejenom v rámci letecké technické komunity existuje celá řada mezinárodních aktivit, organizací a sdružení, která se snaží bezpečnost a spolehlivost v letecké přepravě řešit s využitím aktuálních informací a s cílem implementovat poznatky zpět do průmyslové a provozní praxe. Práce je zaměřena na oblast posuzování spolehlivosti a bezpečnosti leteckých palubních systémů a proto považuji téma disertační práce za velmi aktuální.

## *Cíle disertační práce*

Cíle disertační práce jsou formulovány v části „Main Objectives“ a obsahují 6 bodů. Jsou formulovány logicky a věcně správně. Za hlavní cíle a největší přínos považuji zejména i) snahu o nalezení algoritmů pro posuzování kritičnosti poruch, které využívají teorie grafů a fuzzy logiky; ii) ověření navržených algoritmů na konkrétní palubní systém.

Všechny vytyčené cíle disertační práce byly splněny.

## *Úroveň rozboru současného stavu*

Autor se v analýze současného stavu (kapitola 2) věnuje problému „složitý systém v letectví“, který vysvětluje. Zabývá se dále záměrem vytvoření integrované metody pro obecné použití v leteckém průmyslu. Jsou rozebrány obecné požadavky na letecké systémy, certifikační požadavky, typické systémy a architektura v letectví, standardní techniky pro posuzování bezporuchovosti včetně hodnocení kritičnosti a současné přístupy k posuzování bezpečnosti. Text je srozumitelný a přehledný. Je zjevné, že autor se v dané problematice orientuje, je schopen shrnout zásadní informace a nastínit perspektivy dalšího vývoje a směřování jak své práce, tak obecného

technického vývoje. Domnívám se však, že v rámci dosavadních publikačních zdrojů lze najít podstatně více a rovněž stejně tak relevantních informací nejenom v normách, ale především v odborných časopisech. Zde spatřuji určité slabé místo, které by doktorand měl popřípadě v budoucnu vylepšit.

### ***Použité metody řešení a způsoby jejich aplikace***

Metody řešení předložené práce byly v zásadě zvoleny vhodně. Autor již v rozboru současného stavu (kap. 2.5) pojednává o několika běžně užívaných metodách, jako jsou např. Markovova analýza, blokový diagram bezporuchovosti, Petriho síť, strom poruchových stavů, aj. Zde dává do kontrastu přístupy pro posuzování kritičností poruch (kap. 2.6) a možnosti rozvoje. Nicméně pro vlastní zpracování práce autor volí přístupy z oblasti teorie grafů, které rozvíjí s využitím teorie fuzzy logiky. Konkrétně se jedná o kapitulu 3, kde již avionický systém letadla společně s funkčními hierarchickými strukturami prezentuje pomocí schémat grafů. Zde se rovněž autor zabývá vymezením hlavních funkcí letounu, se kterými dále pracuje ve smyslu kritičnosti poruch těchto funkcí.

V kapitole 4 se autor zabývá modelováním systému letounu. Teorii grafů je zde věnováno poměrně dosti prostoru, ačkoliv se domnívám, že strukturování kapitoly není zcela šťastné – mám na mysli pořadí některých pasáží teoretické vs. příklady/praktické aplikace teorie grafů. Na úvodním příkladu zjednodušeného modelu mechanismu řízení letu ukazuje, jak by bylo možné aplikovat zamýšlenou teorii grafů pro modelování kritičností poruch. Autor stále vnímá vazebnost mezi všemi vymezenými funkcemi letounu v kontextu systému jako celku. Na několika příkladech ukazuje, jak z klasického schématu (např. elektrického obvodu) vytváří grafovou strukturu. Autor nicméně této kapitole, kterou já považuji za jednu ze stěžejních částí práce, věnuje velkou pozornost a prostor. Jde mu o pečlivé popsání funkčních, principiálních a procesních vazeb, které se v rámci provozu letounu mohou vyskytnout. Teorie grafů by v pojetí autora měla být použita především pro identifikaci a nalezení důležitých uzlových bodů, v podobě systémů letounu, které by byly podrobeny dalšímu zkoumání.

V části 5 se autor zabývá možností popisu kritičnosti při vzniku poruchy. Nepovažuji za zcela šťastný fakt, že hned v úvodu se autor opírá, mimo jiné, o dnes již neplatný dokument MIL-STD-1629. Autor studuje možnosti stanovení výskytu poruchy, možnosti její detekce a především kritičnosti, při jejím výskytu. V kontextu typického pojetí leteckých systémů se autor rovněž zabývá otázkou odolnosti a robustnosti, která má zajistit omezení některých vlivů na systém. V části 5.5, kterou společně s částí 4 považuji za hlavní jádro práce, se autor zabývá pojetím pro rozšíření možnosti posuzování kritičnosti s využitím fuzzy logiky. Pro tyto účely si stanovuje škály posuzování možnosti detekce poruch v kontextu jazykových proměnných. Ty jsou provázány s některými, dříve v práci uváděnými, dotazníkovými formuláři a šetřeními, neboť právě v nich se vyskytují kvalitativní informace. Autor vhodně prezentuje přístupy procesu fuzzy logiky od fuzzyfikace přes využití pravidla až po de-fuzzyfikaci a stanovení výsledku. Mnohé příklady posuzování s využitím fuzzy logiky jsou uvedeny v práci a tím obohacují možnosti porozumět aplikovaným postupům a interpretovat výsledky.

Kapitola 6, společně se svým sub-členěním, mě osobně připadá dosti strohá a krátká – jedna strana, a to nejenom formálně. Nemá příliš vysokou vypovídací hodnotu.

Kapitola 7 je v zásadě případovou studií využití navrhovaných přístupů na konkrétní případ leteckého systému VUT 486-DX4. Autor rozebírá jednotlivé systémy letadla stran funkcí, přičemž aplikuje teorii grafů. Nalezení významných uzlů z hlediska funkčnosti je zřejmé. Nicméně způsob posuzování kritičnosti ztráty těchto funkcí, pomocí výše uvedeného fuzzy přístupu aplikovaného na údajná expertní posuzování a názory, není zjevný ani z této kapitoly, ani z přílohy C, na kterou autor několikrát odkazuje. Bohužel se mi nepodařilo v práci nalézt, zda autor pro zpracování fuzzy modelů využíval software, pokud ano, tak jaký?

Následuje závěr, kde autor shrnuje výsledky práce, závěr práce a možné perspektivy dalšího rozvoje.

Hlavní tělo práce na 129 stranách je ukončeno i) přehledem literatury – který považuji za velmi stručný, ii) dále seznamem použitých zkratk – který ale neobsahuje všechny v textu použité zkratky (např. nevím co je BUT), iii) dále seznamem obrázků a iv) konečně tabulek.

Poté následuje několik příloh, které sice autor označuje jako významnou bázi vědomostí, nicméně z mého pohledu je takové tvrzení trošku nadsazené. Přílohy se týkají A) klasifikace závažností poruch systémů letadel, B) základních možností pro získávání bezporuchovosti jednotlivých komponent, C) výsledků případové aplikace, D) dotazníku vztahujícímu se k odolnosti / ro bustnosti systémů letadel, E) přesnější obrazové příloze související s případovou aplikací (není zmíněna v závěru práce).

### ***Teoretický přínos disertační práce***

Hlavní teoretický přínos práce vidím v rozboru existujících přístupů pro posuzování bezporuchových funkcí leteckých palubních systémů, společně návrhem způsobu pro posuzování kritičnosti jejich případných poruch.

### ***Přínos disertační práce pro praxi***

Přínos práce spatřuji zejména v identifikaci perspektivních přístupů, založených na teorii grafů a fuzzy logice, které mohou sloužit v rámci procesu návrhu+vývoje a provozu+údržby palubních systémů letadel.

### ***Formální úroveň práce***

Po stránce formální a jazykové práce představuje spíše slabší průměr. Je sice možné ocenit snahu autora předložit práci v anglickém jazyce, nicméně úroveň angličtiny je diskutabilní a navíc sám text práce by si zasloužil pečlivější obsahové i formální zpracování. Nechci zde uvádět všechny mnou nalezené nedostatky, nicméně níže uvádím některé pro představu.

- Gramatická i obsahová úroveň česky psaného abstraktu by si zasloužila přepracování.
- Ne všechny obrázky a tabulky jsou odkázány v textu.
- Text není vždy zarovnán do bloku, např. seznam literatury, apod.

### ***Zkrácená verze tezí***

Předložené zkrácené teze dobře vystihují obsah práce a jasně a srozumitelně prezentují výsledky disertační práce. Zásadním problémem je však množství chyb a překlepů v textu. Před vydáním (tiskem) díla je třeba provést korekci.

### ***Dotazy***

Doporučuji, aby se autor při obhajobě své práce vyjádřil k následujícím otázkám:

- 1) V práci uvádíte možnosti fuzzy logiky, resp. FIS, pro posuzování kritičnosti poruch palubních systémů letadla. Znáte některé konkrétní přístupy FIS a de-fuzzyfikace? Pokud ano, které to jsou a jaké mají výhody?
- 2) Pro mnohé, z Vámi navrhovaných přístupů, doporučujete využití škál/stupnic. Dokázal byste pojednat o nevýhodách/výhodách různě členitých stupnic např. při posuzování kritičnosti poruchy, apod.?

## ***Závěr***

Předložená práce kombinuje určitý rozsah informačních zdrojů, které se váží k letectví. Poskytuje analýzu současného stavu, společně s modelováním a teoretickými přístupy, které by mohly nalézt uplatnění v průmyslové praxi.

V kontextu zpracovávaného tématu, prezentovaných výsledků a vytvořeného materiálu se však domnívám, že autor by mohl být podstatně aktivnější v oblasti publikování svých výsledků v odpovídajících vydavatelstvích, časopisech a na konferencích, které mají potřebný kredit.

I přes výtky k obsahovému a formálnímu zpracování práce považuji práci za přínosnou a **d o p o r u č u j i**, aby panu Ing. Luboši JANHUBOVI byl po úspěšné obhajobě udělen akademický titul „doktor – Ph.D.“.

V Brně dne 03.10. 2018

  
prof. Ing. David VALIŠ, Ph.D., Ph.D.