Posudek bakalářské práce **Alice Studeníkové,**

studijní obor Matematika-ekonomie se zaměřením na bankovnictví/pojišťovnictví, KMAaAM PŘF UP Olomouc, akademický rok 2016/2017

Aplikace fuzzy množin ve vícekriteriálním hodnocení

Předložená bakalářská práce má 49 stran a je rozčleněna do tří kapitol.

První kapitola se zabývá teorií fuzzy množin. Autorka zde představuje základní pojmy a principy využívané v další části práce. Mimo jiné zde zavádí tzv. normované fuzzy váhy, fuzzy vážený průměr a popisuje i algoritmus výpočtu fuzzy váženého průměru. Druhá kapitola je věnována řešiči úloh vícektriteriálního hodnocení. Autorka se zde zabývá obecnou strukturou hodnotícího modelu, vysvětluje rozdíl mezi kvantitativním a kvalitativním kritériem a krátce se zmíní o metodách, které lze použít pro agregaci dílčích hodnocení. Třetí kapitolu považuji za stěžejní část práce. Zde autorka ukazuje, jak využila fuzzy množiny při hodnocení sushi restaurací v Olomouci. Autorka zde nejprve představí situaci, popíše ji pomocí stromu dílčích cílů a seznámí čtenáře se čtrnácti kritérii, která ji pomohou vyhodnotit vybrané sushi restaurace. K sestavení matematického modelu a výpočtu celkového hodnocení jednotlivých restaurací pak využívá software FuzzME. Kvůli žádanému uspořádání restaurací získaná fuzzy hodnocení defuzzifikuje pomocí metody těžiště.

K práci mám několik připomínek a dotazů:

- Práci se nevyhnuly překlepy a chybná/chybějící interpunkce, např.: 7_{16} pří, 22^{1} možnosti, 25_{12} se dostaneme se, 27^{8} vzíts, 36^{3} 03
- str. 9 Vzhledem k tomu, jak bylo zavedeno značení pro jádro a nosič fuzzy množiny, mělo by se toto značení dodržet i v obrázku 1 na str. 9, tj. $KerA$, $SuppA$, A_α
- str. 10 V poznámce 1.3 se autorka odkazuje na definici 1.1.8. I když jsem se snažila, takovou definici jsem v práci nenašla. O kterou definici mělo jít?
- str. 11 Ve větě 1.2 se objevuje nezavedený symbol $Cl(SuppC)$. Prosím o vysvětlení, co to znamená.
- str. 12_8 Ještě před definicí 1.9 autorka popisuje jazykovou proměnnou jako (cituji) „ proměnnou, u které jsou její hodnoty jazykové termy, **interpretované** jako fuzzy množiny na $\mathbb{R}$, . . . “. Myslím, že místo slova **interpretované** by bylo vhodnější použít slovo **modelované**. Ony fuzzy množiny se pak **interpretují** pomocí jazykových termů oné jazykové proměnné.
- str. 13 Ve větě 1.3 je zmíněno lineární uspořádání fuzzy čísel $T_1, \ldots, T_s$. Jak lineárně uspořádáme fuzzy čísla?
- str. 15 V definici 1.11 autorka zmiňuje tzv. zóny neurčitosti. Dříve ani později vysvětlené nejsou. Co je to?
- str. 16 Co je $\mathcal{T}_0(\mathcal{V}')$?
- str. 17 V úvodu podkapitoly 1.5 jsou zmíněna „nezáporná fuzzy čísla“. Kdy mohu o nějakém fuzzy čísle prohlásit, že je nezáporné?

- str. 17 Zaujal mne algoritmus pro stanovení normovaných vah za pomoci reálných čísel. Poté, co si stanovíme reálná čísla v_i, $i = 1, 2, \ldots, n$, která se nám sečtou na jedničku, si máme stanovit čísla k_i a s_i. Zároveň má platit $v_i - s_i \geq 0$ a $v_i + s_i = 1$. Tomu nerozumím. Pokud bude mé $v_i = 0.3$, pak nenajdu s_i takové, aby platily obě tyto podmínky současně. Algoritmus ani není citován. Není proto zřejmé, zda jde o dílo autorky, nebo ho odněkud převzala. Prosím o vysvětlení u obhajoby.

- str. 18 V definici 1.15 je za množinou, z níž se hledá maximum, uvedeno: $i = 1, 2, \ldots, n$. Proč to tam je? Nevidím důvod, proč by to tam mělo být.

- str. 18_1 Nesmyslný zápis $k \in i = 1, 2, \ldots, n$

- str. 19 Ve vzorci pro výpočet $\underline{x}(\alpha)$ skočil jeden symbol (α) do indexu

- str. 22 Přemýšlím o situaci, kdy bych hodnotila chuť jídla jako „určitě neutrální“..... tak možná pH vody?

- str. 22 Autorka zde popisuje, jak definuje hodnotící funkci v případě kvantitativního kritéria: „V případě, že naměřená hodnota bude v oblasti námi stanovené zcela vyhovující hodnoty, je rovna 1. V opačném případě, a to pokud se bude rovnat hodnotě, která nás plně neuspokojuje, je rovna 0.“ Nemohu si pomoci, ale tato formulace je poněkud zvláštní. Stejně tak nesrozumitelně působí věta o několik řádků níže: ...pokud naměřená hodnota bude rovna 30 minutám, jedná se o plně nevyhovující hodnotu, čili je rovna (asi hodnota hodnotící funkce v bodě 30) 0. Co když doba čekání je 40 minut?

- str. 23 Jako úsměvné musím hodnotit odůvodnění, proč si autorka k agregaci dílčích hodnocení vybrala právě fuzzy vážený průměr:„Pro své výpočty jsem si vybrala metodu fuzzy váženého průměru, která odpovídala povaze mnou řešeného problému, **a také protože s výstupy, které jsem pomocí této metody získala, jsem byla spokojená**.“

- str. 24 Celá poslední pasáž této kapitoly začínající větou: „Nakonec hlavním důvodem...“ nedává smysl. A netuším, co je „střed těžiště“. Prosím o vysvětlení celé této pasáže u obhajoby.

- str. 25-26 Nejsem spokojena se stromem cílů. Nikde jsem nenašla, jaký je vlastně konkrétní cíl autorky. Na straně 26 uvádí: „Mým hlavním cílem bylo najít sushi restauraci, kde bych byla maximálně spokojená jak z hlediska jídla, tedy sushi, tak i z hlediska možností restaurace.“ Dle mého názoru tento cíl není dobře formulovaný. A ani ty tzv. dílčí cíle. Co je to cíl Obsluha nebo Prostředí/lokalita? Cíl má popisovat požadovaný stav daného objektu. Tyto hesla mi však nic nepopisují. Co tedy autorka chce? Jaké mají být ty možnosti restaurace? Jak má vypadat prostředí restaurace? Chce něco modernějšího nebo tradiční restauraci? Jako ukázka vágnosti kritérií a cílů může sloužit jedno z kritérií, které potom dále autorka popisuje. Jedná se o kritérium Nabídka jiných jídel. Pokud jsem u předchozích případů mohla alespoň odtušit, co je cílem, tady už vůbec nevím. Chce autorka, aby restaurace nabízela i jiná jídla? Nebo chce, aby byla zaměřená čistě na sushi? A nebude restaurace, která kromě sushi nabízí i řízek s bramborovým salátem, podezřelá?

- str. 27 Nejednotné značení kritérií: K 1, K 2,..., K 14 .... v obrázku jsou značena bez mezer, tj. K1, K2,..., K14

- str. 38 Nemohu si pomoci a musím sjednat nápravu pro případ, že práci ještě někdo bude číst. Restaurace Miomi sushi se nachází v Olomouci na Dolním náměstí, a nikoliv na Horním náměstí, jak je uvedeno v této práci.

Mám-li práci celkově zhodnotit, musím zohlednit fakt, že teorie fuzzy množin se studentům přednáší až v navazujícím studiu. Přihlížím tedy k tomu, že autorka se v práci potýkala s problematikou pro ni dosud neznámou. Na druhou stranu, software FuzzME je uživatelsky velmi

příjemný, intuitivní a nenáročný, co se teoretických znalostí fuzzy množin týče. Např. fuzzy vážený průměr dílčích hodnocení spočítá sám, po uživateli tuto znalost nevyžaduje. Nevidím tedy důvod, proč autorka v práci přepisuje ze zdroje [8] algoritmus, který stojí v pozadí těchto výpočtů. Sama podle něho nic nepočítá, zbytečně to zvyšuje rozsah práce, snižuje čtivost a nepřináší to žádnou přidanou hodnotu. Přitom by stačilo zmínit, že takový algoritmus existuje a čtenáře odkázat na patřičný zdroj. Na začátku práce autorka uvádí, že cílem práce je popsat možné využití aparátu teorie fuzzy množin ve vícekriteriálním hodnocení a následně ilustrovat tuto problematiku na řešeném praktickém příkladu. Tento cíl byl splněn. **Práci doporučuji k obhajobě** a vzhledem k výše uvedným připomínkám navrhuji hodnocení klasifikačním **stupněm C**.

V Olomouci dne 6. 6. 2017

Mgr. Iveta Bebčáková, Ph.D.
oponent