

# Technická univerzita v Košiciach

Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií

Park Komenského 19, 042 00 Košice

---

## POSUDOK OPONENTA

na habilitačnú prácu

**Názov práce:** Aplikace fuzzy prístupu v manažerskom rozhodovaní

**Autor:** Ing. Simona Hašková, PhD.

**Pracovisko:** Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích, Ústav znalectví a oceňování

**Oponent:** prof. Ing. Beáta Gavurová, PhD., MBA

Bola som oslovená habilitačnou komisiou Ekonomickej fakulty Technickej univerzity v Liberci vo veci vypracovania posudku na habilitačnú prácu pani Ing. Simony Haškovej, Ph.D., z VŠTE v Českých Budějovicích, Ústavu znalectví a oceňování. Pri spracovaní posudku som sa riadila pokynmi a kritériami, ktoré mi boli odovzdané v poverení. Ich splnenie je predpokladom vyjadrenia súhlasu s jej obhajobou pred vedeckou radou príslušnej fakulty a toto som plne rešpektovala pri mojom záverečnom stanovisku.

### **Základným predpokladom pre vypracovanie posudku je zameranie práce z pohľadu odbornosti a vedeckosti, aktuálnosti a dôležitosti riešenej problematiky**

V poslednom období môžeme zaznamenať expanzívny nárast odborných a vedeckých štúdií zaoberajúcich sa fuzzy logikou. Avšak komplexné výskumy, deklarujúce aplikačný potenciál fuzzy prístupov a ich využiteľnosť v rôznych sektoroch hospodárstva, ako aj v oblastiach spoločenskej a hospodárskej praxe absentujú. Firmy pre svoj úspech na konkurenčnom trhu musia mať ujasnené strategické plány a dokázať si udržať konkurenčnú výhodu. Ako dokazujú niektoré výskumné štúdie a zároveň aj skúsenosti z praxe v zahraničí, fuzzy logika je pre riešenie mnohých problémov omnoho výhodnejšia, ako doposiaľ využívané metódy.

Predkladaná práca reflektuje na tieto aspekty a zaoberá sa implementáciou fuzzy rozhodovacích metód v oblasti manažerskeho rozhodovania. Už v prvej kapitole s názvom „Úvod do problematiky“ sa habilitantka snaží čitateľom ponúknuť jasný a zrozumiteľný pohľad na fuzzy prístup a na jeho elementárne fungovanie. Autorka práce tu ponúka aj pohľad na vymedzenie pojmu fuzzy a zaoberá sa týmto aspektom aj vzhľadom na fakt, že v súčasnosti je implementácia fuzzy prístupu v mnohých oblastiach vnímaná skôr exoticky. To však neznamená, že téma nie je aktuálna, ba naopak, existuje vysoký predpoklad, že v budúcnosti budú fuzzy prístupy omnoho viac zastúpené vo všetkých sférach spoločenskej aj hospodárskej praxe, čím čiastočne predbieha svoju dobu tým, že táto práca predstavuje tzv. pioniersku prácu.

Dôvody na aplikáciu fuzzy prístupov autorka práce zodpovedne vysvetľuje v druhej kapitole, v rámci ktorej odhaľuje, že klasická výroková logika má isté obmedzenia, ktoré intuitivistická výroková logika zmierňuje. Autorka zdôrazňuje, že existuje vysoký dopyt po stupňovaní pravdivosti výrokov. Odvoláva

sa na fakt, že manažérske rozhodovanie vo svojej podstate využíva omnoho častejšie induktívne usudzovanie na rozdiel od deduktívneho prístupu. To môže v určitých prípadoch viesť k nesprávnemu rozhodnutiu, keďže výrok môže byť fakticky logicky pravdivý, avšak v prípade možnosti stupňovania označenia pravdivosti by bolo možné dedukovať parciálne v určitých hladinách. Stupňovanie pravdivosti je základným kameňom perspektívneho chápania a hodnotenia výrokov, na čom intuitivistická výroková logika zakladá svoje korene.

Za negatívnu stránku aplikácie fuzzy prístupu v manažérskom rozhodovaní možno považovať nateraz nedostatočnú formalizáciu a definíciu intuitivistických pojmov.

Pojmový aparát je dôležitou súčasťou každej vednej oblasti. Napriek tomu sa autorka pustila do práce s veľkým odhodlaním preukázania možností aplikácie fuzzy prístupu pre manažérske procesy a tým vytvorila priestor aj pre hľadanie ďalších možností využívajúcich skúsenosti tzv. najlepšej praxe.

Je tu viacero bodov, ktoré je potrebné zohľadniť, a to minimálne ľudský faktor a potenciálna neistota. Ľudský faktor by nebol aspektom hodným skúmania, ak by sa manažér vo svojej pozícii riadil vyslovene výrokovou logikou – to však neznamená, že rozhodovanie je správne, bolo by len založené na výstupe logického systému. V tomto ohľade stupňovanie pravdivosti síce podstatne komplikuje situáciu manažérovi, avšak ponúka potenciálnu možnosť dostať sa ku správnejmu rozhodnutiu z hľadiska pozitívneho výsledku. Fuzzy metóda prekonáva obmedzenia iných metód, akceptuje neurčité a chýbajúce dáta, rôzne typy kritérií, závislosti kritérií a zložitosti vzťahov medzi týmito kritériami a celkovým hodnotením. Preto sa vytvára rozsiahly priestor pre jej využitie v oblasti riadenia firiem, čo autorka dokladuje reálnymi príkladmi.

Jednoznačne možno konštatovať, že v budúcnosti sa fuzzy prístupy budú implementovať do rozhodovacích procesov a manažérskeho rozhodovania omnoho častejšie, ako je tomu v súčasnosti. Aj z tohto dôvodu je práca vysoko aktuálna, so silným aplikačným potenciálom a využiteľnosťou pre manažérske rozhodovacie procesy. Viazne na seba potrebu akútneho monitoringu stavu využiteľnosti tohto prístupu v súkromnom, ako aj verejnom sektore a pre vytváranie možností pre jeho reálne využitie v praxi.

Výsledky práce majú aj významné sekundárne dopady – sú silným apelom pre hľadanie riešení zameraných na elimináciu neznalosti fuzzy prístupov v procesoch riadenia firiem. To si bude vyžadovať hľadanie odborníkov, ktorí budú schopní v podnikovej praxi fuzzy logiku zavádzať, ako aj hľadanie nástrojov, ako zmeniť neochotu ľudí a nedôveru zamestnancov učiť sa niečomu novému. Mnoho štúdií potvrdzuje, že hlavným problémom zavádzania fuzzy logiky do praxe je práve ľudský faktor.

### **Ďalšou hodnotiacou oblasťou je naplnenie stanovených cieľov habilitačnej práce**

Hlavným cieľom práce bolo vytvorenie všeobecného modelu multikriteriálneho ohodnocovania dostupných alternatív, ktorý má pomáhať zmiernovať nesúlad medzi mienkou manažéra a výstupom príslušného konvenčného rozhodovacieho modelu tým, že priblíži procesy prebiehajúce v modeli analogickým procesom prebiehajúcich v mysli manažéra. Štruktúra tohto modelu je znázornená na obrázku na strane 36. Dosiachnutie hlavného cieľa bolo podmienené splnením parciálnych podporných cieľov v teoretickej, ako aj v praktickej rovine. V rámci parciálnych cieľov boli formulované aj vhodné exaktné nástroje, ktoré umožňujú zohľadňovanie ľudského faktora v oblasti odstupňovania pravdivosti výrokov, adekvátnej formalizácie intuitívnych pojmov, exaktného modelovania kognitívnych procesov prebiehajúcich v ľudskej mysli, manažérskeho rozhodovania a adekvátneho zohľadňovania neurčitosti v manažérskych prepočtoch.

Logická previazanosť týchto parciálnych cieľov je zrejmá aj zo štruktúry práce a vo viditeľných väzbách medzi kapitolami 2, 3 a 4. Zo stanoveného hlavného, ako aj čiastkových cieľov je jasná stratégia, ako aj taktika tvorby práce. Hlavný, ako aj čiastkové ciele boli splnené s využitím vhodných metodologických postupov a voľbou adekvátnych metód.

### **Ďalej sa vyjadrim k postupu riešenia, ako aj k prínosom habilitantky k riešenej problematike**

V práci je metodologický postup zrejmý už z obsahovej štruktúry, z ktorej je jasne viditeľný koncept práce, kontinuita výskumných procesov, logická nadväznosť zvolených postupov a kompaktnosť kapitol práce.

Autorka práce využila všetky relevantné poznatky na zhodnotenie súčasného stavu riešenej problematiky doma a v zahraničí v rozsahu ohraničenom cieľmi práce. Rozsiahla teoretická časť začína druhou kapitolou ako „východiská voľby metodologie aplikácie fuzzy prístupov v manažérskom rozhodovaní“. Tretia kapitola rozoberá teoretické a metodologické základy fuzzy prístupu pohľadom na jednotlivé elementy fuzzy výrokovej logiky. Veľmi oceňujem podrobné definovanie základných výrokových, ako aj množinových operátorov. Autorka pokračuje príkladmi fuzzy relácií od binárneho typu po typy s vyššou aritou.

Vysoko pozitívne hodnotím aj diskusiu o matematickej lingvistike v prostredí teórie fuzzy množín a príslušných relácií. Táto podkapitola by si z môjho pohľadu zaslúžila aj väčšiu pozornosť a mohla predstavovať aj jednu z hlavných kapitol celej práce. Na to, aby sme mohli používať fuzzy operátory v množinových operáciách je potrebné zadefinovať veľmi exaktne pojmový aparát. Keďže sa táto oblasť nachádza na rozhraní matematickej lingvistiky, teórie množín a výrokovej logiky, nie je to triviálna záležitosť. Fuzzifikácia aj defuzzifikácia predstavujú dôležité procesy, ktoré nemožno obísť. Algebra intervalov je ďalšou z oblastí, ktorej je potrebné venovať náležitú pozornosť. V rámci podkapitoly 3.2 predstavuje autorka mnoho oblastí, ktorými je potrebné prejsť, aby bolo možné fuzzy prístupy plnohodnotne aplikovať. Aj na základe toho je zrejmé, že zvolená úloha nie je triviálna, a vyžaduje si dôkladnú prípravnú fázu. Podkapitola 3.3 rozoberá fuzzy systém, založený na fuzzy prístupe. Aby tento systém fungoval správne, je potrebné nastaviť fuzzy pravidlá, ktoré sú opísané v jej jednotlivých podkapitolách. Štvrtá kapitola vyjadruje formulácie viazané k výpočtovým algoritmom fuzzy kalkulačky, čo je fakticky jeden z príkladov fungovania fuzzy systému. Vývojové diagramy obsiahnuté v tejto časti práce pridávajú textu zrozumiteľnosť.

Piata kapitola predstavuje istú formu diskusie, keďže ponúka príklady implementácie fuzzy prístupu pri riešení manažérskych úloh. Táto podkapitola je rozdelená pre jednotlivé oblasti, v ktorých autorka skúmala aplikáciu fuzzy prístupov – ekonomická analýza, odhad rizika zahraničných investícií v závislosti od ratingového hodnotenia a ekonomická efektívnosť projektov v období neistoty. Každá zo spomínaných podkapitol obsahuje najprv zadanie úlohy, riešenie s aplikáciou fuzzy prístupu a zhodnotenie. Ako bolo možné očakávať, najobširnejšie použitie je v prípade hodnotenia efektívnosti projektov. Tu autorka použila na vizualizáciu rozhodovacie stromy, ktoré zrozumiteľne opisujú výstup modelu.

V záverečnej kapitole sa nachádza zhrnutie získaných poznatkov a objavené prínosy fuzzy prístupu. Autorka tu predpokladá aj ďalšie výskumné aktivity v tejto oblasti.

Konštatujem vhodný výber a aplikáciu relevantných metód a metodologických postupov, smerujúcich k dosiahnutiu stanovených cieľov práce. Výberom a aplikáciou uvádzaných postupov autorka práce deklarovala znalosti z oblasti metodológie vedeckej práce, ako aj z aplikácie fuzzy prístupov na reálnych príkladoch.

**Praktický prínos práce** je zrejmy aj v piatej kapitole, v ktorej sú prezentované príklady aplikácie fuzzy prístupu. Pre implementáciu teórie fuzzy výrokovej logiky je dôležité poznať okolnosti, ktoré tvoria prostredie, v ktorom sa manažér rozhoduje, teda podmienky, v ktorých prebieha rozhodovací proces. Tento fakt je deklarovaný stále v prvej podsekcii každej podkapitoly. Zatiaľ čo ekonomická analýza vo všeobecnosti ponúka široké možnosti, kde by mohol byť aplikovaný fuzzy prístup, ratingové indexy krajín predstavujú priestor pre praktické zlepšenie, keďže hodnota samotného indexu je vypočítaná na základe jeho základných súčastí. Na druhej strane fuzzy prístup dokáže zjednotiť pohľad na rôzne skúmané indexy. Ďalší praktický prínos je v priestore, ktorého existencia je podmienená prítomnosťou neistých javov. Všetky neisté javy reprezentujú v ekonómii akúsi čiernu skrinku, ktorej sa každý plánovač chce vyhnúť. Autorka na základe reálnych príkladov demonštruje, že aplikácia fuzzy prístupu prináša nový pohľad na hodnotenie ekonomickej efektívnosti projektov v prostredí neistých javov. Ako uvádza, aj oblasť hodnotenia ekonomickej efektívnosti investičných projektov je tou, do ktorej fuzzy prístup dokáže vniesť nový aspekt okrem iného aj použitím rozhodovacích stromov.

Autorka v práci uvádza viacero prínosov, a to okrem trojstupňového fuzzy modelu multikriteriálneho ohodnocovania alternatív aj vývojové diagramy výpočtových algoritmov fuzzy kalkulátorov, využitie Kahnemanho alegorického modelu mysle k objasneniu odlišností vo fungovaní ľudskej mysle v konvenčných prístupoch a vo fuzzy prístupe, formulovanie prvkov fuzzy systému, prínosy v oblasti intervalových odhadov. V závere práce autorka diferencuje prínosy na praktické a didaktické. Významným praktickým prínosom autorkinho fuzzy prístupu je podstatná redukcia konvenčných požiadaviek na kompetentnosť príslušných manažérov v oblasti realizácie prepočtov, možnosť zohľadňovania skúseností experta a individuálnych preferencií užívateľa vo výsledkoch ohodnocovania, rozšírenie konvenčného informačného servisu. Týmto prínosom zároveň autorka jasne deklaruje silnú využiteľnosť výsledkov práce pre procesy manažérskeho rozhodovania. Okrem praktických prínosov autorka uvádza aj didaktické prínosy a vytyčuje jasné smery výskumného bádania aj do budúcnosti, v rámci ktorého jej práca bude silnou výskumnou platformou.

Pri agregátom **zhodnotení prínosov práce** musím konštatovať, že práca výrazne prispieva k zlepšeniu stavu riešenia danej problematiky v podmienkach Českej republiky vytvorením teoretických a praktických základov pre prácu s fuzzy logikou a tak je silným potenciálom pre zlepšovanie rozhodovacích procesov v riadiacej praxi. Jej silný benefit vidím aj vo využiteľnosti pre odborníkov z praxe, tvorcov vzdelávacích a ďalších relevantných politík v záujme zlepšovania procesov riadenia. Práca, resp. výstupy z nej by boli veľmi významné aj pre jej využitie v pedagogickom procese, čo je zmienené len veľmi okrajovo v rámci didaktických prínosov.

Z hľadiska **formálnej a jazykovej úpravy** práce nemám pripomienky. Práca je písaná veľmi prehľadne a nevykazuje preukázateľné nedostatky. Celkovo môžem konštatovať, že aj tento hodnotený parameter (celková úprava práce, prehľadnosť, citovanosť zdrojov, identifikácia obrázkov a tabuliek a pod.) je naplnený na vysokej úrovni. Rozsah referencií presahuje stanovené penzum referencií pre tento druh prác, takmer výlučne sú využité zahraničné zdroje. Nedostatky neboli zistené ani pri námatkovej kontrole zdrojov s uvedeným textom. Aj tento fakt deklaruje zodpovedný prístup autorky práce k jej spracovaniu.

#### **Prosím habilitantku o zodpovedanie týchto otázok:**

1. V podkapitole 5.2.2 je uvedené, že vzhľadom na hodnoty ratingových hodnotení agentúr, ktoré bývajú od 0 do 100, je použitá modifikácia a ich úprava do intervalu 0 až 1. Akými metodickými postupmi bývajú pôvodné hodnoty ovplyvnené, že je ich potrebné takto prepočítavať?
2. V čom spočíva aplikácia fuzzy prístupu v rozhodovacích stromoch v príklade na hodnotenie ekonomickej efektívnosti investičných projektov? Intervalové výstupy by sa dali dosiahnuť aj použitím iných metód, napríklad kvantilovej regresnej analýzy, prípadne rozvrstvením vstupných hodnôt do kvantilov a následné použitie štandardnej metódy by taktiež prinieslo výsledky vo forme intervalov. Vzhľadom na to, že fuzzy výroková logika prináša odstupňovanie pravdepodobnosti nastatia určitého javu, bolo by možné očakávať, že aj vo výsledku sa objaví istá forma pravdepodobnosti, a to nielen v podobe rozhodovacieho stromu. Bolo by možné aplikovať fuzzy prístup na pravdepodobnosti rozvetvenia rozhodovacieho stromu?
3. Manažérske rozhodovanie zahŕňa množstvo oblastí, v rámci ktorých je potrebné realizovať rozhodnutia. Myslíte si, že fuzzy výroková logika je dostatočne robustná na to, aby dokázala obsiahnuť všetky potenciálne aspekty, ktoré môžu ovplyvňovať výstupy manažérskych procesov?

## Záver

Práca svojim obsahom, procesným spracovaním, vytvorenou diskusnou platformou a generalizáciou vedeckých záverov je inovatívnou a originálnou, spracovanou výbornej úrovni, poskytujúcou zaujímavý a vysoko odborný pohľad na skúmanú problematiku aplikácie fuzzy prístupov v manažérskom rozhodovaní. Práca ma jasne definované teoretické a analytické trajektórie, precízne prepájané a konfrontované s diskusnou a výsledkovou časťou, čo je aj dôkaz systematickej práce a rozsiahleho prehľadu autorky v rámci skúmanej problematiky. Konštrukcia výskumného materiálu je jasná. Dosiahnuté výsledky prehľadne diseminované v parciálnych, ako aj v celkových záveroch, priebežne konfrontované a diskutované v relevantných podkapitolách.

Práca je naplnená množstvom zaujímavých faktov, získaných z rozsiahleho prehľadu zahraničnej vedeckej literatúry. Autorka preukázala v práci schopnosť pracovať s relevantnou vedeckou literatúrou, analyzovať a systematizovať výskumné poznatky, odhaľovať špecifické problémy, hľadať optimálne riešenia a hodnotiť ich potenciálnu adaptáciu v skúmaných podmienkach.

Celkovo konštatujem, že habilitantka svojou prácou preukázala svoju erudovanosť a vysokú mieru odbornosti v skúmanej problematike a získanými zaujímavými výsledkami podnieti mnohé výskumné tímy naďalej skúmať túto problematiku a podporovať využívanie fuzzy prístupov v manažérskej praxi pri riešení čoraz zložitejších rozhodovacích problémov. Svojim procesným zameraním a kvalitnými výstupmi je práca vysokým prínosom pre oblasť ekonomiky a manažmentu, v rámci ktorej je stále riešená problematika nedostatočne skúmaná. Habilitantka preukázala schopnosť tvorivo a vedecky pracovať.

Na základe podrobného posúdenia habilitačnej práce konštatujem, že habilitačná práca **spĺňa požiadavky kladené na tento typ prác.**

**Odporúčam prácu k obhajobe** pred Vedeckou radou Ekonomickej fakulty Technickej univerzity v Liberci a navrhujem, aby po úspešnom habilitačnom konaní bol Ing. Simone Haškovej, Ph.D. udelený vedecko-pedagogický titul docent pre odbor Podniková ekonomika a management.

V Košiciach, dňa 31.07.2022

**prof. Ing. Beáta Gavurová, PhD., MBA,**