

Oponentský posudok na habilitačnú prácu PaedDr. Martina Papča, PhD.,

Kategoriálny prístup k pravdepodobnosti.

Predložená habilitačná práca je súborom desiatich publikovaných vedeckých článkov doplnených sprievodným komentárom. Publikované články sú z rozpätia vyše desať ročnej vedeckej práce autora, pričom šesť z nich je v spoluautorstve s doc. RNDr. Romanom Fričom, DrSc.

Celková problematika obsiahnutá v habilitačnej práci je vysoko aktuálna a vedecky hodnotná, pretože kategoriálny prístup napriek jeho univerzálnosti nie je príliš rozšírený a systematicky uplatňovaný.

Dizertačná práca má dobrú logickú štruktúru. V úvodnej časti autor popisuje význam kategoriálneho prístupu v matematike, informatike, fyzike, či globálne vo filozofii matematiky a vedy. Odvoláva sa na odporúčania v prospech teórie kategórií od významného matematika Paula Halmosa, na encyklopédiu Stanford Encyclopedia of Philosophy, na *Kategoriálny manifest* uznávaného odborníka na počítačovú vedu J. A. Goguena, na odporúčania kvantového fyzika Boba Coeckeho z Univerzity Oxford, na ruského filozofa Andreia Rodina zaoberajúceho sa históriou a filozofiou matematiky a vedy. Z tohto pohľadu autor zdôrazňuje vhodnosť, ako aj potrebu kategoriálneho prístupu v teórii pravdepodobnosti. Aplikovanie teórie kategórií na teóriu pravdepodobnosti vedie ku konceptu zovšeobecnenej pravdepodobnosti. Totiž klasická kolmogorovská pravdepodobnosť je vhodná pre modelovanie klasických systémov, na opis ktorých sa používa dvojhodnotová booleovská logika, ale nie je vhodná, napríklad, pre kvantovo-mechanické systémy, kde booleovská logika neplatí v dôsledku Heisenbergovho princípu neurčitosti. Tu sa uplatňuje tzv. kvantová logika, ktorú z algebrického hľadiska reprezentujú ortomodulárne posety a zväzy. Iný prístup k pojmu neurčitosti predstavujú mnohohodnotové logiky reprezentované MV-algebrami a fuzzy logiky. Uvedené nebooleovské algebrické štruktúry sú zastrešené diferenčnými posetmi (D-posetmi) alebo s nimi izomorfnými efektovými algebrami či A-posetmi. Teória pravdepodobnosti na nebooleovských štruktúrach sa nazýva nebooleovská pravdepodobnosť alebo zovšeobecnená pravdepodobnosť.

Kategoriálny prístup k teórii pravdepodobnosti bol umožnený zavedením kategórie **ID**, ktorej objektmi sú D-posety fuzzy množín a morfizmami sú sekvenčne spojené D-homomorfizmy. Každá partikulárna teória pravdepodobnosti, napríklad klasická kolmogorovská pravdepodobnosť, fuzzy pravdepodobnosť (v zmysle Zadeha) alebo IF-pravdepodobnosť (definovaná Riečanom) a pod., je popísaná ako príslušná podkategória kategórie **ID**.

Keďže D-posety sú ekvivalentné s efektovými algebrami a A-posetmi, analogicky ku kategórii **ID** bolo možné vybudovať kategórie **IE** a **IA**, ktoré sú navzájom izomorfné.

Uvedené kategórie sa, okrem iného, využívajú aj pri definícii niektorých zovšeobecnení základných pojmov teórie pravdepodobnosti, ako sú napríklad: zovšeobecnený náhodný jav, zovšeobecnená náhodná premenná, zovšeobecnená pozorovateľná, zovšeobecná pravdepodobnostná miera. Prostredníctvom jazyka matematických kategórií je takto možné popísať dualitu medzi zovšeobecnenými náhodnými premennými a zovšeobecnými pozorovateľnými.

Podrobnejšie je kategoriálny prístup k teórii pravdepodobnosti rozpracovaný v jednotlivých článkoch, ktoré tvoria súčasť habilitačnej práce.


Sprievodný text habilitačnej práce je napísaný zrozumiteľným, prístupným štýlom a je doplnený niekoľkými názornými obrázkami a diagramami. Autor preukázal široké znalosti z danej problematiky, o čom svedčí pomerne bohatá bibliografia použitej literatúry, na ktorú sa autor v texte odvoláva.

Zvlášť oceňujem aktuálnosť problematiky, ktorou sa autor dlhodobejšie zaoberá. Teória kategórií napriek svojmu nespornému významu ako zjednocujúcej teórie, ktorá umožňuje skúmať spojitosti medzi rôznymi disciplínami a odvetviami matematiky, nie je (podľa mňa) dostatočne docenená, preto by som odporúčal autorovi na podklade svojej habilitačnej práce čím skôr napísať monografiu o kategóriách v teórii pravdepodobnosti, ktorá by bola vhodným študijným materiálom pre doktorandov ako aj pre záujemcov o danú problematiku zo širšej odbornej verejnosti.

Záverom konštatujem, že predložená habilitačná práca spĺňa požiadavky na tento typ kvalifikačnej práce a odporúčam ju prijať na obhajobu.

S prihliadnutím na celkovú publikačnú činnosť, odozvy, vedecko-pedagogickú činnosť, ako aj na moje osobné poznatky na základe viacerých príspevkov prednesených PaedDr. Martinom Papčom, PhD. na významných medzinárodných konferenciách ako sú *Fuzzy Sets Theory and Applications* alebo *Quantum Structures*, odporúčam udeliť PaedDr. Martinovi Papčovi, PhD. vedecko-pedagogická hodnosť **docent** v študijnom odbore **9.1.1 Matematika**.

V Liptovskom Mikuláši 22. 2. 2016


doc. RNDr. Ferdinand Chovanec, CSc.