

Posudok na habilitačnú prácu PaeDr. Martina Papča, PhD.

Kategoriálny prístup k pravdepodobnosti

Habilitačná práca PaeDr. Martina Papča, PhD. sa venuje teórii pravdepodobnosti v súvislosti s kvantovými štruktúrami a fuzzy modelmi, ktoré v týchto štruktúrach sa v posledných dvoch dekádach začali objavovať. Základný prínos habilitačnej práce je v snahe unifikácie prístupov k takým základným pojmom teórie pravdepodobnosti ako je elementárny jav, štruktúra javov, pravdepodobnosť, náhodná pozorovateľná a súčinové priestory. Touto unifikáciou je práve kategoriálny prístup k týmto otázkam. Teória kategórií je moderný prístup v matematike, keď si matematici všimli, že v rôznych oblastiach matematiky sa objavujú podobné postupy a výsledky, formulované však svojim špecifickým jazykom. Ukázalo sa, že pre túto podobnosť stačí ukázať kategórie s objektami a morfizmami (ktoré sa ľahko modelujú šípkami) a ukázať, v čom je podobnosť. V poslednej dobe sa kategoriálne postupy nepoužívajú len v matematike ale aj v kvantovej mechanike a inde.

Súčasná teória pravdepodobnosti vďačí za svoj vznik A.N. Kolmogorovi, ktorý predstavil v r. 1933 axiomatickú teóriu pravdepodobnosti, a ktorá sa dodnes učí na vysokých školách. Avšak pri jej aplikovaní na kvantovú mechaniku sa ukázalo, že nie celkom je vhodná na popis kvantovo mechanických meraní. Preto vznikla potreba zadefinovať vhodne nové pravdepodobnostné modely a to je pole pre kvantové štruktúry.

Predložená habilitačná práca predstavuje už ucelený pohľad na kategoriálne metódy vhodné na popis pravdepodobnosti v kvantových štruktúrach. Tieto metódy sa začali objavovať na Slovensku v súvislosti s objavením D-posetov, parciálne algebry, kde informácia o dvoch porovnateľných udalostiach umožňuje poznať informáciu vo zvyšku menšej udalosti vo väčšej udalosti. Tento model D-posetov sa objavil prvý krát vďaka slovenským matematikom F. Chovancovi a F. Kôpkovi v r. 1994. Tieto modely sú ekvivalentné efektovým algebrám a obsahujú v sebe klasické Boolove algebry, MV-algebry, ortomodulárne zväzy a ortomodulárne posety. Dôležitou ich črtou je tiež, že udalosti, vystupujúce v D-posetoch majú nielen 0-1 charakter, tzv. ostré udalosti, ale popisujú aj neostré udalosti, ktoré sa dajú popísať ako fuzzy udalosti. Dnes D-posety alebo efektové algebry sa aktívne študujú po celom svete.

Habilitačná práca Dr. M. Papča sa skladá zo slovenského úvodu, 35 strán s bohatým zoznamom literatúry a z 10 prác publikované vo vedeckých časopisoch, z ktorých 4 práce napísal uchádzač samostatne a zvyšok so svojim blízkym spoluautorom doc. R. Fričom. V úvode sa snaží autor presvedčiť čitateľa o svojich dôvodov, prečo treba študovať pravdepodobnosť aj pomocou teórie kategórií. Obracia sa na známych matematikov, P.R. Halmos, ale aj fyzikov, B. Coecke, ktorí vyzdvihujú kategoriálne metódy. Veľmi kultivovaným spôsobom a peknou slovenčinou, sem-tam ošperkovanou aj anglickými citáciami, Dr. Papčo vedie čitateľa k základným pojmom, ktoré používa vo svojom výskume. V druhej časti úvodu

ukazuje na detailnejšie prístupy teórie kategórií k teórii pravdepodobnosti. Princiálnu úlohu tu hrajú kogenerátory. A práve pre tieto prístupy, D-posety sú veľmi vďačným a pre kategoriálny prístup priam ideálnym modelom. Veľmi dôležitým modelom sú D-posety funkcií s hodnotami v intervale $[0,1]$, tzv. fuzzy funkcie, špeciálne bold algebry a Lukasiwiczove triby (klany), ktoré sú vlastne už sigma-úplné MV-algebry fuzzy množín s bodovým usporiadaním. V úvode autor aj predstavuje svoje hlavné výsledky.

S kategoriálnymi postupmi sa Dr. M. Papčo zaoberá už od svojich doktorandských čias. V spolupráci s doc. Fričom sa im podarilo predstaviť už bohatú teóriu pravdepodobnosti z kategoriálneho pohľadu. Jej najvýznamnejšie výsledky, na ktorých sa podieľal uchádzač, sú prezentované podrobne v 10 článkoch publikovaných doma aj vo svete a ktoré tvoria prílohu habilitačnej práce. Týkajú sa merateľných priestorov a merateľných zobrazení, fuzzy náhodných premenných, kategórie efektových algebier fuzzy množín, fuzzifikácie klasických štruktúr, pravdepodobnostných doménach, štatistických zobrazení a iných zaujímavých výsledkov.

Dr. M. Papčo vo svojej habilitačnej práci ukázal, že dobre pozná svoj obor, bohatú literatúru, a zaujímavo obohacuje svoju oblasť vedeckého záujmu. Na jeho práce existujú už aj SCI citácie. Keďže docentúra je vedecko-pedagogická hodnosť, musím vysoko tiež ohodnotiť pedagogickú úroveň habilitačnej práce, hlavne jej úvodnú slovenskú časť. Rád by som povzbudil autora, aby sa aktívne venoval aj takejto vedecko-pedagogickej spisbe. V práci som našiel minimum preklepov.

Záverom chcem skonštatovať, že predložená habilitačná práca Paedr. M. Papča, PhD. na tému *Kategoriálny prístup k pravdepodobnosti* splňuje predpoklady na udelenie vedecko-pedagogickej hodnosti **docent** v odbore 9.1.1. Matematika a preto navrhujem udeliť uchádzačovi po úspešnej obhajobe titul docent.

Bratislava, 31.1.2016

prof. RNDr. Anatolij DVUREČENSKIJ, DrSc.