

prof. Ing. Ľubica Bartová, CSc.
Katedra štatistiky a operačného výskumu
Fakulta ekonomiky a manažmentu
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Tr. A. Hlinku 2
949 76 Nitra

OPONENTSKÝ POSUDOK *na habilitačnú prácu*

Habilitantka: RNDr. Marta Žambochová, PhD.

Téma habilitačnej práce: Segmentace a klasifikace jako nástroje pro zvýšení efektivity rozhodování v období velkých dat

Odbor habilitačného konania: Ekonomika a management

V zmysle žiadosti o vypracovanie oponentského posudku zo dňa 26. 2. 2021 predkladám nasledovné hodnotenie habilitačnej práce.

1. Cieľ práce a jeho naplnenie, aktuálnosť problematiky

Problematika habilitačnej práce je veľmi aktuálna a dôležitá. Aparát, aplikáciami ktorého sa autorka zoberá, poskytuje silný nástroj pre podporu rozhodovacích procesov na podnikovej úrovni, predovšetkým vo vzťahu k zákazníkom.

Aparát metód a problematika segmentácie a klasifikácie údajov pre potreby riadenia vzťahov so zákazníkmi, ktorým sa autorka venuje predstavujú aktuálne trendy v spracovaní veľkých údajov a data mining-u pre potreby manažmentu. Použité metódy patria medzi východiskové v aplikáciách umelej inteligencie a strojového učenia v rozhodovacích procesoch na rôznych úrovniach. Algoritmy na základe týchto metód umožňujú odhaliť nové skryté zákonitosti, odhaliť a popísať štruktúru skúmaného súboru objektov, ako to uvádza aj autorka.

Hlavným cieľom habilitačnej práce je aplikácia vybraných pokročilých štatistických metód pri analýze trhu, so zameraním na oblasť riadenia vzťahov so zákazníkmi, na základe analýzy reálnych údajov. Aj keď explicitne nebol na začiatku práce tento cieľ plne formulovaný, autorka sa v práci zamerala na prezentáciu, zhodnotenie a tvorivú aplikáciu vybraných prístupov segmentácie a klasifikácie pri analýze údajov pre potreby rozhodovania. V prvej súhrnnej časti práce ako aj v predložených recenzovaných a publikovaných prác tento cieľ naplnila. Môžeme teda konštatovať, že cieľ práce bol splnený.

Habilitačná práca je predložená vo forme dvoch častí, v rozsahu 148 strán s prílohami. V prvej časti štruktúrovanej do 9 kapitol, s rozsahom 60 strán, predstavuje zjednocujúci náhľad na autorkine výsledky riešených problémov v oblasti riadenia vzťahov so zákazníkmi.

Zjednocujúcim prepojením rôznorodých riešených problémov je aplikovaný aparát pokročilých štatistických metód segmentácie a klasifikácie veľkých údajov účel analýz, ktoré slúžia pre rozhodovanie manažmentu. V habilitačnej práci poskytuje autorka prehľad formulovaných ekonomických problémov, výber aplikovaných metód, dosiahnuté výsledky a ich analýzu.

Napriek autonómnosti jednotlivých publikovaných článkov, autorka predstavuje v prvej časti práce ich organickú prepojenosť a nadväznosť riešených prípadových štúdií.

Pozitívne hodnotíme, že autorka pri aplikáciách pokročilých kvantitatívnych metód kladie dôraz na interpretovateľnosť výsledkov ako nástroja podpory rozhodovania a zvýšenia jeho efektivity.

V druhej časti práce pripája sedem kľúčových publikovaných článkov v plnom znení. Práce boli recenzované a publikované v spoluautorstve vo vedeckých článkoch registrovaných v databázach Web of Science, alebo Scopus.

2. Vhodnosť použitých metód, metodológia

Predložená habilitačná práca dokumentuje erudovanosť autorky v problematike pokročilých štatistických metód segmentácie a klasifikácie údajov a to v každom publikovanom príspevku.

V prehľade spájajúcom prípadové štúdie sú popísané a vysvetlené použité alternatívne prístupy rozhodovacích stromov a zhlukovej analýzy. Vedecké články autorky sú po metodologickej stránke spracované kvalitne. Autorka (prípadne autorský kolektív ktorého je súčasťou) dôkladne formuluje ekonomický problém, stanovuje ciele skúmania, popisuje použitú metódu, zdôvodňuje použitie vybraných prístupov, výsledky verifikujú post-hoc testami, interpretuje výsledky, formuluje odporúčania pre management a uvádza obmedzenia použitých prístupov.

3. Zhodnotenie poznatkovej bázy

Autorka v práci jasne preukázala, že disponuje širokou teoretickou bázou poznatkov v habilitačnom odbore. Navyše práca dokumentuje rozsiahle a hlboké znalosti kvantitatívnych metód – štatistickej a algoritmickej teórie a možností ich aplikácií.

Práca dokumentuje hlboké znalosti kvantitatívnych metód vhodných pre analýzu ekonomických problémov - zvlášť analýzu trhu, znalosti problematiky segmentácie a klasifikácie s dôrazom na rozhodovacie stromy a zhlukovú analýzu.

Autorka sa problematike dlhodobo a systematicky venuje. V práci nachádzame aplikácie týchto metód pri riešení problémov pre podporu rozhodovania na úrovni firmy, predovšetkým riadenia vzťahov so zákazníkmi v oblasti obchodu, podnikania ale aj školstva.

4. Prínos habilitačnej práce

Habilitačnú prácu autorky, pozostávajúcu z publikovaných prípadových štúdií hodnotíme ako veľmi prínosnú, rozširujúcu existujúce poznatky v oblasti hlbšieho poznania trhu, charakteristik zákazníkov a riadenia vzťahov so zákazníkmi. Prínosom je vhodne aplikovaný exaktný aparát na analýzu veľkých údajov (big data), odhalenie vzťahov a súvislostí, ktoré sú podpornými nástrojmi pre manažérske rozhodovanie.

Z aplikačného hľadiska sú zaujímavé prepojené štúdie identifikácie faktorov ochoty nezamestnaných začať podnikat', s využitím rozhodovacích stromov (Príloha 4). Z výsledkov analýz vyplynuli cenné odporúčania pre politiky a podporu podnikania na miestnej a regionálnej úrovni.

Z pohľadu analogických problémov financovania verejných vysokých škôl aj na Slovensku, prináša podnetné poznatky prípadová štúdia venovaná segmentácii zahraničných záujemcov o

štúdium na českých vysokých školách podľa ich ochoty participovať na financovaní svojho štúdia (Príloha 2). Autorka tu v ďalších článkoch s problematikou financovania a managementu školstva prezentuje alternatívne možnosti aplikácie zhlukovej analýzy a rozhodovacích stromov. ~

Z teoretického hľadiska je prínosný príspevok autorky k použitiu k-maeans metódy zhlukovej analýzy, v prípade nekonvexných zhlukov. Dvojfázové zhlukovanie s využitím alternatívnych metód vhodného spojenia zhlukov (Kap. 4, Príloha 5).

Podobne prínos z teoretického a aplikačného hľadiska vidíme v štúdiu venovanej spracovaniu funkcionálnych údajov, mnohorozmerných údajov získaných opakovaným zisťovaním pre každý objekt (kap. 5, Príloha 7) s použitím zhlukovej analýzy. V prípadovej štúdiu dopadu významných udalostí na počet odbavených pasažierov letiskami, použila autorka Big Data databázu veľkých údajov - mesačné údaje 838 letísk počas 14 rokov. Identifikovala faktory a klasifikovala svetové letiská z hľadiska trendu vývoja počtu odbavených pasažierov.

Významný prínos pre prax majú výsledky prípadovej štúdie realizovanej so slovenskými spoluautormi v rámci výskumného projektu VEGA No. 1/0039/11. Štúdia analyzuje správanie sa zákazníkov nákupných stredísk a maloobchodnej siete v obvodoch na území Bratislavy na reálnych údajoch veľkého počtu respondentov (Príloha 6).

V predloženej habilitačnej práci oceňujem, že autorka pri dôkladnom poznaní aplikovaných metód použila pre výber najvhodnejšieho výstupu nielen štatistické testy, ale predovšetkým interpretovateľnosť, zmysluplnosť dosiahnutých výsledkov (napr. štúdia letísk). Dokumentuje tak, že štatistický aparát metód je potrebné dôkladne ovládať, že sa nedá mechanicky aplikovať a je pri výbere alternatívnych metód je potrebné vychádzať z dôkladného poznania problematiky, reálnych údajov a potenciálnych vhodných metód. Zdieľam jej konštatovanie, že pri praktickom využití kvantitatívnych metód – a to nielen pri aplikácii zhlukovej analýzy - je potrebné zobrať do úvahy nielen matematickú stránku problému, ale predovšetkým interpretačnú - teda zmysluplnosť dosiahnutých výsledkov, pri dodržaní ich prípustnej kvality.

Publikácie predstavené v habilitačnej práci predstavujú kvalitné aplikácie pokročilých štatistických metód predovšetkým v oblasti riadenia vzťahov so zákazníkmi. Škoda, že realizované prípadové štúdie a dosiahnuté výsledky neboli zaslané na publikovanie aj v prestížnejších medzinárodných vedeckých časopisoch. Tento potenciál po rozpracovaní mali.

V habilitačnej práci oceňujem nielen aplikovaný aparát - kombinácia zhlukovej analýzy a rozhodovacích stromov, ale aj rozsah spracovaných reálnych údajov, získaných na základe dotazníkových šetrení, čo prispelo k zvýšeniu spoľahlivosti výsledkov použitých štatistických metód.

5. Pripomienky

- Vedecké články prezentované v práci boli publikované v rozpätí rokov 2008-2017, z tohto dôvodu mohla prvá časť obsahovať aj prehľad najnovších poznatkov a relevantných štúdií.
- V závere prvej časti práce by bolo vhodné uviesť náčrtok (nástin) budúceho zamerania výskumu autorky. Zhrnúť výhody a nedostatky použitých metód a uviesť najnovšie trendy v oblasti výskumu ktorou sa zaoberá.

Formálne náležitosti práce a úprava

Habilitačná práca je po formálnej stránke spracovaná kvalitne. Nasledovné formálne pripomienky nespochybňujú jej kvalitu

- Číslovanie strán práce v prílohách je nekonzistentné

- V zozname použitej literatúry chýbajú niektoré autorkine publikácie, na ktoré sa odvoláva a ktoré sú pripojené v prílohách.

Napríklad je to publikácia

Žambochová, M. "Cluster analysis of world's airports on the basis of number of passengers handled (case study examining the impact of significant events)," *Statistika*, Vol. 97, 2017, pp. 74–88. URL <https://www.czso.cz/documents/10180/45606527/32019717q1074.pdf/3e368588-3138-4b8f-b977-184a4571b95e?version=1.0>

Autorstvo tejto publikácie je v online databázach nesprávne uvádzané ako Marta, Z., čo odporúčam v súčinnosti s administrátormi online repozitárov opraviť.

6. Otázky a námety do rozpravy

1. V článku 7 autorka hodnotí na základe zhlukovej analýzy funkcionálnych údajov vplyv náhodných udalostí na vývoj odbavených pasažierov letiskami. Konštatuje, že výsledky segmentácie s veľkým počtom zhlukov boli neuspokojivé z hľadiska interpretácie napr. vplyvu erupcie sopky Eyjafjallajökull na Islande. V publikovanom článku nie je k dispozícii deskriptívna štatistika použitých údajov a z textu nie je jasné, koľko letísk zo skúmaného počtu bolo v Európe. Bolo by možné túto analýzu uspokojuivo realizovať s podskupinou iba európskych letísk, keďže práve časť tých bola erupciou postihnutá?
2. Vzhľadom na dynamiku a vplyv náhodných udalostí, aké údaje a ďalšie kvantitatívne metódy by bolo možné pre analýzu tohto typu aplikovať s cieľom využiť získané výsledky pre predikcie podporujúce kvalifikované rozhodnutia letiskového manažmentu?
3. Ako by autorka mohla sumarizovať výhody, nevýhody a perspektívy týchto pokročilých štatistických metód v rozhodovacom procese na úrovni podniku s využitím veľkých dát, data miningu resp. strojového učenia?
4. Aké bude ďalšie zameranie ekonomického výskumu autorky vo vzťahu k štatistickému aparátu ktorým sa zaoberá?

7. Záverečné hodnotenie

Predložená habilitačná práca zodpovedá požiadavkám kladeným na habilitačné práce v odbore Ekonomika a management a preto prácu odporúčam k obhajobe.

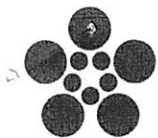
Po úspešnom obhájení habilitačnej práce **navrhujem** udeliť RNDr. Marte Žambochovej, PhD., vedecko-pedagogický titul „**docent**“ v odbore habilitačného konania Ekonomika a management.

V Nitre 5. apríla, 2021



prof. Ing. Ľubica Bartová, CSc.

oponent



Oponentní posudek habilitační práce

Název habilitační práce: Segmentace a klasifikace jako nástroje pro zvýšení efektivity rozhodování v období velkých dat

Autorka: RNDr. Marta Žambochová

Oponent: doc. Ing. Petr Řehoř, Ph.D. – Ekonomická fakulta JU v Č. Budějovicích

Habilitační práce má formu komentáře k 7 vědeckým a odborným publikacím zveřejněných v časopisech či sbornících zveřejněných v databázích WOS či Scopus. Autorka se zabývá využitím dvou pokročilých statistických metod (shluková analýza, rozhodovací stromy) v segmentačních a klasifikačních úlohách. Výsledky práce by měly být přínosem pro manažerské rozhodování v organizacích.

Formální aspekty disertační práce

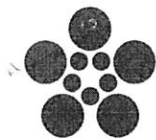
Předložená práce má okolo 130 stran (z toho 50 stran je komentář a 80 stran tvoří přílohy – tj. zveřejněné publikace v anglickém jazyce) a je členěná na 9 kapitol spolu ještě s předmluvou, úvodem, závěrem a prohlášením. Součástí je i použitá literatura a přílohy. Práce je psána jasně a srozumitelně a působí kompaktním dojmem. Použitý odborný jazyk je adekvátní potřebám textu. Pozitivně hodnotím jazykovou úroveň. Obrázky i tabulky jsou důležitou součástí komentáře a vhodným způsobem doplňují text, v textu jsou na ně uvedeny patřičné odkazy. V komentáři jsou některé články více rozebrány (popsány), o některých je jen krátká zmínka. Formální dojem kazí, že hlavní kapitoly nejsou na samostatné stránce a publikace v přílohách mají jiný typ písma. Třetí publikace je pak ofocená a je tak snížena kvalita její čitelnosti. V práci mi však chybí kapitoly cíle, metodika a diskuze.

Volba tématu a zhodnocení obsahu práce

Tématika využití statistických metod v manažerském rozhodování je aktuální a pro praxi i teorii velmi významná. V první kapitole Předmluva (2 strany) rozděluje autorka svých 7 publikací do 3 oblastí: rozhodovací stromy, shluková analýza a charakteristické rysy získaných skupin dat. Krátce zde charakterizuje dané publikace a uvádí jejich seznam. U 5 publikací je uvedena jako autorka sama, dvě zbylé publikace napsala v kolektivu. Publikace jsou z období od roku 2008 do 2017, 5 publikací bylo zveřejněno v časopisech a 2 publikace pak ve sbornících z vědeckých konferencí.

Druhá kapitola je nazvaná Úvod (1 a 1/4 strany). Tato část je již literární rešerší. Autorka zde uvádí, že je důležité analyzovat zákazníky a jejich potřeby, a také provádět segmentaci trhu. Bližší vymezení termínů zde však není. Pro segmentační a klasifikační úlohy se využívá celá řada statistických metod – jmenuje zde 4 metody, z nichž 2 použije ve své práci (publikacích). Proč byly použity zrovna tyto 2 metody? Jaké jsou jiné pokročilé statistické metody? Jaké mají výhody či nevýhody?

Ve třetí kapitole jsou částečně definovány rozhodovací stromy a vymezeny jejich charakteristiky. Některé odstavce nejsou citovány (např. 8 a 9 strana), je tomu tak i v dalších podkapitolách. Není zřejmé, zda daný text je citován z nějakého literárního zdroje, nebo jde o autorčin text. Uvedeny jsou i jednotlivé algoritmy pro vytváření rozhodovacích stromů. Jsou zde zveřejněny i funkce (vzorce), u kterých chybí uvedení zdroje literatury. Autorka



uvádí, že celá řada autorů tyto algoritmy rozpracovala, neuvádí však žádného z nich. Které autory měla na mysli? Rozhodovací stromy se využívají pro klasifikaci, to autorka uvádí na str. 14 a to na základě jen jednoho autora (You, 2015). Kteří další autoři se danou problematikou zabývají u nás či v zahraničí? Součástí kapitoly je i charakteristika tří publikací, ve kterých byly rozhodovací stromy autorkou využity. První publikace (2011) se týká možnostmi začít podnikat. Po zpracování dotazníkového šetření vyšlo, že mladší a nezaměstnaní mají vyšší ochotu k podnikání. Jaké doporučení pro tyto skupiny obyvatelstva navrhuje? Druhý článek (2013) zkoumal nezaměstnané z Ústeckého kraje dle jejich informovanosti a ochoty jít podnikat, zabývá se i povědomím o podporách a jejich využití mezi podnikateli. Proveden byl i průzkum občanů o jejich zájem o podnikání. Výsledkem bylo určení, že nezaměstnaní se nevidí v podnikání a podnikatelé nemají přehled o podporách podnikání (nejeví o ně zájem). Jaké zde autorka navrhuje doporučení pro zlepšení současného stavu? Jak zvýšit vnímání podpor a eliminovat bariéry pro začínající podnikatele? Ve třetím článku (publikace z přílohy) zkoumali (2015) 3 autoři u 836 respondentů v celé České republice opět jejich zájem o podnikání. Z výsledků vyplývá, že ochotni podnikat jsou lidé středního věku s nižším vzděláním a mladší muži s vysokoškolským vzděláním. Ve všech třech článcích byly použity klasifikační stromy. Proč tedy autorka uvádí v názvu kapitoly Rozhodovací stromy? Liší se tyto pojmy od sebe? Autorka těmito 3 články uzavřela své zkoumání v oblasti podnikání. Stav zkoumání proběhl již před 10 lety a to na různých vzorcích respondentů. Zajímavé by bylo zjištění současného stavu a porovnání zjištěných údajů. Došlo ke změně vnímání na podnikání? Pro koho by dané výsledky šetření byly užitečné? Jak by autorka zvýšila zájem o podnikání napříč všemi skupinami? Je na vysokých školách prostor pro více výuky z oblasti podnikání či podnikavosti?

Ve sborníkovém článku z přílohy z roku 2012 již byly použity rozhodovací stromy v návaznosti na shlukovou analýzu. Nejprve autorka vyzdvihuje vysoké školství a jeho přínos k rozvoji ekonomiky. Ve článku pak zkoumá u 1173 studentů UJEP, jak využívají 8 typů zdrojů informací. Dle výsledků patří mezi nejpobulárnější zdroje internet a učebnice. Jaké návrhy ke zvýšení informovanosti studentů autorka navrhuje? V další části kapitoly je definován pojem data mining. V publikaci z přílohy z roku 2008 byly v oblasti data miningu použity rozhodovací stromy bez propracované literární rešerše a srovnání s mezinárodními výzkumy a diskuzí. Využívají se v data miningu i jiné metody? Existují zde nějaké problémy při využití data miningu?

Čtvrtá kapitola se týká segmentace objektů. Nejprve je charakterizována shluková analýza a metody shlukování. Autorka se tím již zabývala ve své disertační práci z roku 2010. Shluková analýza se dle ní využívá v marketingu pro segmentaci zákazníků. Jinde se využít nedá? Jaké má přednosti tato metoda od ostatních vícerozměrných metod a jaké má naopak nevýhody? Ve článku (2014) z přílohy rozebírá metodu k-means a diskutuje v něm výhody a nevýhody možností shlukování. Článek tří autorů z přílohy z roku 2016 se zabývá analýzou 11389 spotřebitelů v Bratislavě. Na obrázcích 7 a 8 jsou zobrazeny 2 rozhodovací stromy. Výstupem článku bylo zjištění několika segmentů kupujících dle nákupních zvyklostí a jejich sociodemografických charakteristik. Jak byly dané výsledky v praxi uplatněny? Pomohly výsledky manažerům v oblasti obchodu? Změnili nějak segmentaci trhu a marketingovou komunikaci směrem ke spotřebitelům?

V dalším článku z přílohy z roku 2012 byla provedena segmentace zahraničních studentů se zájmem o studium na českých vysokých školách (1093 respondentů z 6 zemí). Ideálním studentem z hlediska ochoty a výše finančních prostředků je čínský student. Nevyšly by výsledky jinak, kdyby ve vzorku bylo více zemí? Proč je přínosné mít zahraniční studenty? A jak je získat? Autorka zde také uvádí, že jsou nutné nové koncepce financování veřejných



vysokých škol. Jaké konkrétně má na mysli? Jak hodnotí financování VŠ a má zde nějaká doporučení?

Pátá kapitola se nazývá: Hledání charakteristických rysů mnohorozměrných objektů. Součástí této kapitoly se stal článek z přílohy z roku 2017. Autorka se v něm zabývala aplikací shlukové analýzy funkcionálních dat a to u 838 letišť a jejich odbavených pasažérů. Je zde stručně zmíněn význam letecké dopravy, dále strategie Průmyslu 4.0 i analýza velkých dat. Letiště byly rozděleny do 8 shluků, zjištěné výsledky byly konfrontovány se 3 články jiných autorů. Jaké praktické dopady mají tyto zjištěné výsledky? Nedožvěděl jsem se také, jaké jsou charakteristické rysy mnohorozměrných objektů?

V kapitole 6 je již uveden závěr práce. V první větě je uveden cíl práce: rozšířit současný stav poznání v oblasti segmentace a klasifikace při analýze dat v oblasti společenských věd a zhodnocení současných přístupů a návrh vlastních modifikací. Uvedení cíle mělo předcházet celé práci. Musím konstatovat, že cíl nebyl zcela naplněn. Jak autorka zhodnotila současné přístupy? Čím rozšířila současný stav poznání? Jaké modifikace byly navrženy? Výsledky publikací (analýz) jsou dle autorky základním nástrojem rozhodování a zvýšení jeho efektivity. Jak a u koho se zvýšila efektivnost? Autorka konstatuje využití těchto metod (segmentace, klasifikace) v oblasti školství, obchodu a podnikání. Kam patří letiště, které také analyzovala? V daných oblastech zpracovala data ve svých 7 publikacích. Zde částečně nastiňuje i jejich využití v daných odvětvích dle jiných studií (např. obchod – Kita) nebo interního výzkumu, na kterém se podílela (vysoké školy). Na závěr konstatuje, že statistická analýza dat je užitečná pro praxi. Pro koho konkrétně? Zcela zde chybí uvedení přínosů práce.

Otázky k diskuzi

K habilitační práci mám následující otázky, které by měly být v případě její obhajoby zodpovězeny:

Jaké jsou přínosy práce pro teorii, vědu a praxi?

Pro jaké typy organizací (velikost, odvětví) jsou výsledky práce nejpřínosnější? Jak v těchto odvětvích konkrétně použité metody pomohou?

Srovnajte své výsledky se zahraničními výzkumy. Kam se svým výzkumem autorka posunula? Co nového do zkoumané oblasti přináší?

Jak se zvýší efektivita rozhodování po použití těchto nástrojů? Jde to změřit? Jak je nákladné využití těchto zkoumaných metod v organizacích?

Co rozumí autorka pod pojmem období velkých dat? Jaká jsou jiná období?

Závěrečné doporučení

Autorka ve své habilitační práci prokázala schopnost samostatné tvůrčí vědecké práce a dobrou znalost zkoumaného tématu. Práce přinesla některé nové poznatky a je doplněna i velmi kvalitní publikační činností. I přes výše uvedené připomínky či nedostatky navrhuji práci k obhajobě a po jejím úspěšném obhájení doporučuji udělit uchazečce titul doc v programu Ekonomika a management.

V Nové Hradě, 21.3. 2021


doc. Ing. Petr Rehoř, Ph.D.



RNDr. Marta Žambochová, Ph.D.
posudek habilitační práce

Předložená habilitační práce se skládá ze sedmi publikovaných autorčiných článků doplněných o podrobný úvodní komentář, který dokládá nadhled autorky nad danou problematikou. Jednotlivé články byly publikovány v recenzovaných časopisech (pět) a recenzovaných sbornících (dva). V převážné většině článků (pět) je habilitantka jedinou autorkou, dvě práce jsou se spoluautory. Podíl RNDr. Žambochové v nich je podstatný.

Jednotlivé práce se vztahují ke třem důležitým oblastem statistiky, jimiž se jmenovaná v posledních letech zabývala. Jedná se především o:

1. Klasifikaci velmi velkých nestandardních dat.
2. Shlukovou analýzu, její aplikace a odpovídající výpočetní postupy.
3. Aplikace klasifikačních a segmentačních postupů v ekonomické praxi.

Ve všech člancích jsou netriviálně použity pokročilé matematické, stochastické a optimalizační metody. Podstatný je přitom především autorčin přínos na poli aplikací. Překryv s disertační prací autorky je pouze „ideový“, týká se myšlenky použití segmentačních metod pro analýzu mnohorozměrných dat. Faktický překryv jsem neshledal.

Musím konstatovat, že nejenom pro oponenta, ale i pro celou komisi, je radostí posuzovat takovéto práce, jejichž věcná správnost prošla kritickou kontrolou recenzentů a čtenářů kvalitních časopisů, a byla tak prokázána jejich odborná relevance. Proto bych se vyjádřil spíše k některým zajímavým aspektům předložené práce.

Z jednotlivých zahrnutých článků i z příloženého souhrnu všech publikací je zřejmé, že v uplynulých zhruba devíti letech se autorka soustředila na analýzu mnohorozměrných, nehomogenních datových souborů z oblasti tak zvaných velkých dat (big data). Tato data mají zpravidla značně nehomogenní náhodnou strukturu, což způsobuje, že jejich analýza standardními postupy matematické statistiky není možná. V takových případech je proto třeba nejprve v datech nalézt menší homogenní podsoubory (segmenty), a teprve ty následně analyzovat standardními metodami.

Pro výše zmíněnou segmentaci dat je možné použít více postupů. V oblasti klasifikace se autorka dlouhodobě soustřeďuje na tak zvané regresní stromy a lesy. Druhý přístup představují metody shlukové analýzy. Jakkoliv pro řadu uvažovaných situací existuje standardní programové vybavení, pro analýzu obzvláště velkých dat mnohdy nestačí. Při hledání (sub)optimálních řešení proto autorka s úspěchem aplikuje jí navržené a naprogramované algoritmy, jež podstatnou měrou využívají stochastické optimalizační postupy, a výpočty mimo jiné podstatně urychlují. Zde bych rád vyzdvihнул, že vedle matematicko-statistického modelování a následné interpretace autorka věnuje velkou pozornost právě výpočetní stránce studovaných postupů. Tento aspekt, bohužel často přehlížený, je přitom pro prosazení se (mezi mnoha jinými navrhovanými postupy a metodami) klíčový.

Jak jsem již opakovaně uvedl, řada prací RNDr. Žambochové kombinuje netriviální problémy modelování socio-ekonomických dat se stochastickými postupy. Názorně se tak ukazuje, jak potřebná je spolupráce statistiků se specialisty z jiných oborů, například při plánování způsobu sběru dat, apod. Jsem přesvědčen, že pokračování této spolupráce může přinést další zajímavé výsledky.

Jednotícím prvkem předložené habilitace je použití pokročilých postupů současné mnohorozměrné statistiky, jakými jsou klasifikace a shluková analýza, pro řešení závažných socio-ekonomických problémů. Také bych rád vysoce ocenil fakt, že v době, kdy to nebylo „módou“ jako dnes, se autorka nebála použít stromové algoritmy. Značný potenciál dalšího rozvoje osobně vidím v úloze segmentace funkcionálních dat, který autorka začala studovat jako jedna z prvních u nás.

Pro potřeby obhajoby by mne zajímalo, zda:

- navržené postupy jsou i nadále rutinně nasazovány v praxi na ÚJEP pro typologii zahraničních studentů a jejich vyhledávání;
- zda, a jak, byl vyčíslen ekonomický přínos postupů popisovaných v práci při plánování občanské obslužnosti na Slovensku;
- jaká je autorčina zkušenost s dlouhodobým reálným fungováním navržených postupů.

Závěrem bych rád konstatoval, že celkový přínos předložené práce spočívá především v kombinaci moderních matematických a stochastických postupů s potřebami ekonomické praxe v případě analýzy nehomogenních náhodných dat. Jedná o přehledně sepsanou habilitační práci, jež má dobrou logickou strukturu. Je v ní jasně vymezeno, ze kterých poznatků autorka ve svém výzkumu vycházela, a co je jejím vlastním přínosem. Toto vše podle mého názoru ukazuje na její dobré pedagogické schopnosti. Rád bych podotkl, že v práci se prakticky nevyskytují překlady ani pravopisné chyby, což dle mé zkušenosti není v dnešní době pravidlem ani u akademických kvalifikačních prací. Typografická úroveň práce je průměrná.

Vzhledem ke všem výše uvedeným skutečnostem jsem přesvědčen, že RNDr. Marta Žambochová, Ph.D., prokázala jak schopnost samostatné tvůrčí práce, tak schopnost pokročilé metody matematické statistiky, ekonometrie a managementu tvůrčím způsobem rozvíjet a především aplikovat. Konstatuji, že habilitační práce dokládá původní vědecký přínos i pedagogické schopnosti její autorky, a odpovídá požadavkům zákona č. 111/1998 o vysokých školách. **Doporučuji proto, aby po úspěšné habilitační přednášce a obhajobě habilitační práce byla RNDr. Martě Žambochové, Ph.D., přiznána habilitace na Ekonomické fakultě Jihočeské Univerzity v Českých Budějovicích.**

V Praze 17. března 2021



Prof. RNDr. Jaromír ANTOCH, CSc.