

## Posudok na prácu

### Analyza modelov diskkrétnej voľby a ich aplikácia

**Doktorand:** Ing. Zuzana Fíglová

**Oponent:** prof. Ing. Mgr. ek. Jaroslav Husár, CSc.

Vedecká hodnota diela predpokladá tvorivú prácu. Z tohto pohľadu som sa zamyslel aj nad prácou Ing. Z. Fíglovej. Hodnotu tohto diela som si všímal z hľadiska prínosu nových informácií, z hľadiska, či prinieslo neočakávané informácie o realite, či hľadá pravdu, či je kritické voči overeným tvrdeniam. Hodnota tohto diela je pre niektorého konkrétneho príjemcu (rozhodovateľov v mnohých oblastiach ekonomickej reality) veľká. Hodnotil som tiež nadväznosť tohto diela na iné texty, vedecké články a knihy.

Hneď na začiatku by som rád zdôraznil, že Ing. Fíglová je predovšetkým tvorcom koncepcie textu, pôvodcom jeho veľkej komplexnosti, funkčnosti a štruktúrovanosti. V práci je vyjadrený súbor poznatkov, názorov, skúseností a vedomostí autorky. Všetko toto sa konkrétnym spôsobom odráža v tomto vedeckom texte. Pochopiteľne, že sa môžeme pýtať na komunikačný dosah tohto diela. Tématizácia, čiže selekcia vedeckých problémov a aj jazyk (matematický) naznačujú, že príjemcov je iste menej ako príjemcov literárneho diela. To však nehovorí, že význam práce je malý. Naopak, že sa pohybuje na takej úrovni komunikácie, ktorá je zrozumiteľná iba vzdelanému čitateľovi, hlavne ekonómovi a ekonometri.

Rád by som zdôraznil autorkinu vedeckú koncepciu textu, teda vedomú stratégiu vzhľadom na riešenie problému. Jej oblasť je dnes v literatúre široko zastúpená, ale jej riešenia sú originálne. Cítiť, že chceta vyvolať zážitok z čítania diela u rozhladeného čitateľa. K tomu prispôsobuje aj tematické spracovanie práce, jeho kompozíciu a výber matematicko-(jazykovo)-štylistických prostriedkov. Jej autorská koncepcia textu sa vytvorila pod vplyvom autorského zámeru. A ten zreteľne vyjadrila v ciele a následne v získanom riešení a analýze modelov. Jej zámer vznikol aj na pozadí postoja autorky k realite, známym poznatkom z tejto oblasti, teda pravdepodobnostných modelov.

Obhajovaná dizertačná práca mala viacero vedeckých cieľov. Tie sa odrazili aj v štruktúre diela, DP. V prvej časti práce sa venovala objasneniu mikroekonomických východísk teórie spotrebiteľského správania neoklasickej ekonomickej školy. Túto časť hodnotím veľmi dobre zato, že u nás dostupné práce dejín ekonomickej teórie opisujú vážne problémy veľmi povrchne. Prístup dizertantky by mohol byť pojatý do učebných textov bez zmien. Autorka sa s dôkladnosťou príslušnou vedeckej práci vysporiadala aj s opisom modelov diskkrétnej voľby. Veľmi si dala záležať na matematickej formulácii najpoužívanejších modelov diskkrétnej voľby, problémy ich odhadu a samozrejme nutnosť ich vzniku (logit model).

V časti 3.1 Vznik logitu a probitu bolo možné na konkrétnom príklade uviesť, že známy LPM (linear probability model) ukázal svoje slabosti a teória musela riešiť konkrétny problém (s. 32). Vieme, že ak parametre LPM odhadujeme OLS metódou, tvorca modelu sa nevyhnutne stretne s niekoľkými problémami: náhodný člen  $u_i$  nepodlieha normálnemu rozdeleniu, náhodný člen  $u_i$  heteroskedastický, ale hlavne to, že hodnoty závisle premennej  $Y_i$  by mali byť z intervalu (0,1) a nakoniec aj to, na čo viackrát poukázala aj dizertantka a to, že LPM predpokladá, že miera zmeny pravdepodobnosti na jednotku zmeny hodnoty explanatórnej premennej je konštantná (rovnajúca sa hodnote sklonu). Pri jeho aplikácii sa vyskytli negatívne pravdepodobnosti, čo je neprijateľné. Na riešenie problémov autorka ukázala vo

vzťahoch 4.5 až 4.9. Veľmi starostlivo rozobrala autorka nedostatky modelu LPM a ich riešenie v časti 4.3.2.

Autorka poukázala na to, že aké sú alternatívy. Boli to predovšetkým logit a probit modely. Pojem *odds ratio*, ktorý doktorandka preložila ako podiel pravdepodobností by možno vzhľadom na realitu, ktorú modelujeme modelmi typu logit by sme ho mohli nazvať pomerom šancí (použila ho v aplikačnej časti). Prirodzený logaritmus tohto podielu sa volá logit. Autorka správne upozorňuje, že logit model nám neposkytuje pravdepodobnosti priamo (LPM ano), musíme ich vypočítať antilogaritmovaním. Čo je dôležité, ako hovorí doktorandka, matematika logit modelu garantuje, že pravdepodobnosti, ktoré z modelu dostaneme budú v logických hraniciach 0 a 1. Dôležité je aj to, že pravdepodobnosť zabezpečenia A (čo chceme v závisle premennej) nerastie lineárne – teda konštantnou čiastkou – s jednotkovou zmenou explanatórnej premennej. Naopak, pravdepodobnosť sa blíži k nule menšou a menšou rýchlosťou, ak sa hodnota explanatórnej premennej blíži k menším a menším hodnotám a pravdepodobnosť sa blíži k 1 s menšou a menšou rýchlosťou, ak sa hodnota explanatórnej premennej blíži k väčším a väčším hodnotám. Autorka zdôvodnila, prečo sa nedá použiť OLS v prípade logit modelu. Nepoznáme totiž závisle premennú  $\ln(P_i/1 - P_i)$ . Práca rozoberá aj to, že ako sa odhadne logit, ak máme klasifikované dáta. Ak by sme na pravej strane logit modelu mali lineárny vzťah, môžeme použiť známu OLS metódu. Aj explanácia modelu probit je na veľmi dobrej úrovni. Hodnotím aj to, že dôraz je položený na správanie sa marginálneho efektu probitového modelu. Vedeckú diskusiu (aj kritickú) si možno zaslúžili úvahy na s. 56, resp. vzťahy 4.52, 4.53 a 4.54. Vzniknuté problémy riešili autori a navrhli úpravy, napr. aj spomínaný Amemiya. Vzniká otázka prečo tak?

Namáhavou oblasťou je testovanie hypotéz u modelov diskkrétnej voľby. Aj tu vznikajú problémy, ktoré sú známe z testovacích procedúr v regresnej analýze. Ak sme odhadli ekonometrický model ako polynom tretieho stupňa, mohol v ňom vystupovať absolútny člen (ten však v realite nemusí byť, hoci test ho nezamietol). Mohli sme vzniesť požiadavku, aby tam nebol. Ale to zmení ostatné koeficienty. Domnievam sa, že testovanie zhody modelu s údajmi vyvolalo v literatúre veľké diskusie. Spracovanie problémov v časti 4.6 je na štandardnej úrovni.

Náročnosť skúmanej problematiky v DP dokumentuje kapitola 5. V nej sa analyzujú modely multinomickej diskkrétnej voľby. Náročnosť stúpa tým, že kvalitatívne rozdiely medzi premennými vyžadujú definovať umelé premenné tak, aby indikovali kvantitatívne rozdiely každej z uvažovaných variant. Opísaný je model neusporiadanej voľby a model usporiadanej voľby a nakoniec viacrozmerné modely diskkrétnej voľby. Opis modelov je opretý o známych autorov, čo dokumentuje rozhladenosť doktorandky. Pri jej erudícii bol možný aj hlbší vedecký rozbor.

V poslednej kapitole doktorandka využila teóriu, ktorú uvádza v predchádzajúcich častiach a modely aplikovala. Jedna oblasť aplikácie sa týkala vybavenosti domácností predmetmi dlhodobej spotreby a druhá oblasť je venovaná analýze kreditného skórovania. V časti 6.1 sa doktorandka venuje vybavenosti domácností predmetmi dlhodobej spotreby (pripojenie na internet). Údajovou bázou boli konkrétne výsledky Českého statistického úradu v spojitosti so štetrením sociálnej situácie domácností v Čechách v roku 2001. LPM model vykázal vlastnosti, ktoré autorka uviedla v teoretickej časti. Logitový model sa mi zdá citlivý pri interpretácii získaných výsledkov.

Druhá aplikácia sa týka skórovania kreditných rizík. Na analýzu a predikciu kreditného skórovania doktorandka získala údaje leasingovej spoločnosti. Výberový súbor bol rozdelený do troch kategórií. O každom klientovi bolo k dispozícii 10 hlavných kategórií vysvetľujúcich premenných multinomického logitového modelu. Autorka však najskôr urobila analýzu vysvetľujúcich premenných, čo je vždy významný krok pri konštrukcii akéhokoľvek ekonometrického modelu. Odhad logitového modelu multinomickej voľby vychádzal zo 720, 180 a 220 klientov roztriedených podľa ňou definovaných kategórií. Hodnoty pomeru šancí dávajú konkrétny obraz o výberovom súbore a sú dobrým základom analýzy. Predikované pravdepodobnosti u MLM a marginálne efekty (čo je významná vlastnosť logit a probit modelov) u MLM sú vypočítané podľa vzťahu (5.27) resp. (5.28). Z praxe je známe, že multinomický probitový model je veľmi náročným na výpočet. Nie je bežne vypočítateľný (napr. v Exceli) a často vyžaduje aj doprogramovanie. Doktorandka využila *PcGive* a modul *DCM*. V práci som však nenašiel hodnoty odhadnutých parametrov probitového modelu. Analyzovaný je iba logitový model. Prečo?

V teoretickej časti práce autorka ukázala, že jednotlivci, podniky a vlády musia uskutočňovať výber, a to *ako, čo a pre koho*. Domácnosti sa musia rozhodnúť koľko alternatívnych tovarov a služieb nakúpiť; podniky sa musia rozhodnúť koľko alternatívnych zdrojov použiť, aby vyrobili alternatívne outputy. Povedzme, že jednotlivec sa rozhoduje medzi dvomi alternatívami. Ak budeme predpokladať, čo zdôrazňuje dizertantka, že ten jednotlivec získa určité množstvo utility z každého z outputov, potom je logické očakávať, že jednotlivec sa rozhodne pre tú alternatívu, ktorá mu poskytne väčšiu utilitu. Tieto modely predpokladajú, že jednotlivci konajú tak, že maximalizujú svoju utilitu. Toto mohla doktorandka v aplikáciách viac zvýrazniť (analyzovať). V práci je tento výber matematicky formulovaný. Ako ekonómovia sa snažíme pochopiť, vysvetliť a predikovať voľbu, ktorá sa zrealizuje. Z tohto pohľadu zvýrazňujem to, že autorka zdôvodnila, že na to aby sa urobila voľba (výber) najlepšie je skonštruovať ekonomické modely utility, ktorá sa dá odvodiť z výberu konkrétnej alternatívy  $j$  ( $j = 1$  alebo  $0$ ). Model však musí byť konzistentný s procesom generovania diskretných výberových dát. Výsledok je náhodný a nemôžeme ho predikovať s určitosťou (čo si jednotlivec zvolí). Voľba závisí od pozorovateľných, ba rovnako významne aj od nepozorovateľných charakteristík jednotlivca (podniku, vlády,...). Čo je významné je fakt, že konštruované modely typu logit a probit vysvetľujú správanie voľby (vzhlľadom na utilitu). Probit a logit modely, ako dokazuje práca, možno rozšíriť na mnohonásobné situácie volieb. Práca obsahuje aj charakteristiku viacerých už aplikovaných rôznych logit a probit modelov – ekonomický model vysvetľujúci prečo si určitý jednotlivec zvolil prvé, druhé, či tretie zamestnanie, ekonomický model, prečo vláda poskytne rozvojové granty určitým regiónom a prečo nie iným. Spolu s jej vlastnými aplikáciami v tejto práci možno hovoriť o variete okolností, v ktorých sa logit a probit modely diskretnej voľby použili, čo dokazuje hodnotu tohto modelovacieho nástroja pri riešení problémov.

Na dizertačnej práci Ing. Fíglovej hodnotím aj praktickú aplikáciu teórie z prvých kapitol. Ide o prínos nových vedomostí a riešení. Táto časť vyžadovala aktívnu spoluprácu autorky s hospodárskou praxou a intenzívne využitie existujúceho programového vybavenia obohateného a vlastné programovanie. Vychádzajúc z úrovne dôkladného opisu a analýzy ekonomickej podstaty a teórie modelov diskretnej voľby (typu logit a probit) v prvých kapitolách, mám dojem, že doktorandka túto dôslednosť nedosiahla v oblasti interpretácie získaných výsledkov. Pritom správanie sa napr. domácností je v súčasnosti dominantným fenoménom správania sa ekonomického systému v Čechách aj na Slovensku. Vieme, že práve ľudia menia spôsob svojho správania sa. Musí to dobre poznať tvorca hospodárskej politiky. Trpezlivý rozbor výsledkov modelov na báze údajov výberového šetrenia ČSÚ ČR a údajov

leasingovej spoločnosti a aj zovšeobecnenie poznatkov, ako dôležitá tvorivá práca, však môže byť predmetom vedeckého článku. Autorka preukázala aj rozsiahlu znalosť literatúry, čo sa prejavilo v nadväznosti diela na iné vedecké texty, čo iste ocení konkrétny príjemca z tejto oblasti vedeckej činnosti. Z komunikačného hľadiska sa doktorská práca vyznačuje dobrými výrazovými vlastnosťami, čím predovšetkým myslím jazykové a štylistické prostriedky. V odpovedi by doktorandka mohla rozobrať problém prečo si myslí, že minulé správanie subjektov je dobrým prediktorom budúceho správania (trvalý predpoklad ekonometrických modelov).

Každý dobrý vedecký spis obsahuje aj kontroverzné tvrdenia, čo dokazujú aj paradoxy vedy, aj v takej prísnej vede ako je matematika. Tým je však zaručený rozvoj vedy.

Predloženú dizertačnú prácu doporučujem na obhajobu a po jej úspešnom obhájení navrhujem udeliť titul

Philosophae Doctor (PhD)

Bratislava 22. mája 2006

Prof. Ing. Mgr. ek. Jaroslav Husár, CSc.  
Ekonomická univerzita Bratislava