

Klasifikácia priemyselných podnikov podľa efektívnosti pomocou diskriminačnej analýzy

Mária Vojtková

Katedra štatistiky, Fakulta hospodárskej informatiky, Ekonomická univerzita

Abstrakt a ciele práce:

Zaujímavé aplikácie diskriminačnej analýzy nachádzame v rôznych oblastiach spoločenského života. Jej podstata spočíva v skúmaní závislosti jednej kvalitatívnej (klasifikačnej) premennej od niekoľkých kvantitatívnych premenných. Následne sa hľadajú zákonitosti v rozdelení do skupín a formuluje sa pravidlo, ktoré umožní zaradiť nový objekt do konkrétnej skupiny podľa hodnôt jeho premenných.

Predmetom tohto príspevku je aplikácia diskriminačnej analýzy pri sledovaní ekonomickej efektívnosti priemyselných podnikov zaradených do 40 oddielu Odvetvovej klasifikácie ekonomických činností – „výroba a rozvod elektriny, plynu, pary a teplej vody“. Ide o anonymizované údaje poskytnuté pre vedecké účely zo Štatistického úradu SR. Cieľ analýzy môžeme sformulovať do niekoľkých krokov:

- klasifikácia priemyselných podnikov do skupiny efektívnych (0) resp. neefektívnych (1) podnikov podľa vybraných ukazovateľov efektívnosti,
- overenie štatistickej významnosti vybraných ukazovateľov ekonomickej efektívnosti vzhľadom k ich zaradeniu do diskriminačnej analýzy,
- overenie presnosti klasifikačnej analýzy pomocou reklasifikácie pôvodného súboru podnikov a krížové overenie presnosti,
- porovnanie techník presnosti klasifikácie.

Podrobnejší popis:

Jedným z predpokladov použitia diskriminačnej analýzy je presné definovanie skupín štatistických jednotiek (objektov). Skupiny môžu byť definované viacerými spôsobmi:

- objektívnymi okolnosťami (rozčlenenie podnikov podľa OKEČ, rozčlenenie miest podľa okresov, krajov a pod.),
- expertným posúdením (na základe posúdenia skupiny odborníkov v danej oblasti),
- štatistickými metódami (členenie priemyselných podnikov z hľadiska efektívnosti ich hospodárenia pomocou metód viackriteriálneho porovnávania alebo zhlukovej analýzy, rozčlenenie obyvateľov podľa kvartilov a pod.).

Zaujímalo nás zaradenie podniku do skupiny efektívnych (0) resp. neefektívnych (1) priemyselných podnikov, pričom pri analýze boli použité tieto ukazovatele ekonomickej efektívnosti:

PH/ZAM	-	produktivita práce z pridanej hodnoty,
TRZBY/ZAM	-	produktivita práce z tržieb predaja vlastných výkonov a služieb,
V/CK	-	produktivita celkového kapitálu z výnosov,
PH/TRZBY	-	podiel pridanej hodnoty na tržbách,
Z/V	-	rentabilita výnosov t.j. ziskovosť,

Z/PH	-	rentabilita pridanej hodnoty,
ZAV/POHL	-	koeficient prvotnej platobnej neschopnosti,
CK/ZAM	-	vybavenosť zamestnanca celkovým kapitálom,
(ZAS/TRZBY)*360	-	doba obratu zásob,
(POHL/TRZBY)*360	-	doba splatnosti pohľadávok,
(ZAV/TRZBY)*360	-	doba splatnosti záväzkov.

Kde Z je výsledok hospodárenia pred zdanením, V sú výnosy, TRZBY sú tržby z predaja, CK je celkový kapitál (pasíva spolu), PH je pridaná hodnota, ZAS sú zásoby, ZAV sú záväzky, POHL sú pohľadávky a ZAM je priemerný počet zamestnancov v prepočítaných osobách.

Pôvodný vstupný súbor obsahoval iba vypočítané vybrané ukazovatele efektívnosti na základe, ktorých sme sa potrebovali rozhodnúť, či priemyselný podnik patrí medzi efektívne resp. neefektívne podniky. V tejto analýze sme na rozdelenie podnikov podľa efektívnosti využili jednu z metód viackriteriálneho hodnotenia, ktorá prihliada k relatívnej variabilite jednotlivých ukazovateľov. Ide o metódu normovanej premennej. Výsledky tejto metódy sú menej citlivé na extrémne hodnoty ukazovateľov v súbore. Aby podnik dosiahol dobré umiestnenie, musí mať dobré výsledky vo všetkých skúmaných ukazovateľoch, nestačí dosiahnuť vynikajúci výsledok len v jednom, či malom počte ukazovateľov. Podstatou tejto **metódy normovanej premennej** je prevod rôznych hodnôt ukazovateľov na porovnateľný tvar (bezrozmerné číslo) – tzv. normovanú premennú. Výslednú charakteristiku – integrálny ukazovateľ vypočítame ako vážený aritmetický priemer normovaných hodnôt ukazovateľov. Nakoniec stanovíme poradie podnikov podľa veľkosti priemernej hodnoty normovaných veličín (čím vyššia hodnota, tým lepšie poradie).

Na základe hodnôt integrálneho ukazovateľa (v našej analýze ide o klasifikačnú premennú) boli jednotlivé priemyselné podniky zaradené do spomínaných dvoch skupín. Skupinu 0 – efektívne podniky, tvoria tie podniky pre ktoré dosiahol integrálny ukazovateľ efektívnosti kladnú hodnotu. Skupinu 1 – neefektívne podniky zahŕňajú priemyselné podniky so zápornou veľkosťou integrálneho ukazovateľa efektívnosti. Výsledkom rozčlenia súboru boli dve rovnako početné skupiny obsahujúce 48 priemyselných podnikov.

Ďalej sme sa zaoberali aplikáciou krokovej diskriminačnej analýzy, pričom jej použitie si vyžaduje aspoň asymptotické viacrozmerné normálne rozdelenie v rámci skupín prípadne miernejším predpokladom je symetria rozdelenia jednotlivých skupín.

Pri analýze efektívnosti bolo vybratých väčšie množstvo ukazovateľov, pričom nás zaujímalo, ktoré z vybraných ukazovateľov najlepšie rozlišujú uvedené skupiny. Jedným zo spôsobov ako overiť významnosť uvedených diskriminačných premenných bola práve aplikácia spomínanej krokovej diskriminačnej analýzy. Existuje niekoľko možností ako ju môžeme uskutočniť avšak vzhľadom k tomu, že medzi niektorými dvojicami vybraných ukazovateľov existovala štatisticky významná závislosť použili sme Stepwise selection.

Výstup uvedenej analýzy je pomerne rozsiahly. V našom prípade pozostáva z ôsmich krokov, pri ktorých sa postupne zaraďujú do diskriminačnej funkcie jednotlivé ukazovatele podľa ich prínosu z pohľadu diskriminácie. Ich prínos je vyjadrený prostredníctvom parciálneho koeficienta determinácie. Na každom kroku sa súčasne overuje, či ukazovateľ, ktorý už vstúpil do analýzy nie je potrebné znovu vyradiť. Celý postup končí v prípade, že žiaden z ukazovateľov už nemá štatisticky významný vplyv na diskrimináciu a súčasne všetky ukazovatele, ktoré už boli zaradené sú stále významné. Vzhľadom k rozsahu uvádzame iba výstup z posledného ôsmeho kroku spolu so súhrnnou informáciou.

Statistics for Removal, DF = 1, 88			
Variable	Partial R-Square	F Value	Pr > F
PH/ZAM	0.0396	3.63	0.0602
V/CK	0.1296	13.11	0.0005
Z/V	0.1853	20.02	<.0001

Statistics for Removal, DF = 1, 88			
Variable	Partial R-Square	F Value	Pr > F
Z/PH	0.0446	4.11	0.0457
ZAS/TRZBY	0.2486	29.11	<.0001
POH/TRZBY	0.0665	6.27	0.0141
ZAV/TRZBY	0.1877	20.33	<.0001

Obr. 1 Premenné vstupujúce do diskriminačnej analýzy

Statistics for Entry, DF = 1, 87				
Variable	Partial R-Square	F Value	Pr > F	Tolerance
TRZBY/ZAM	0.0001	0.01	0.9174	0.3189
PH/TRZBY	0.0133	1.17	0.2826	0.3243
ZAV/POH	0.0195	1.73	0.1920	0.1779
CK/ZAM	0.0050	0.44	0.5097	0.1739

Obr. 2 Premenné nezaradené do diskriminačnej analýzy

Podľa obr. 3 vidíme, že na rozlíšenie efektívnych a neefektívnych priemyselných podnikov stačí uvedených sedem ukazovateľov. Žiaden z vybraných ukazovateľov nebol počas analýzy opätovne vyradený, čiže všetky môžeme považovať za štatisticky významné. V súhrnnej tabuľke je test parciálnych koeficientov determinácie jednotlivých ukazovateľov doplnený o test pomocou Wilksovej Lambda i priemerného koeficienta kanonickej determinácie, ktoré iba potvrdzujú zistený výsledok.

Presnosť klasifikácie sme overili dvomi spôsobmi pomocou reklasifikácie i krížového overenia presnosti.

Stepwise Selection Summary										
Step	Number In	Entered	Removed	Partial R-Square	F Value	Pr > F	Wilks' Lambda	Pr < Lambda	Average Squared Canonical Correlation	Pr > ASCC
1	1	Z/V		0.2376	29.29	<.0001	0.76242213	<.0001	0.23757787	<.0001
2	2	ZAV/TRZBY		0.1488	16.25	0.0001	0.64899517	<.0001	0.35100483	<.0001
3	3	ZAS/TRZBY		0.2059	23.85	<.0001	0.51536846	<.0001	0.48463154	<.0001
4	4	V/CK		0.0931	9.35	0.0029	0.46736935	<.0001	0.53263065	<.0001
5	5	PH/ZAM		0.0617	5.92	0.0169	0.43852035	<.0001	0.56147965	<.0001
6	6	POH/TRZBY		0.0489	4.57	0.0352	0.41708668	<.0001	0.58291332	<.0001
7	7	Z/PH		0.0446	4.11	0.0457	0.39847532	<.0001	0.60152468	<.0001

Obr. 3 Súhrnná informácia o jednotlivých ukazovateľoch podľa krokov

Number of Observations and Percent Classified into SKUPINA			
From SKUPINA	0	1	Total
0	48 100.00	0 0.00	48 100.00
1	11 22.92	37 77.08	48 100.00
Total	59 61.46	37 38.54	96 100.00
Priors	0.5	0.5	

Number of Observations and Percent Classified into SKUPINA			
From SKUPINA	0	1	Total
0	48 100.00	0 0.00	48 100.00
1	10 20.83	38 79.17	48 100.00
Total	58 60.42	38 39.58	96 100.00
Priors	0.5	0.5	

Error Count Estimates for SKUPINA			
	0	1	Total
Rate	0.0000	0.2292	0.1146
Priors	0.5000	0.5000	

Error Count Estimates for SKUPINA			
	0	1	Total
Rate	0.0000	0.2083	0.1042
Priors	0.5000	0.5000	

Obr. 4 Klasifikačná matica pri krížovom overení presnosti

Obr. 5 Klasifikačná matica pri použití resubstitúcie

V oboch prípadoch pri overení presnosti klasifikácie dochádza ku chybe v skupine priemyselných podnikov, ktoré považujeme za neefektívne hospodáriace. Ide o 10 až 11 podnikov, ktoré sú chybné zaradené do skupiny neefektívnych avšak podľa výsledkov diskriminácie patria do skupiny efektívnych. Komplexná charakteristika predikčnej presnosti je 88,54% a 89,58% v závislosti od použitej metódy overenia. Ide o pomerne vysoký podiel správne zaradených podnikov i keď podmienky použitia lineárnej diskriminačnej funkcie nie sú celkom dodržané. Ak pri klasifikácii použijeme kvadratickú diskriminačnú funkciu komplexná charakteristika predikčnej presnosti je 90,62%, čo je iba nepatrný nárast. Z toho dôvodu v dôsledku jednoduchosti dávame prednosť lineárnej diskriminačnej funkcie.

Záver:

Z cieľa diskriminačnej analýzy vyplýva, že nás zaujímal rozdiel medzi jednotlivými skupinami podnikov alebo presnosť ich zaradenia do skupiny efektívnych resp. neefektívnych. Metóda pracuje najlepšie, ak poznáme jednu klasifikačnú premennú (integrálny ukazovateľ) a niekoľko kvantitatívnych nezávislých premenných (napr. ukazovateľov efektívnosti). V tomto prípade diskriminačná analýza poskytuje objektívne vyčíslenie rozdielu medzi skupinami a nakoniec pre klasifikačné účely umožňuje zaradenie podniku do vopred zadefinovaných skupín. Umožňuje tiež podobné zaradenie pre nový objekt (podnik), ktorý nebol predmetom analýzy, avšak sleduje uvedené ukazovatele efektívnosti, čím poskytuje veľmi široké uplatnenie v praxi.

Použité SAS moduly a nástroje:

Samotné spracovanie je uskutočnené v aplikácii SAS EG verzia 4.0.
Použitý modul SAS/STAT - procedúry Standardize, Discrim, Stepdisc, Print.

Zdroj údajov:

Údaje poskytnuté pre vedecké účely zo Štatistického úradu SR za rok 2003.

Literatúra a referencie:

- [1] CHAJDIAK, J.: *Ekonomická analýza stavu a vývoja firmy*. Bratislava: Statis, 2004.
- [2] KHATTREE, R. – NAIK, N. D.: *Multivariate Data Reduction and Discrimination with SAS® Software*. First edition, Cary, NC: SAS Institute Inc., 2000.
- [3] KHATTREE, R. – NAIK, N. D.: *Applied Multivariate Statistics with SAS® Software*. Second edition, Cary, NC: SAS Institute Inc., 2000.
- [4] SAS Institute Inc.: *SAS/STAT® User's Guide, Version 8, Fourth Edition, Volume 1*, Cary, NC: SAS Institute Inc., 2001.
- [5] SHARMA, S.: *Applied multivariate techniques*. New York: John Wiley & Sons, 1996.

Kontakt autori:

Ing. Mária Vojtková, PhD.
Katedra štatistiky, FHI,
Ekonomická univerzita Bratislava
E-mail: vojtkova@euba.sk