

# VERIFIKÁCIA VYBRANÝCH MODELOV PREDIKCIE BANKROTU V AUTOMOBILOVOM PRIEMYSLE SLOVENSKEJ REPUBLIKY

## VERIFICATION OF THE SELECTED PREDICTION METHODS IN AUTOMOTIVE INDUSTRY OF SLOVAK REPUBLIC

Jana Kronová, Miriam Pekarčíková, Peter Trebuňa

DOI: 10.61544/mnk/ITSV4245

---

**Abstract** The aim of the paper is to compare selected ex ante methods that serve to predict financial health or financial distress. The introductory part contains theoretical knowledge from this issue, a description of selected prediction models. In the next part, the goal of the contribution and the methodology of solving the contribution are presented. The following is an interpretation of the results of the application of selected prediction models when assessing the financial health of companies operating in the field of automobile production in the Slovak Republic. The data matrix consists of financial and accounting indicators of 351 enterprises. The result is a comparison of applied prediction models.

**Purpose of the article** The purpose of this article is to compare selected ex ante methods that indicate the possibility of bankruptcy. These methods are applied to manufacturing companies operating in the field of automobile production in the territory of the Slovak Republic.

**Methodology/methods** In the presented article, selected ex ante methods were used to predict bankruptcy and assess the financial health of companies. Among the prediction methods, the Altman model was chosen, which is considered the founder of financial forecasting and is the most widely used prediction model. Furthermore, the prediction models were selected to match the economic conditions of the country in which the selected models are applied. For that reason, the selection was narrowed down to the area of V4 countries. A model based on discriminant analysis, logit and probit was selected for comparison.

**Scientific aim** The scientific goal of this article is to compare the results of individual methods and the possibilities of interpreting the results from the point of view of assessing the financial health of selected samples of enterprises in the field of automobile production in the Slovak Republic.

**Findings** It follows from the results of individual prediction models that two prediction models (IN05 and Gulkov's model) evaluate enterprises as prosperous, two prediction models (Zmijevský and Pociach et al.) evaluate them as not prosperous, and Altmanov on average characterized enterprises as located in the gray zone, i.e. they are neither among prosperous enterprises nor among non-prosperous enterprises. The results point to the ambiguity of financial health prediction results.

**Conclusion** The focus of the submitted contribution is the analysis and prediction of the financial health of companies using known prediction models to predict the bankruptcy of companies operating in the automotive industry in Slovakia. By comparing the results of individual prediction models, we can state that the results do not match. As part of further research, we will focus on the creation of a prediction model using mathematical-statistical methods, whose prediction ability will be high and will take into account the conditions in the automotive industry in the territory of the Slovak Republic.

**Key words:** prediction methods, methods ex ante, automotive industry

**JEL Classification:** B41; C02; C53; G00

## ÚVOD

Predikčné modely, ktoré slúžia na predikovanie finančnej situácie podnikov vytvorilo niekoľko ekonómov a analytikov a prešli vývojovými etapami a boli verifikované v špecifických podmienkach národných resp. lokálnych ekonomík. Všetky predikčné modely vychádzajú z predpokladu, že v podniku už dlhšiu dobu pred vznikom krízovej situácie dochádza k určitým anomáliám a symptómom zhoršenia finančného zdravia podniku, ktoré sú bližšie popísané v prvej kapitole predkladanej práce. Predikčné metódy zaradia analyzovaný podnik s určitou spoľahlivosťou medzi prosperujúce resp. neprosperujúce (bankrotujúce) podniky (Klieštik a kol. 2019).

Prvým priekopníkom v oblasti predikcie bankrotu bol Fitzpatrick, ktorého prvá štúdia na danú tému bola zverejnená v roku 1932, na ktorú následne nadviazal v roku 1935 Merwin. Až v nadchádzajúcom období sa začali pri hodnotení finančného zdravia podnikov využívať štatistické metódy. V roku 1966 ako prvý využil jednorozmernú diskriminačnú analýzu pri predikcii finančného zdravia podniku americký profesor Beaver a jeho publikácia sa považuje za základ bankrotných modelov. Rozšírenejšou diskriminačnou metódou je viacrozmerná diskriminačná analýza, ktorú ako prvý použil Altman v roku 1968 a predstavil predikčný model Z-Score. Do roku 1980 bola diskriminačná analýza dominantná pri tvorbe predikčných modelov (Kováčová 2018).

K ďalším významným autorom predikčných modelov na báze diskriminačnej analýzy patria Taffler (1974), Loris (1976), Springate (19863), Neumaier a Neumaierova (1995, 1999, 2000, 2005), Virag a Hajdu (1996), Chrastinova (1998), Binkert (2000), Gurcik (2002), Sharita (2003) (Podhorská 2018).

V roku 1980 predstavil Ohlson predikčný model založený na logit a neskôr v roku 1984 predstavil Zmijewski model založený na probit (Kováčová 2018).

Ako uvádza Podhorská (2018), ďalšími nasledovateľmi, ktorí vytvorili predikčné modely na báze logit a probit boli napr. Skogsvik (1990), Boritz a Kennedy (1995), Lennox (1999).

V 90. rokoch minulého storočia sa pri predikcii finančného zdravia podnikov začali uplatňovať poznatky z neurónových sietí a za zakladateľov sa považujú Odoma a Sharda v roku 1990 (Podhorská 2018).

V neskoršom období sa začali využívať modernejšie metódy tvorby predikčných modelov, najmä neurónové siete, genetické algoritmy, rozhodovacie stromy, expertné systémy a matematické programovanie.

## 1 CIEĽ A METODIKA

Cieľom predkladaného článku je komparácia vybraných matematicko-štatistických metód *ex ante*, ktoré boli aplikované na vstupnú dátovú maticu finančných a účtovných údajov o 351 podnikoch pôsobiacich v oblasti automobilového priemyslu na území Slovenskej republiky.

Do výberu k predikcii finančného zdravia resp. finančnej tiesne bol zaradený Altmanov model, ktorý je považovaný za zakladateľa prognózovania finančného zdravia a je najpoužívanejší predikčný model. Ďalej boli vybrané predikčné modely, aby boli zohľadnené podmienky ekonomiky krajiny, v ktorej sa vybrané modely aplikujú. Z toho dôvodu bol výber zúžený na oblasť krajín V4. Pre porovnanie bol vybraný model založený na diskriminačnej analýze, logit a probit. Nižšie uvádzame teoretické aspekty vybraných predikčných modelov.

- **Altmanov model** je vyjadrený rovnicou v tvare:

$$Z = 1,2X_1 + 1,4X_2 + 3,3X_3 + 0,6X_4 + 1X_5$$

kde:

$$X_1 = \frac{\text{pracovný kapitál}}{\text{aktíva}}$$

$$X_2 = \frac{\text{nerozdelený zisk}}{\text{aktíva}}$$

$$X_3 = \frac{EBIT}{\text{aktíva}}, \text{ EBIT - zisk pred nákladovými úrokmi a daňami}$$

$$X_4 = \frac{\text{trhová hodnota vlastného kapitálu}}{\text{cudzie zdroje}}$$

$$X_5 = \frac{\text{tržby}}{\text{aktíva}}$$

- **Model IN05** má nasledujúci tvar:

$$IN05 = 0,13 * x_1 + 0,04 * x_2 + 3,97 * x_3 + 0,21 * x_4 + 0,09 * x_5$$

kde:

$$x_1 = \frac{\text{celkové aktíva}}{\text{cudzí kapitál}}$$

$$x_2 = \frac{EBIT}{\text{nákladové úroky}}, \text{ EBIT - zisk pred nákladovými úrokmi a daňami}$$

$$x_3 = \frac{EBIT}{\text{celkové aktíva}}, \text{ EBIT - zisk pred nákladovými úrokmi a daňami}$$

$$x_4 = \frac{\text{celkové výnosy}}{\text{celkové aktíva}}$$

$$x_5 = \frac{\text{obežné aktíva}}{\text{krátkodobé záväzky}}$$

- **Zmijevského model** má tvar:

$$m = -4,336 - 4,513 * x_1 + 5,679 * x_2 + 0,004 * x_3$$

kde:

$$x_1 = \frac{EAT}{\text{aktíva}}, \text{ EAT - čistý zisk}$$

$$x_2 = \frac{\text{cudzie zdroje}}{\text{aktíva}}$$

$$x_3 = \frac{\text{obežné aktíva}}{\text{krátkodobé záväzky}}$$

$$\text{pravdepodobnosť bankrotu} = \frac{1}{1 + e^{-Zm}}$$

- **Gulkov model** má tvar:

$$p = \frac{e^{0,0216-0,6131*x_1-0,0068*x_2-0,0293*x_3-0,0011*x_4+0,0240*x_5+0,0317*x_6-1,0663*x_7}}{1 + e^{0,0216-0,6131*x_1-0,0068*x_2-0,0293*x_3-0,0011*x_4+0,0240*x_5+0,0317*x_6-1,0663*x_7}}$$

kde:

$x_1$  – pohotovú likvidita =

$$= \frac{\text{finančné účty}}{\text{krátkodobé záväzky} + \text{krátkodobé finančné výpomoci} + \text{bežné bankové úvery}}$$

$x_2$  – obrat pracovného kapitálu =

$$= \frac{\text{tržby za predaný tovar} + \text{výroba}}{\text{obežný majetok} - \text{krátkodobé záväzky} - \text{krátkodobé fin. výpomoci} - \text{bežné bank. úvery}}$$

$x_3$  – podiel finančných účtov =

$$= \frac{\text{finančné účty}}{\text{aktíva}}$$

$x_4$  – stupeň samofinancovania =

$$= \frac{\text{vlastné imanie}}{\text{aktíva}}$$

$x_5$  – úverová zaťaženosť =

$$= \frac{\text{bankové úvery} + \text{krátkodobé finančné výpomoci}}{\text{aktíva}}$$

$x_6$  – podiel záväzkov voči štátnym inštitúciám =

$$= \frac{\text{záväzky zo sociálneho poistenia} + \text{daňové záväzky a dotácie}}{\text{aktíva}}$$

$x_7 = \frac{\text{EBITDA}}{\text{aktíva}}$ , EBITDA - zisk pred odpismi, nákladovými úrokmi a daňami

- **Model Pociacha, Pawelek, Baryla a Augustyn** má tvar:

$$L_9 = \frac{e^{-1,8252+5,0364*x_1+0,8671*x_2-2,9880*x_3+5,4101*x_4}}{1 + e^{-1,8252+5,0364*x_1+0,8671*x_2-2,9880*x_3+5,4101*x_4}}$$

kde:

$$x_1 = \frac{\text{čistý zisk} + \text{odpisy}}{\text{dlhodobé a krátkodobé záväzky}}$$

$$x_2 = \frac{\text{obežné aktíva} - \text{zásoby}}{\text{krátkodobé záväzky}}$$

$$x_3 = \frac{\text{hrubý zisk/strata}}{\text{krátkodobé záväzky}}$$

$$x_4 = \frac{\text{prevádzkový zisk} + \text{odpisy}}{\text{dlhodobé a krátkodobé záväzky}}$$

## 2 VÝSLEDKY

Vstupnú databázu údajov pre analýzu finančnej situácie a následnú predikciu bankrotu tvorilo 351 podnikov SR za rok 2021 pôsobiacich v rámci:

*SK NACE C – Priemyselná výroba:*

29 – Výroba motorových vozidiel, návesov a prívesov

29.1 Výroba motorových vozidiel

29.2 Výroba karosérií pre motorové vozidlá; výroba návesov a prívesov

29.3 Výroba dielov a príslušenstva pre motorové vozidlá

29.31 Výroba elektrických a elektronických prístrojov pre motorové vozidlá  
29.32 Výroba ostatných dielov a príslušenstva pre motorové vozidlá

Databáza účtovných závierok bola získaná z Univerzálneho registra CRIBIS od spoločnosti CRIF – Slovak Credit Bureau, s.r.o. Odvetvie, ktoré bolo predmetom analýzy je významným odvetvím ekonomiky SR z pohľadu zamestnanosti aj z hľadiska tvorby HDP.

Pre účely analýzy a tvorby modelov bolo potrebné vybrané podniky rozdeliť na prosperujúce (0) a neprosperujúce (1). Pre zaradenie podnikov do skupiny neprosperujúcich podnikov boli použité kritéria podľa autorov (Bakeš, Valášková, 2018, In: Horváthová, Mokrišová, 2019):

- pomer vlastného imania a záväzkov menší ako 0,08,
- celková likvidita menšia ako 1,
- záporný EAT.

Použité kritériá zohľadňujú aktuálne platnú legislatívu v danej oblasti. Podľa týchto kritérií sa medzi vybranými podnikmi nachádza 198 prosperujúcich a 153 neprosperujúcich podnikov (Graf 1).



**Graf 1: Rozdelenie analyzovanej vzorky podnikov**

Zdroj: vlastné spracovanie

## 2.1 ALTMANOV MODEL

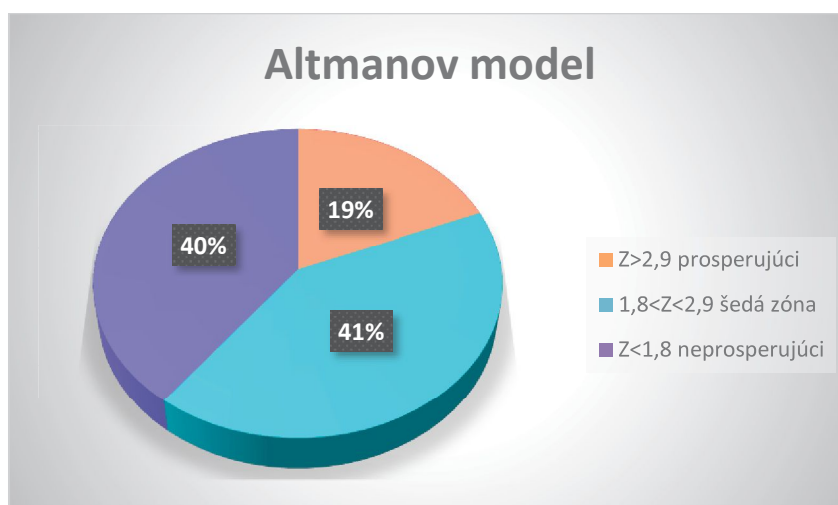
Priemerná hodnota Altmanovho modelu dosahuje hodnotu 2,3, keďže  $Z < 2,9$ . Vybraná vzorka podnikov sa v priemere nachádza v šedej zóne a závisí od budúceho vývoja, ktorým smerom sa podniky budú uberať.

**Tabuľka 1: Výsledky Altmanovho modelu**

Altmanov model	Priemer	Medián	Min	Max	Smerodajná odchýlka
x1	0,458513	0,471483	0,003349	0,97529	0,235036
x2	0,174016	0,077852	-0,055484	2,77637	0,258568
x3	0,059623	0,038361	-0,153556	0,44557	0,084074
x4	2,048122	1,533543	1,005197	11,85073	1,672223
x5	0,083896	0,010998	-0,002526	3,64886	0,332737
<b>Z score</b>	<b>2,303365</b>	<b>1,976219</b>	<b>0,390461</b>	<b>9,40918</b>	<b>1,339610</b>

Zdroj: vlastné spracovanie

Na nasledujúcom grafe (Graf 2) je znázornené rozdelenie súboru podnikov podľa Altmanovho modelu.



**Graf 2: Rozdelenie podnikov podľa Altmanovho modelu**

*Zdroj: vlastné spracovanie*

Z grafu vyplýva, že vo výberovej vzorke podnikov sa nachádza 19% prosperujúcich podnikov, 40% neprosperujúcich podnikov a približne rovnaký počet, t.j. 41% podnikov v šedej zóne.

## 2.2 MODEL IN05

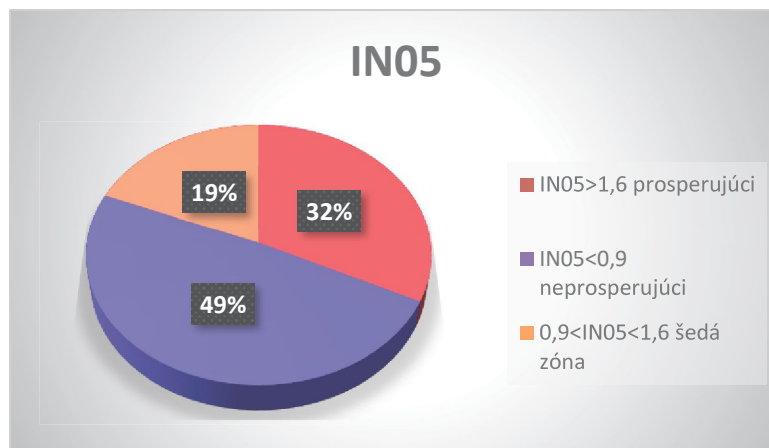
Model IN05 je jeden z predikčných modelov vytvorených autormi Inka Neumaierová a Ivan Neumaier pre ekonomiku v ČR. Model je založený na diskriminačnej analýze, pre porovnanie modelov založených na diskriminačnej analýze a logistickej regresii sme ho aplikovali na vybranú vzorku podnikov. Priemerná hodnota tohto ukazovateľa napovedá, že väčšina analyzovaných podnikov je prosperujúcich.

**Tabuľka 2: Výsledky IN05**

Index IN05	Priemer	Medián	Min	Max	Smerodajná odchýlka
3x1	2,0481	1,533543	1,0052	11,85	1,672
4x2	172,8407	7,966205	-63,0000	12856,67	1048,437
5x3	0,0596	0,038361	-0,1536	0,45	0,084
6x4	0,0839	0,010998	-0,0025	3,65	0,333
7x5	1,8457	1,257160	0,0078	20,77	2,150
<b>IN05</b>	<b>7,6003</b>	<b>0,928803</b>	<b>-1,5288</b>	<b>515,45</b>	<b>42,031</b>

*Zdroj: vlastné spracovanie*

Vychádzajúc z grafického zobrazenia klasifikácie podnikov (Graf 3) podľa modelu IN05 môžeme konštatovať, že 32% podnikov je prosperujúcich, 49% podnikov je neprosperujúcich a 19% podnikov sa nachádza v šedej zóne.



**Graf 3: Rozdelenie podnikov podľa IN05**

Zdroj: vlastné spracovanie

## 2.3 ZMIJEVSKÉHO MODEL

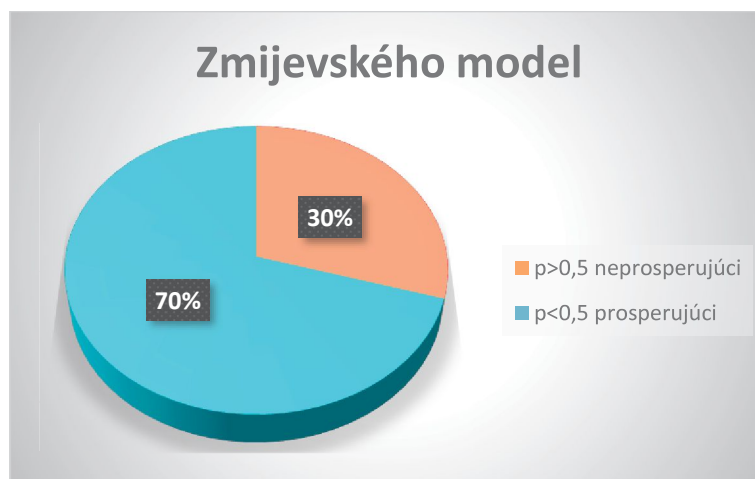
Čiastkové výsledky jednotlivých koeficientov Zmijevského modelu sú uvedené v Tabuľke 3. Priemerná pravdepodobnosť bankrotu analyzovaných podnikov je 0,34. Zmijevského model tvrdí, že ak pravdepodobnosť  $p < 0,5$ , podnik nie je v bankrote.

**Tabuľka 3: Výsledky Zmijevského modelu**

Zmijevského model	Priemer	Medián	Min	Max	Smerodajná odchýlka
$g \cdot x_1$	0,047012	0,029980	-0,15356	0,39475	0,072460
$x_2$	0,633620	0,652085	0,08438	0,99483	0,227067
$x_3$	2,811803	1,646584	0,02946	87,79024	6,049291
<b>Zm</b>	<b>-0,938590</b>	<b>-0,710908</b>	<b>-4,83768</b>	<b>1,86038</b>	<b>1,404605</b>
<b>pravdepodobnosť</b>	<b>0,344919</b>	<b>0,329398</b>	<b>0,00786</b>	<b>0,86534</b>	<b>0,229699</b>

Zdroj: vlastné spracovanie

Percentuálne zastúpenie prosperujúcich a neprosperujúcich podnikov je znázornené na Grafe 4. Z grafu vyplýva, že podľa Zmijevského modelu, sa vo vzorke podnikov nachádza 30% neprosperujúcich podnikov a 70% prosperujúcich podnikov.



**Graf 4: Rozdelenie podnikov podľa Zmijevského modelu**

Zdroj: vlastné spracovanie

## 2.4 GULKOV MODEL

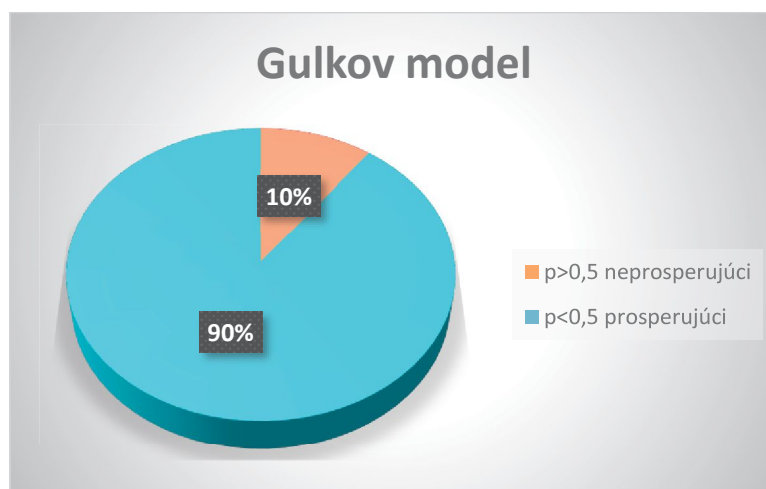
Ďalším z použitých predikčných modelov je model od slovenského autora, Gulkov model. Priemerná hodnota pravdepodobnosti bankrotu je 0,47. Gulkov model tvrdí, že ak  $p < 0,5$  podnik môžeme považovať za prosperujúci, tzn. že väčšina podnikov nachádzajúcich sa v našej vzorke je prosperujúcich.

**Tabuľka 4: Výsledky Gulkovho modelu**

Gulkov model	Priemer	Medián	Min	Max	Smerodajná odchýlka
x1	0,000072	0,000000	0,0000	0,0131	0,00095
x2	3,693496	0,000000	-81,0002	512,8829	29,97404
x3	0,049953	0,000000	0,0000	0,9586	0,14188
x4	0,355825	0,325771	0,0052	0,9156	0,22746
x5	0,070759	0,000000	-0,0414	0,7299	0,12772
x6	0,019837	0,011193	-0,0294	0,4256	0,03542
x7	0,109890	0,094384	-0,1536	0,5471	0,09132
<b>p</b>	<b>0,471275</b>	<b>0,477749</b>	<b>0,0311</b>	<b>0,6333</b>	<b>0,03915</b>

Zdroj: vlastné spracovanie

V Grafe 5 je znázornená klasifikácia podnikov podľa Gulkovho modelu pomocou hodnotiacich pásiem. Vo vzorke podnikov sa vyskytuje 10% neprosperujúcich podnikov a 90% prosperujúcich podnikov.



**Graf 5: Rozdelenie podnikov podľa Gulkovho modelu**

Zdroj: vlastné spracovanie

## 2.5 POCIECHA, PAWELEK, BARYLA A AUGUSTYN MODEL

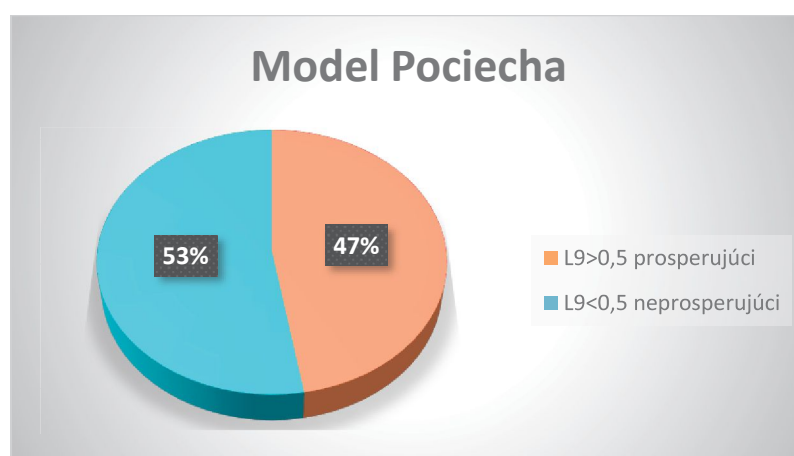
Skupina poľských autorov vytvorila logit predikčný model, ktorý bol aplikovaný na nami vybranú vzorku podnikov. Údaje deskriptívnej štatistiky pre uvedený model sú v Tabuľke 5. Priemerná pravdepodobnosť bankrotu dosahuje hodnotu 0,54, tzn. že 54% podnikov je ohrozených bankrotom.

**Tabuľka 5: Výsledky Pociecha, Pawelek, Baryla, Augustyn modelu**

Model	Priemer	Medián	Min	Max	Smerodajná odchýlka
x1	0,257990	0,155679	-0,02807	4,12912	0,350662
x2	1,921918	0,919303	0,02167	78,74634	5,404814
x3	0,289208	0,106842	-1,43513	6,51220	0,680470
x4	0,149732	0,058157	-0,55093	2,99623	0,314513
<b>L</b>	<b>0,536913</b>	<b>0,478137</b>	<b>0,00024</b>	<b>1,00000</b>	<b>0,262377</b>

Zdroj: vlastné spracovanie

Uvedenú skutočnosť potvrdzuje aj nasledujúci graf (Graf 6). Prosperujúcich podnikov je 47% a neprosperujúcich podnikov 53%.



**Graf 6: Rozdelenie podnikov podľa modelu Pociecha, Pawelek, Baryla a Augustyn**

Zdroj: vlastné spracovanie

V nasledujúcej Tabuľke 6 je uvedené zhrnutie výsledkov použitých predikčných modelov a ich slovné vyjadrenie.

**Tabuľka 6: Porovnanie predikčných modelov**

Predikčné modely	Priemerná hodnota	Popis
<i>Altman Z score</i>	2,30	šedá zóna
<i>IN05</i>	7,60	prosperujúce podniky
<i>Zmijevsky</i>	0,74	neprosperujúce podniky
<i>Gulkov</i>	0,42	prosperujúce podniky
<i>Pociecha a kol.</i>	0,29	neprosperujúce podniky

Zdroj: vlastné spracovanie

Z výsledkov jednotlivých predikčných modelov vyplýva, že dva predikčné modely (IN05 a Gulkov model) hodnotia podniky ako prosperujúce, dva predikčné modely (Zmijevského a Pociecha a kol.) hodnotia ako neprosperujúce a Altmanov označil v priemere podniky za umiestnené v šedej zóne.

## ZÁVER A DISKUSIA

Väčšina podnikateľských subjektov je zakladaná s cieľom priniesť benefity pre svojich vlastníkov s neobmedzenou životnosťou podniku. Pod vplyvom turbulentného vývoja ekonomickej a politickej situácie častokrát dochádza k ich zlyhávaniu.

Zlyhania podnikateľských subjektov môžu mať rozmanité prejavy, následky a dôsledky. Predovšetkým následky sú fundamentom pre ďalší výskum a vývoj predikčných metód a modelov, ktoré dokážu predikovať vývoj finančnej situácie a pravdepodobnosť úpadku resp. bankrotu s vysokou presnosťou a dostatočným časovým predstihom.

Ťažiskom predkladaného príspevku je analýza a predikcia finančného zdravia podnikov využitím známych predikčných modelov na predikciu bankrotu podnikov pôsobiacich v automobilovom priemysle v SR. Zo širokej ponuky modelov, ktoré odborná literatúra ponúka, bol vybraný Altmanov model, ktorý je odborníkmi považovaný za základný model predikcie, ďalej boli vybrané modely od autorov z krajín V4 pre ich lepšiu aplikovateľnosť na naše podmienky a pre porovnanie s vytvorenými modelmi na základe logit a probit, boli vybrané predikčné modely založené na logistickej regresii.

Komparáciou výsledkov jednotlivých predikčných modelov môžeme konštatovať, že výsledky sa nezhodujú. Altmanov model tvrdí, že väčšina analyzovaných podnikov sa nachádza v šedej zóne, tzn. výsledok pravdepodobnosti bankrotu väčšiny podnikov nie je jednoznačný. Index IN05 a Gulkov model tvrdia, že väčšina podnikov je prosperujúcich a naopak Zmijevského model a model Pociecha a kol. tvrdí, že väčšina podnikov je neprosperujúcich a sú ohrozené bankrotom. Podnikom ohrozeným bankrotom odporúčame, aby zvýšenú pozornosť venovali predovšetkým finančnému plánovaniu a controllingu, ktorý by odhalil problémy v dostatočnom časovom predstihu. V rámci ďalšieho výskumu sa budeme venovať tvorbe predikčného modelu využitím matematicko-štatistických metód, ktorého schopnosť predikcie bude vysoká a bude zohľadňovať podmienky v automobilovom priemysle na území Slovenskej republiky.

### Pod'akovanie:

Príspevok vznikol v rámci riešenia projektov: APVV-19-0418 Inteligentné riešenia pre zvýšenie inovačnej schopnosti podnikov v procese ich transformácie na inteligentné podniky. APVV-17-0258 Aplikácia prvkov digitálneho inžinierstva pri inovácii a optimalizácii produkčných tokov. VEGA 1/0508/22 Inovatívne a digitálne technológie vo výrobných a logistických procesoch a systémoch. KEGA 020TUKE-4/2023 Systematický rozvoj kompetenčného profilu študentov priemyselného a digitálneho inžinierstva v procese vysokoškolského vzdelávania.

## LITERATÚRA

- Altman, E. I., 1984. *The success of business failure prediction models – An international survey*. In: Journal of Banking and Finance. s. 171-198.
- Fahrmeir, L., T. Kneib, et al., 2017. *Regression- Models, Methods and Applications*. Springer. ISBN 978-3-642-34332-2.
- Fedorko, G.; Vasil, M.; Bartosova, M. (2019) Use of simulation model for measurement of MilkRun system performance, *Open Engineering*, Vol. 9, No. 1, pp. 600-605, doi: 10.1515/eng-2019-0067, 2019.
- Fonti, V., E. Belitser, 2017. Feature selection using LASSO. In: *VU Amsterdam Research Paper in Business Analytics*, s. 1-25.

- Glova, J.; Mrazkova, S.; Dancakova, D. Measurement of intangibles and knowledge: an empirical evidence, *AD Alta-Journal of interdisciplinary research* 2018, 8, 76-80.
- Grunwald, R., J. Holečkova, 2007. *Finanční analýza a plánování podniku*. 1. vyd., Ekopress. 318 s. ISBN 978-80-86929-26-2
- Grznar, P.; Gregor, M.; Gaso, M.; Gabajova, G.; Schickerle, M.; Burganova, N. (2021). Dynamic simulation tool for planning and optimisation of supply process, In: *International Journal of Simulation Modelling*, Vol. 20, No. 3, 441-452, doi: 10.2507/IJSIMM20-3-552
- Gundová, P., 2015b. Verification of the selected prediction methods in Slovak companies. In: *Acta academica karviniensia*. [online]. Vol.14(4), s.26-38. [cit.2023-04-20]. Dostupné z: <https://aak.slu.cz/pdfs/aak/2014/04/03.pdf>.
- Hastie, T., R. Tibshirani, J. Friedman, 2009. *The elements of statistical learning: Data Mining, Inference and Prediction*. 2<sup>nd</sup> ed. Springer.
- Herzog, I.; Grabowska, M. (2021). *Quality Cost Account as a Framework of Continuous Improvement at Operational and Strategic Level*, Management and Production Engineering Review, Vol. 12, No. 4, 122-132, doi: 10.24425/mper.2021.140000
- Hiadlovský, V. a P. Král, 2006. Možnosti predikovania finančnej situácie podnikov v SR s využitím SPSS. In: *Forum Statisticum Slovaca*. Vol. 2 No. 4.
- Horváthová, J., M. Mokrišová, 2019. *Efektívnosť podniku verzus jeho bankrot*. Prešov: Bookman. 175s.
- Horváthová, J., G. Ižaríková, M., Mokrišová a A., Suhányiová, 2015. Applying statistical methods in verification of non-financial indicators as the key measures of business performance. In: *Journal of Management and Business: Research and Practice*. Roč. 7, č. 2, s. 35-53. - ISSN 1338-0494
- Kiselařková, D., M. Šoltés, 2017. *Modely řízení finanční výkonnosti: v teorii a praxi malých a středních podniků*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0680-6.
- Klieštik, T., K. Valášková, J., Klieštiková, M., Kováčová a L., Švábová, 2019. *Predikcia finančného zdravia podnikov tranzitívnych ekonomík*. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline. 622s.
- Klieštik, T., K. Kočišová a M. Mišanková, 2015. Logit and Probit Model used for Prediction of Financial Health of Company. In: *Procedia Economics and Finance*.
- Lumnitzer, E.; Fabianova, J.; Janekova, J.; Suhanyiova, A. & Suhanyi, L. The use of simulation in investment decision-making and financing, In: *International Journal of Simulation Modelling*, Vol. 23, No. 1, 113-124, <https://doi.org/10.2507/IJSIMM23-1-677>
- Meloun, M. a J. Militký, 2006. *Kompendium statistického zpracování dat: metody a řešené úlohy*. Praha: Academia.
- Ojstersek, R.; Acko, B.; Buchmeister, B. (2020). Simulation study of a flexible manufacturing system regarding sustainability, In: *International Journal of Simulation Modelling*, Vol. 19, No. 1, 65-76, doi: 10.2507/IJSIMM19-1-502
- Straka, M., Sofranko, M., Glova Vegsoova, O., Kovalcik, J. (2022). Simulation of homogeneous production processes, In: *International Journal of Simulation Modelling*, Vol. 21, No. 2, 214-225, doi: 10.2507/IJSIMM21-2-597
- Synek, M., 2011. *Manažerska ekonomika*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3494-1.
- Zalai, K. a kol., 2001. *Finančno-ekonomická analýza podniku*, Bratislava: Elita, 446 s

**Autori:**

**Ing. Mgr. Jana Kronová, PhD.**

Katedra priemyselného a digitálneho  
inžinierstva

Park Komenského 9

042 00 Košice

Tel.: +421 55 602 2519

e-mail: jana.kronova@tuke.sk

**doc. Ing. Miriam Pekarčíková, PhD.**

Katedra priemyselného a digitálneho  
inžinierstva

Park Komenského 9

042 00 Košice

Tel.: +421 55 602 3244

e-mail: miriam.pekarcikova@tuke.sk

**prof. Ing. Peter Trebuňa, PhD.**

Katedra priemyselného a digitálneho  
inžinierstva

Park Komenského 9

042 00 Košice

Tel.: +421 55 602 3243

e-mail: peter.trebuna@tuke.sk