

EKONOMIKA INFORMATIKA

vedecký časopis FHI EU v Bratislave a SSHI

2

2021

ročník XIX.



- **hospodárska informatika**
- **účtovníctvo a audítorstvo**
- **ekonometria a operačný výskum**
- **aplikovaná štatistika**
- **aktuárstvo**

Vydavateľ

Fakulta hospodárskej informatiky Ekonomickej univerzity v Bratislave
a Slovenská spoločnosť pre hospodársku informatiku

IČO vydavateľa 00 399 957

Redakčná rada

Ivan Brezina - predseda

Ekonomická univerzita v Bratislave

Nenad Bjelić

University of Belgrade

Tatiana Čorejová

Žilinská univerzita v Žiline

Ferdinand Daňo

Ekonomická univerzita v Bratislave

Christopher D. Daykin

Government Actuary's Department, London

Dana Dluhošová

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava

Richard Farkaš

KPMG Slovensko, spol. s r.o.

Richard Hindls

Vysoká škola ekonomická v Praze

Josef Jablonský

Vysoká škola ekonomická v Praze

Václav Janeček

Univerzita Hradec Králové

Luboš Marek

Vysoká škola ekonomická v Praze

Karol Matiaško

Žilinská univerzita v Žiline

Ladislav Mejzlík

Vysoká škola ekonomická v Praze

Józef Pocięcha

Cracow University of Economics

Yulia Sergiiivna Serpeninova

Sumy State University

Vincent Šoltés

Technická univerzita v Košiciach

Paweł Ulman

Cracow University of Economics

Gejza Wimmer

Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici

Emin Zeytinođlu

Kütahya Dumlupınar University

Marcela Źárová

Vysoká škola ekonomická v Praze

Výkonná rada

Erik Šoltés - manažér

Ekonomická univerzita v Bratislave

Zuzana Juhászová

Ekonomická univerzita v Bratislave

Igor Košťál

Ekonomická univerzita v Bratislave

Michal Páleš

Ekonomická univerzita v Bratislave

Juraj Pekár

Ekonomická univerzita v Bratislave

Peter Schmidt

Ekonomická univerzita v Bratislave

Miloš Tumpach

Ekonomická univerzita v Bratislave

Mária Vojtková

Ekonomická univerzita v Bratislave

Redaktorka: Eva Čerteková

Adresa redakcie: Fakulta hospodárskej informatiky, Ekonomická univerzita v Bratislave

Dolnozemská cesta 1, 852 35 Bratislava

tel.: 02/6729 5723, e-mail: eva.certekova@euba.sk

Dátum vydania periodickej tlače: december 2021

ISSN 1339-987X (online)

ISSN 1336-3514 (online vydanie)

OBSAH 2/2021

VEDECKÉ STATE A DISKUSIE

| | |
|--|-----|
| Ivan Brezina, Jaroslav Kultán, Juraj Pekár OPTIMALIZÁCIA REZANIA HUTNÉHO MATERIÁLU | 5 |
| Ľubica Hurbánková ANALÝZA POČTU OBČANOV ČLENSKÝCH ŠTÁTOV EÚ PRACUJÚCICH V JEDNOTLIVÝCH KRAJOCH SLOVENSKA V ROKOCH 2013 – 2019 | 19 |
| Pavol Jurík VÝZNAMNÉ MÍENIKY VO VÝVOJI SYSTÉMOV ERP | 27 |
| Igor Košťál EFEKTÍVNE HĽADANIE VIACERÝCH NAJKRATŠÍCH CIEST V ORIENTOVANOM OHODNOTENOM GRAFE POMOCOU DIJKSTROVHO ALGORITMU V C# .NET APLIKÁCI | 36 |
| Eva Kotlebová, Ivana Brandysová ŠTATISTICKÁ ANALÝZA PRO-ENVIRONMENTÁLNEHO SPRÁVANIA SA MLADEJ GENERÁCIE | 50 |
| Kornélia Lovciová ZELÉNÉ INOVÁCIE AKO NÁSTROJ PODPORY ENVIRONMENTÁLNEHO PODNIKATELSKÉHO PROSTREDIA SLOVENSKEJ REPUBLIKY | 64 |
| Martina Podmanická PRÁVNE A ÚČTOVNÉ ASPEKTY VKLADU PODNIKU AKO TYPU KOMBINÁCIE PODNIKOV V SLOVENSKEJ REPUBLIKE | 75 |
| Daniela Sivašová APLIKÁCIA DEMOGRAFICKÝCH PROGNÓZ NA ANALÝZU PÔRODNOSTI | 86 |
| Renáta Stanley KOMPARÁCIA PODMIENOK UPLATŇOVANIA DAŇOVÉHO BONUSU NA DETI V SUSEDNÝCH KRAJINÁCH V4 A V RAKÚSKU | 98 |
| Erik Šoltés, Patrícia Jánošíková ANALÝZA VÝSKYTU MNOHOPOČETNÝCH ZDRAVOTNÝCH KOMPLIKÁCIÍ PRI OCHORENÍ DIABETES MELLITUS 2. TYPU | 108 |
| Silvia Zelinová VPLYV ZVÝŠENIA STORNA NA HODNOTY V MODELI VFA | 123 |

RECENZIE

Lucia Ondrušová

137

**BLAHUŠIAKOVÁ, M.: ÚČTOVNÁ ZÁVIERKA MIKRO ÚČTOVNEJ
JEDNOTKY**

EXTERNÍ RECENZENTI

139

Optimalizácia rezania hutného materiálu

Ivan Brezina¹, Jaroslav Kultán², Juraj Pekár³

Abstrakt

Pri rezaní hutného materiálu, hlavne kovových tyčí, je potrebné vytvoriť plán optimálneho využitia dĺžok daného materiálu s cieľom minimalizácie strát materiálu. Materiál je dodávaný vo forme tyčí určitej dĺžky a objednávky sú rozložené do súpisky materiálu, ktorý je potrebné narezať. V prípade zostatku tyče, táto je uložená naspäť do skladu. Cieľom príspevku je vytvorenie metodiky optimalizácie rezania kovových tyčí s cieľom minimalizácie odpadu. Bolo tiež vytvorené základné programové vybavenie v tabuľkovom editore MS Excel a v jazyku Python. V závere príspevku je uvedený príklad riešenia optimálneho rozdelenia tyčového materiálu pre firmu. Na základe požiadaviek odberateľa a zoznamu disponibilného materiálu bol vytvorený rezný plán a vypočítaný celkový odpad. Príspevok môže slúžiť ako podklad na vytvorenie dátového skladu, ktorý uchováva údaje nielen o nakúpených materiáloch, realizovanej produkcii, ale aj o zostatkoch materiálu, ktorý môže byť využitý pri ďalšom rezaní. Dátový sklad pritom umožňuje multidimenzionálny pohľad na riadenie procesu rezania.

Kľúčové slová

optimálne rozdelenie materiálu, Python, minimalizácia strát, rezný plán, matematické programovanie

Abstract

When cutting of metallurgical materials, especially metal bars, it is necessary to create a plan for optimal use of the material lengths to minimize losses of material. The material is supplied in the form of bars and some of orders are distributed checks to the material that needs to be cut. In the case of the balance of the rod, it is stored back in the warehouse. The aim of the paper is to create a methodology for optimizing the cutting of metal bars in order to minimize waste. The basic software in the spreadsheet editor MS Excel and in the Python language was also created. At the end of the article, an example of the solution of the optimal distribution of bar material for the company is given. Based on the customer's requirements and the list of available material, a cutting plan was created and the total waste was calculated. The article can serve as a basis for the creation of a data warehouse, which stores data not only on purchased materials, realized production, but also on the balances of material that can be used in further cutting. Data warehouse thereby allows a multidimensional view at cutting process management..

Keywords

optimal material distribution, Python, loss minimization, cutting plan, mathematical programming

JEL classification

C61, C63

¹ Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra operačného výskumu a ekonometrie, Dolnozemska cesta 1/b, 852 35 Bratislava, ivan.brezina@euba.sk.

² Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra aplikovanej informatiky, Dolnozemska cesta 1/b, 852 35 Bratislava, jaroslav.kultan@euba.sk.

³ Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra operačného výskumu a ekonometrie, Dolnozemska cesta 1/b, 852 35 Bratislava, juraj.pekar@euba.sk.

1 Úvod

Pri rezaní hutného materiálu (napr. kovových tyčí) často vznikajú veľké straty v dôsledku nesprávne zvoleného rezného plánu. V prípade, ak ide o veľké množstvo kovových tyčí rôzneho priemeru a dĺžky, z ktorých treba narezat' určitý počet kratších kusov pre ďalšie spracovanie, akákoľvek nepresnosť môže spôsobiť veľké materiálne a teda aj ekonomické straty. Práve preto je otázke optimálneho rozdelenia rezov jednotlivých disponibilných kovových tyčí na požadované množstvo zadanej dĺžky venovaná veľká pozornosť, pretože pri každej dodávke môže dochádzať k značným zbytočným finančným nákladom.

Mnohé slovenské firmy tento problém riešia skúsenými pracovníkmi, ktorí na základe empirických skúseností odhadom tvoria rezný plán. Efektívnosť takejto činnosti je veľmi sporná a často sa stáva, že firmy straty materiálu započítajú do ceny svojich výrobkov. Tým sa stávajú menej konkurenčne schopnými.

V príspevku je prezentované možné riešenie tohto problému pre firmu, ktorá má veľké objednávky na prípravu železných armatúrových konštrukcií na veľké stavby. Optimálne rozdelenie rezov môže priniesť veľké finančné úspory pre danú firmu.

Uvedený problém možno formulovať ako matematický model, ktorý predstavuje zjednodušený opis reálneho systému rezania hutného materiálu (kovových tyčí). Ako efektívne sa pritom javí použitie najjednoduchších matematického programovania, ktoré umožňujú pomerne jednoducho transformovať analyzované procesy do matematického modelu v tvare funkcií, nerovnic, resp. rovníc. Formulovaný model možno riešiť nástrojmi matematického programovania, podporenými zodpovedajúcimi softvérovými nástrojmi, konkrétne programom Python. Takýmto postupom možno relatívne presne kvantitatívne realizovať výber určitého riešenia z veľkého množstva možných riešení, ktoré je z hľadiska matematicky formulovaného cieľa najlepšie.

Príspevok vznikol ako výsledok riešenia konkrétneho problému firmy, ktorá realizuje rezanie železných armatúrových tyčí pre potreby veľkých stavieb, konkrétne pre diaľničnú výstavbu. Autori v ňom zovšeobecnilí skúsenosti nadobudnuté počas riešenia tejto úlohy s využitím nástrojov matematického programovania a programu Python.

Najzaujímavejším problémom pritom nebolo riešenie skonštruovanej úlohy matematického programovania z literatúry známej ako rezný problém, ale konštrukcia vlastných rezných plánov, ktoré sú podkladom pre zostavenie zodpovedajúcej úlohy matematického programovania. Zostavenie rezných plánov pri rozsiahlych zadaniach v sebe zahŕňa veľké množstvo variantov, ktoré možno eliminovať pomocou vhodne formulovaných pravidiel a využiť pritom tiež program Python.

Na základe riešenia príslušnej úlohy matematického programovania možno vytvoriť dátovú štruktúru – dátový sklad (DW), ktorá umožní uchovávať nielen údaje o materiáloch na sklade, výsledných produktoch, ale aj jednotlivé vypočítané riešenia. DW taktiež uchováva údaje o zostatkoch materiálu. DW môže poskytnúť mnohorozmerný pohľad na získané údaje, čo môže byť predpokladom pre efektívnejšie využívanie pracovného času a materiálu.

2 Popis problému

Firma RB, Veľké Kapušany s.r.o. sa zaoberá rozdelením dlhých kovových tyčí rôznych rozmerov na požadované dĺžky v súlade s požiadavkami odberateľa. Na základe objednávok a výrobných výkresov sú vytvorené štítky určené pre ohýbacie stroje.

Na Obrázku 1 sú uvedené jednotlivé objednávky, ktoré musí firma v danom čase realizovať. Na základe jednotlivých štítkov treba vytvoriť zoznam požadovaných priemerov, tvarov a dĺžok kovových tyčí.

Obr. 1: Zadania na jednotlivé objednávky



Zdroj: Firma RB, Veľké Kapušany s.r.o.

Obrázky 2 a 3 predstavujú príklady podrobného zadania počtu a typu tyčí treba narezať. V ľavej časti Obrázku 2 je uvedené číslo nakładky (103), číslo výrobného výkresu (10547), číslo výkresu, na základe ktorého sa jednotlivé kusy vyrábajú (Hlava P10), číslo položky (13.S). Hlavné údaje o príslušnom materiáli sú priemer 14 mm, dĺžka 2,29 m, počet kusov 4. Okrem uvedených údajov sú tam údaje o odberateľovi (Váhostav a.s.) a dodávateľovi (RB, Veľké Kapušany s.r.o.) a mieste dodania resp. názov stavby (Most na R4 v km 3,10 nad). Obrázok 3 obsahuje zodpovedajúce údaje pre iného odberateľa, VHS – PS s.r.o pre stavbu EUROVEA 2.

Obr. 2: Základný lístok o výrobku pre Most R4

| | | |
|---|-------------------------------------|--|
| Stavba : Most na R4 v km 3,10 nad | Váha: 11,01 | pol : 13.S |
| č. výkresu : Hlava P10 | č. výkresu : Hlava P10 | č. nákladky : 103 |
| Ø : 14 | č. výrobného výkresu : 10547 | ks : 4 Ø 14 Dĺžka: 2.28 |
| dĺžka : 2,29 | | |
| ks : 4 | | Twinmaster 16 50 |
| č. výr. výkresu : 10547 | | |
| Odberateľ: Váhostav- SK a.s | | |
| Dodávateľ: RB, Veľké Kapušany s.r.o. | | |

Technical drawing details for Most R4: A circular cross-section with diameter 14 mm. Dimensions include a length of 2.29 m, a distance of 5 mm from the center to a feature, a radius of 3 mm, and a total length of 199 mm. A 75-degree angle is indicated. A large '103' is printed on the drawing area.

Zdroj: Firma RB, Veľké Kapušany s.r.o.

Obr. 3: Základný lístok o výrobku pre EUROVEA 2

| | | |
|---|-------------------------------------|--|
| Stavba : EUROVEA 2 | Váha: 373,69 | pol : 2.1 |
| č. výkresu : v1120 | č. výkresu : v1120 | č. nákladky : 110 |
| Ø : 12 | č. výrobného výkresu : 10562 | ks : 106 Ø 12 Dĺžka: 3.97 |
| dĺžka : 4,07 | | |
| ks : 106 | | Twinmaster 16 48 |
| č. výr. výkresu : 10562 | | |
| Odberateľ: VHS - PS s.r.o. | | |
| Dodávateľ: RB, Veľké Kapušany s.r.o. | | |

Technical drawing details for EUROVEA 2: A rectangular cross-section with a width of 20 mm and a height of 36 mm. The total length is 295 mm. A large '110' is printed on the drawing area.

Zdroj: Firma RB, Veľké Kapušany s.r.o.

Z obrázku 3 je pri porovnávaní dĺžky výrobku uvedenej na pravej strane 4,07 a na ľavej strane 3,97 rozdiel, ktorý je daný tým, že na ľavej strane je schéma výrobku s pravými uhlami, ale pri reálnom ohybe vzniká nie pravý uhol ale oblúk, ktorého celková dĺžka je menšia. Uvedené rozmery je vidieť aj na **Chyba! Nenašiel sa žiaden zdroj odkazov.**, na ktorom sú uvedené položky zaokrúhlenia. Napr. pre položky 1, 6, 11, 12 sú uvedené teoretické rozmery a praktické oblúky.

Z uvedeného výkresu na Obrázku 4 sú zrejmé aj ďalšie základné informácie o rezaných prvkoch pre Most na R4 v km 3,10 nad riekou Torysou (napr. pre položku 1) reprezentované Tabuľkou 1.

Tab. 1: Základné informácie o rezaných prvkoch pre Most na R4 v km 3,10 nad riekou Torysou pre položku 1

| | |
|---|-----------|
| Výrobný výkres | 10505 |
| Položka | 1 |
| Množstvo | 758 |
| Priemer | 20 |
| Dĺžka | 2,94 |
| /doplňujúci údaj z obr. 2: číslo nakládky | Napr. 103 |

Zdroj: Firma RB, Veľké Kapušany s.r.o.

Na základe objednávky, resp. výrobného výkresu, možno vidieť, že jeden a ten istý priemer sa používa na rezanie viacerých položiek a tiež aj rôznych tvarov.

Obr. 4: Nákres jednotlivých prvkov v objednávke

| Výrobný výkres Číslo : | | 10505 | | Vypracoval: ATTILA TITKA | | | | |
|--|---|--------------|--------------|--------------------------|-------------------|-----------|-----------|----------|
| Objednávateľ : | Vahostav- SK a.s., 821 09 Bratislava | | | Objednávka dosla: | 10.07.20 | | | |
| Stavba : | Most na R4 v km 3,10 nad riekou Torysou | | | Spracovan: | 0,00 | | | |
| Stavbyvedúci : | | | | Dátum dodania: | 03.08.20 | | | |
| Preberajúci : | | | | Váha spolu : | 30734kg | | | |
| Názov projektu : | Most na R4 v km 3,10 nad riekou Torysou | | | | | | | |
| Adresa dodania : Most na R4 v km 3,10 nad riekou Torysou | | | | Dátum : | 13.07.2020 | | | |
| | | | | Strana : | 1 | | | |
| | | | | Vystavil : | ATTILA | | | |
| Rozvrh c : VYSTUZ NOSNEJ KONSTRUKCIE | | | | | | | | |
| Popis rozvrhu : 0.3.7 | | | | | | | | |
| Polozka | Mnozstvo | Kvalita | Priemer (mm) | Dlžka (m) | Celková dlžka (m) | Váha (kg) | Kód tvaru | Poznámka |
| 1 | 758 | B500B | 20 | 2,94 | 2 224,73 | 5 495,08 | 18ki | |
| 6 | 758 | B500B | 25 | 3,74 | 2 834,92 | 10 914,44 | 18la | |
| 11 | 758 | B500B | 16 | 6,50 | 4 923,21 | 7 778,67 | 18lk | |
| 12 | 120 | B500B | 22 | 12,00 | 1 440,00 | 4 291,20 | 1 | |

Zdroj: Firma RB, Veľké Kapušany s.r.o.

Pre účely firmy je pritom kľúčovým slovom číslo nakládky a celkový kľúč je číslo nakládky, číslo výkresu (103 z Obrázku 2 a 10505 z Obrázku 4)

Optimalizácia rezania zodpovedajúcich tyčí vychádza z predpokladu, že na rezanie jednotlivých tyčí treba zostrojiť rezný plán, v rámci ktorého budú uvedené základné údaje jednotlivých rezov. V súlade s reznými plánmi pre každý priemer treba realizovať viacero objednávok, v rámci ktorých je uvedených pre daný priemer viacero tyčí, smerovaných na rez.

Postup a previazanosť jednotlivých činností (algoritmizácia postupu):

1. Vytvorenie tabuľky, v ktorej budú údaje o objednávkach, priemeroch, množstvách
 - 1.1. Vypísanie požiadaviek z každej objednávky do tabuľky
 - 1.2. Uloženie jednotlivých položiek podľa priemeru železných tyčí
2. Výber tabuľky podľa priemerov a dĺžok disponibilných tyčí na sklade
3. Vytvorenie rezného plánu pre prvý uvažovaný priemer
 - 3.1. Zostavenie tabuľky rezných plánov
 - 3.2. Vytvorenie zodpovedajúcej úlohy matematického programovania (rezný problém)
 - 3.3. Vyriešenie rezného problému pre prvý priemer
 - 3.4. Zapísanie údajov do tabuľky rezov, ktorá bude obsahovať nasledujúce údaje:
 - a. Číslo objednávky / číslo nakládky
 - b. Číslo položky
 - c. Priemer
 - d. Počet tyčí
 - e. Počet rezov
 - f. Odpad z tyče
 - g. Celkový odpad
 - 3.5. Ukončenie prípravy rezu pre daný priemer
4. Výber ďalšieho priemeru a opakovanie bodu 3
5. Vytvorenie súboru obsahujúceho jednotlivé priemery zoradené podľa objednávky, položiek, počtu použitých tyčí a počtov rezov jednotlivých dĺžok

Uvedenú tabuľku možno v rámci Excelu ukladať tak podľa priemerov, ako aj podľa objednávok alebo iných parametrov.

3 Rezný problém ako úloha matematického programovania

Rezný problém (cutting-stock problem – CSP, napr. Kellerer, 2004, Jahromi, 2012) patrí do triedy úloh matematického programovania, ktoré sú konštruované s cieľom hľadania najlepšieho riešenia pri zadaných ohraničujúcich predpokladoch.

Model celočíselného lineárneho programovania možno zapísať vo všeobecnom tvare:

$$\begin{aligned} \max (\min) f(\mathbf{x}) &= \sum_{j=1}^n c_j x_j \\ \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j &\begin{cases} \leq \\ = \\ \geq \end{cases} b_i, \quad i = 1, 2, \dots, m \\ x_j &\geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \\ x_j &\in D_j, \quad j = 1, 2, \dots, n \\ x_j &\in Z, \quad j = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \tag{1}$$

kde n – počet rozhodovacích premenných,
 m – počet ohraničujúcich podmienok (štruktúrnych ohraničení),
 x_j – rozhodovacie premenné, $j = 1, 2, \dots, n$,

c_j – koeficienty účelovej funkcie (ÚF), $j = 1, 2, \dots, n$,
 a_{ij} – technologické koeficienty sústavy ohraňení, $i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$,
 b_i – koeficienty pravej strany (PS), $i = 1, 2, \dots, m$,
 D_j – definičné obory čísiel, ktoré môžu nadobúdať x_j , $j = 1, 2, \dots, n$,
 Z – množina celých čísel.

Pri riešení zodpovedajúcich úloh celočíselného lineárneho programovania sa hľadá taký vektor premenných $\mathbf{x}^T = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, pre ktorý je hodnota ÚF maximálna (alebo minimálna) pri splnení ohraňujúcich predpokladov.

Rezný problém (úloha o delení materiálu, optimálny rezný plán) predstavuje model celočíselného lineárneho programovania, v rámci ktorého sa rieši rozdelenie (rezanie) určitých väčších celkov na menšie tak, aby bol minimalizovaný odpad po ich rozdelení. Pri reznom probléme treba pritom rešpektovať požiadavky na počet vzniknutých menších celkov po rezaní, teda koľko ich má minimálne resp. maximálne rezaním vzniknúť a takisto požiadavky na maximálny prípustný odpad pri ich rezaní, prípadne ďalšie obmedzenia.

Úloha môže byť jednorozmerná, v ktorej je delenie charakterizované iba jedným rozmerom – napr. tyče, latky, káble, pásy rovnakej šírky a pod. (one-dimensional cutting stock problem, napr. Tanir et al., 2016, Tanir et al., 2019, Ágoston, 2019) alebo dvojrozmerná, v ktorej sa z plochy sa vyrezávajú menšie celky (two-dimensional cutting stock problem, napr. Malaguti et al., 2014, Furini et al., 2016). Vo všeobecnosti možno charakterizovať rezné problémy podľa ich dimenzie alebo podľa ich tvaru. Dimenzia v Euklidovskom priestore môže byť jednorozmerná 1D, dvojrozmerná 2D, resp. trojrozmerná 3D. Dimenzia mimo Euklidovského priestoru môže byť závislá napríklad na čase, hmotnosti atď., pričom táto dimenzia sa zvyčajne aplikuje ako doplnujúce požiadavky pre priestorové objekty. Podľa tvaru objektov možno charakterizovať rezné problémy ako pravouhlé objekty (2D – obdĺžniky, 3D – kvádre, atď.), na základe geometrických tvarov na obdĺžniky, kruhy elipsy atď.

Jednorozmerný rezný problém možno formulovať ako klasickú úlohu celočíselného lineárneho programovania, podstata dvojrozmerného rezného problému (ako aj ďalších variantov rezného problému) je podstatne zložitejšia.

Formulovaný problém rezania kovových tyčí predstavuje vo svojej podstate jednorozmerný rezný problém. Problémom tohto typu úlohy lineárneho programovania je určiť, čo predstavuje v úlohe rozhodovacie premenné. Každý uvažovaný väčší celok možno rozdeliť (rozrezať) na menšie celky veľkým množstvom spôsobov a preto sa pod procesom rozumie aplikácia jedného z potenciálnych spôsobov delenia. Potom budú procesom (spôsobom delenia) odpovedať jednotlivé rozhodovacie premenné a hodnoty rozhodovacích premenných budú udávať, koľkokrát bol príslušný spôsob delenia použitý. Ohraňenia úlohy celočíselného lineárneho programovania pritom musia zahrnúť všetky obmedzujúce podmienky vyplývajúce zo zadania (minimálny, resp. presný počet menších celkov, obmedzenie počtu disponibilných štandardných väčších celkov (tyčí), požiadavky na maximálny prípustný odpad a pod.).

Praktické nájdenie kvalitného rezného plánu (všetkých možných spôsobov rezania) predstavuje matematicky NP – úplný problém, ktorého riešenie je aj v súčasnosti časovo a pamäťovo náročné.

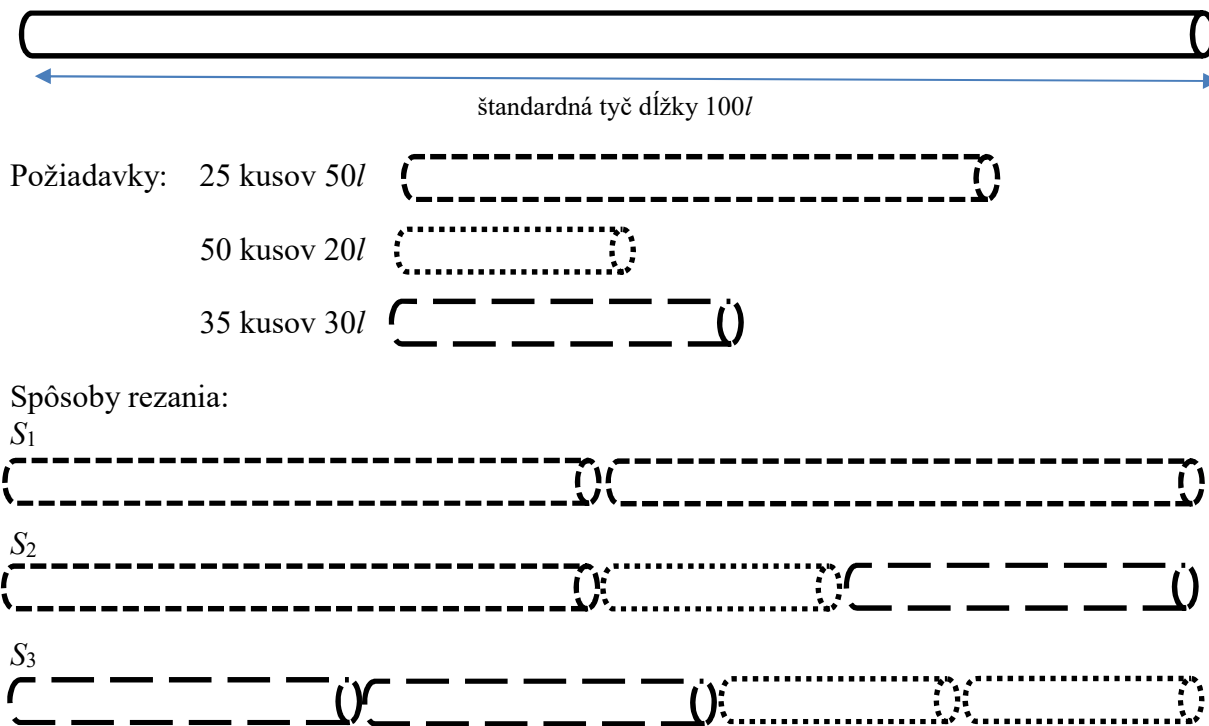
Pri formulovaní rezného problému ako úlohy celočíselného lineárneho programovania treba najskôr vytvoriť rezné plány (možné spôsoby delenia väčších celkov), treba teda zistiť koľko spôsobov delenia je pri delení väčších celkov možných. Počet spôsobov rezania potom reprezentuje počet rozhodovacích premenných (n), ktoré sú do úlohy celočíselného lineárneho programovania zakomponované. Štruktúrne ohraňenia (m) potom reprezentujú všetky ohraňenia, ktoré treba do úlohy zahrnúť, pričom základné ohraňenia pre počty narezaných menších celkov sú zvyčajne v tvare „=“, ak treba narezat presný počet menších celkov, resp. v tvare „≥“, a sa má dosiahnuť aspoň ich určitý počet. Úlohu nájdenia optimálneho rezného plánu možno potom modifikovať z úlohy (1) na tvar:

$$\begin{aligned} \min f(\mathbf{x}) &= \sum_{j=1}^n c_j x_j \\ \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j &\begin{cases} = \\ \geq \end{cases} b_i, \quad i = 1, 2, \dots, m \\ x_j &\geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \\ x_j &\in D_j, \quad j = 1, 2, \dots, n \\ x_j &\in Z, \quad j = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (2)$$

kde podmienky $x_j \in D_j, j = 1, 2, \dots, n$ reprezentujú, ako už bolo uvedené, dodatočné obmedzenia (napr. počtu disponibilných štandardných väčších celkov (tyčí), požiadavky na maximálny prípustný odpad a pod.).

Rezný plán potom môže reprezentovať Obrázok 5 (predpokladáme celkovú dĺžku štandardnej tyče 100, požadovaných 25 tyčí dĺžky 50, 50 tyčí dĺžky 20 a 35 tyčí dĺžky 30, odpad nie je prípustný), resp. všeobecná Tabuľka 2 (hodnota m_1 predstavuje celkový počet rôznych druhov požadovaných menších celkov).

Obr. 5: Možnosti rezania menších celkov



Zdroj: Vlastné spracovanie

Na základe vytvoreného rezného plánu možno sformulovať úlohu celočíselného lineárneho programovania a riešiť ju zodpovedajúcimi metódami, ktoré boli vypracované v rámci teórie celočíselného programovania (metóda vetiev a hraníc, Gomoryho metóda rezných nadrovín...).

Tab. 2: Vytvorenie rezného plánu

| Dĺžka celku | Spôsoby rezania | | | | | | Požadovaný počet kusov b_i |
|-----------------------|-----------------|------------|------------|-----|-----|------------|------------------------------|
| | S_1 | S_2 | S_3 | ... | ... | S_n | |
| d_1 cm | a_{11} | a_{12} | a_{13} | | | a_{1n} | b_1 |
| d_2 cm | a_{21} | a_{22} | a_{23} | | | a_{2n} | b_2 |
| ... | | | | | | | ... |
| d_{m1} cm | $a_{m1,1}$ | $a_{m1,2}$ | $a_{m1,3}$ | | | $a_{m1,n}$ | b_{m1} |
| Odpad | o_1 | o_2 | o_3 | | | o_n | |
| Rozhodovacia premenná | x_1 | x_2 | x_3 | ... | ... | x_n | |

Zdroj: Vlastné spracovanie

Na reálne riešenia úloh matematického programovania, a teda aj úloh celočíselného lineárneho programovania, boli vyvinuté profesionálne softvérové produkty ako sú GAMS, LINDO, LINGO, Python, Gurobi, atď. Ale v praxi, aj na akademickej pôde sa používa mnoho ďalších softvérov a softvérových jazykov na riešenie matematického programovania (napr. MATLAB, jazyk R, Python a pod.). Ďalej prezentujeme spôsob riešenia úlohy rezného problému ako úlohy celočíselného lineárneho programovania v jazyku Python.

4 Riešenie rezného problému ako úlohy lineárneho programovania v jazyku Python

Pri riešení úloh v jazyku Pythone treba v prvom rade určiť prostredie programovania (táto otázka nie je predmetom príspevku). Okrem základného prostredia IDLE (Integrated Development and Learning Environment) možno použiť nástroje ako Jupyter, Spyder, ktoré možno nájsť pod integrovaným systémom Anaconda. Ďalej bude predstavené riešenie úlohy celočíselného lineárneho programovania (ako podmnožina úloh matematického programovania) v prostredí IDLE.

Ďalším krokom je výber vhodného modulu určeného na riešenie úloh matematického programovania všeobecne. Pre praktické riešenie sú k dispozícii dva základné moduly SCIPY a MIP. Prvý uvedený modul je určený na riešenie úloh matematického programovania (lineárne a nelineárne úlohy). Modul MIP je na rozdiel od modulu SCIPY zameraný na riešenie úloh lineárneho, celočíselného a tiah aj bivalentného programovania. Variabilitu modulu MIP možno charakterizovať možnosťou výberu optimalizačného riešiteľa Coin-or branch and cut (CBC), ktorý je automaticky inštalovaný s modulom MIP, Gurobi (GRB), SCIP, GLPK, ktoré možno použiť v prípade ich nainštalovania z iných zdrojov ako Python.

Ďalej bude prezentovaný príklad riešenia rezného problému ako úlohy celočíselného lineárneho programovania, ktorý bol ilustratívne znázornený na Obrázku 5. Uvažujme teda úlohu, keď sú k dispozícii štandardné tyče s dĺžkou 100 (predpokladáme dostatočný počet týchto tyčí), je potrebné narezať 25 tyčí dĺžky 50, 50 tyčí dĺžky 20 a 35 tyčí dĺžky 30, pričom odpad nie je prípustný. Rezný plán je uvedený v Tabuľke 3.

Tab. 3: Vytvorenie rezného plánu s odpadom 0

| Dĺžka tyče | Spôsoby rezania | | | | Požadovaný počet kusov b_i |
|-----------------------|-----------------|-------|-------|-------|------------------------------|
| | S_1 | S_2 | S_3 | S_4 | |
| 50 cm | 2 | 1 | - | - | 25 |
| 30 cm | - | 1 | 2 | - | 35 |
| 20 cm | - | 1 | 2 | 5 | 50 |
| Odpad | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Rozhodovacia premenná | x_1 | x_2 | x_3 | x_4 | |

Zdroj: Vlastné spracovanie

Potom možno formulovať nasledujúcu úlohu lineárneho programovania:

$$\begin{aligned} \min f(\mathbf{x}) &= 0x_1 + 0x_2 + 0x_3 + 0x_4 \\ 2x_1 + 1x_2 + 0x_3 + 0x_4 &= 25 \\ 0x_1 + 1x_2 + 2x_3 + 0x_4 &= 35 \\ 0x_1 + 1x_2 + 2x_3 + 5x_4 &= 50 \\ x_1, x_2, x_3, x_4 &\geq 0 \\ x_1, x_2, x_3, x_4 &\in Z \end{aligned} \tag{3}$$

Ďalej je opísaný kód (# - reprezentuje komentár v jazyku Python) na riešenie úlohy (3) v Pythone pomocou modulu MIP:

```
# importovanie prvkov z modulu MIP
from mip import Model, xsum, minimize
# vstupne udaje
c = [0, 0, 0, 0]
A = [[2,1,0,0],[0,1,2,0],[0,1,2,5]]
b=[25,35,50]
n, V = len(c), set(range(len(c)))
m, U = len(b), set(range(len(b)))
md = Model('ULP')
# definovanie premennych
x = [md.add_var(var_type="I") for i in V]
# ucelova funkcia
md.objective = minimize(xsum(c[i] * x[i] for i in V))
# ohranicenia ulohy
for i in U:
    md += xsum(A[i][j]* x[j] for j in V) == b[i]
# spustenie riesenia
vysledok=md.optimize()
# vypis vysledkov)
for i in md.vars:
    print(i.name,i.x)
print(vysledok)
print("Ucelova funkcia: ",md.objective_value)
```

Výpis výsledkov po spustení v prostredí IDLE:

```
var(0) 0.0
var(1) 25.0
var(2) 5.0
var(3) 3.0
OptimizationStatus.OPTIMAL
Ucelova funkcia: 0.0
```

5 Implementácia problému rezania železných armatúrnych tyčí v jazyku Python

Pri riešení uvedeného problému bol použitý programovací jazyk Python, ktorý bol prezentovaný ako nástroj na riešenie rezného problému v časti 3. Prezentovaný kód obsahuje dva základné bloky, blok vytvorenia prípustných rezných plánov a blok vlastnej optimalizácie úlohy lineárneho programovania.

Prvý blok možno rozdeliť na dve podčasti. V prvej časti sa vytvorí množina všetkých potenciálne použiteľných kombinácií spôsobov rezania – rezný plán (Obrázok 6). Prvá časť

kódu slúži k zisteniu maximálneho možného počtu kusov získaných z najdlhšej tyče, t. j. stanovenie hodnoty premennej mm . V ďalšej časti je zostrojená množina všetkých m prvkových kombinácií, pričom hodnoty nadobúdajú hodnoty od 0 po $mm+1$, aby bolo zabezpečené, že nebude vynechaná žiadna prípustná kombinácia rezného plánu.

Obr. 6: Vytvorenie rezného plánu pri stanovení maximálneho počtu kusov výrobkov rovnakej dĺžky z jednej tyče

```
#stanovenie maximálneho počtu kusov výrobkov rovnakej dĺžky z jednej tyče
mm=0
for k in T:
  for i in V:
    if mm<=tyce[k][0]//vstup[i][0]:
      mm=tyce[k][0]//vstup[i][0]
#vytvorenie všetkých potenciálne prípustných kombinácií
res = [ele for ele in product(range(0, mm + 1), repeat = m)]
```

Zdroj: Vlastné spracovanie

V druhej časti je potrebné vybrať z množiny všetkých spôsobov rezania iba tie, ktoré spĺňajú podmienky maximálnej novej hodnoty odpadu pri rezaní (Obrázok 7). V tomto bloku sa realizuje kontrola, či je pre jednotlivé typy vstupných tyčí rezný plán prípustný. Kontrola prípustnosti spočíva v zistení, či rezný plán je možné realizovať, t. j. súčet narezaných tyčí nie je väčší ako jej dĺžka a odpad je maximálne na stanovenej úrovni. Po výbere prípustných spôsobov rezania možno získať požadované parametre matematického modelu, kde v naprogramovanom kóde premenná rp reprezentuje množstvá získaných požadovaných tyčí z jedného rezania, tyc dĺžku rezanej tyče a o odpad po použití príslušného rezného plánu.

V druhom bloku sa rieši optimalizačná úloha, ktorá je všeobecne formulovaná ako úloha lineárneho programovania (2), pričom na obrázku (7) je úloha zapísaná v programovacom jazyku Python.

Obr. 7: Výber prípustných rezných plánov pri stanovenom maximálnom odpade

```
#výber prípustných rezných plánov pri stanovenom maximálnom odpade 200 mm
modpad=200
for k in T:
  for i in list(res):
    if sum(np.multiply(dlzky,np.array(i)))<=tyce[k][0]:
      if tyce[k][0]-sum(np.multiply(dlzky,np.array(i)))<=modpad:
        j+=1
        rp[j-1]=np.array(i)
        tyc[j-1]=tyce[k][0]
        o[j-1]=tyce[k][0]-sum(np.multiply(dlzky,np.array(i)))
```

Zdroj: Vlastné spracovanie

Obr. 8: Deklarácia premenných matematického modelu

```
#deklarácia premenných matematického modelu
x = [m.add_var(name='x', var_type = "I", lb=0) for i in PR]
#definovanie účelovej funkcie
m.objective = minimize(xsum(o[i]*x[i] for i in PR)
#definovanie štruktúrnych ohraničení
for j in V:
    m += PS[j]-xsum(rp[i][j]*x[i] for i in PR) == 0
for j in T:
    m += tyce[j][1]-xsum(x[i] for i in PR if tyce[j][0]==tyc[i]) >= 0
m.optimize()
```

Zdroj: Vlastné spracovanie

6 Riešenie problému rezania železných armatúrnych tyčí ako úlohy lineárneho programovania v jazyku Python

Pri riešení uvedeného problému sú využité ako vstupné údaje dva excelovské súbory. Zadanie dát v prvom súbore reprezentuje tabuľka 4, kde užívateľ zadáva dĺžky a počty tyčí, ktoré budú použité pri výrobe požadovaných výsledných tyčí, pričom v tabuľke 5 je zobrazenie požiadaviek reprezentované požadovanou dĺžkou a ich počtom.

Ako je uvedené v časti 4, po spustení programu v jazyku Python budú načítané údaje z MS Excelu, pričom následne stanoví všetky prípustné rezné plány a vyrieši formulovanú optimalizačnú úlohu.

Výsledky uvedenej úlohy sú exportované do súboru MS Excel, ktorý formát výstupu je uvedený v tabuľke 6.

Tab. 4: Počet disponibilných tyčí

| Tyče | Počet |
|------|-------|
| 200 | 500 |
| 230 | 200 |
| 250 | 100 |

Zdroj: Vlastné spracovanie

Tab. 5: Požiadavky na rezanie

| Požiadavky | Počet |
|------------|-------|
| 120 | 100 |
| 90 | 130 |
| 30 | 320 |
| 50 | 200 |
| 45 | 120 |
| 100 | 200 |
| 150 | 140 |

Zdroj: Vlastné spracovanie

V našom prípade, ako výsledok optimalizácie vzniká rezný plán, ktorého celkový odpad je 230. V Tabuľke 6 sú uvedené možné rezné plány.

Tab. 6: Rezné plány

| | Dĺžka tyče | Počet ks | Odpad na 1 ks | 120 cm-ks | 90 cm-ks | 30 cm-ks | 50 cm-ks | 45 cm-ks | 100 cm-ks | 150 cm-ks |
|----------------------------|------------|----------|---------------|-----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| 1. spôsob | 200 | 28 | 5 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 2. spôsob | 200 | 77 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 3. spôsob | 230 | 50 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 4. spôsob | 230 | 62 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 5. spôsob | 230 | 37 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 6. spôsob | 230 | 24 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 7. spôsob | 230 | 18 | 5 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 8. spôsob | 250 | 78 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 9. spôsob | 250 | 17 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 10. spôsob | 250 | 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| OptimizationStatus,OPTIMAL | | | | | | | | | | |
| Celkový odpad 230,0 | | | | | | | | | | |

Zdroj: Vlastné spracovanie

Celkovo na získanie požadovaného počtu tyčí je potrebné realizovať 10 spôsobov rezania tyčí jednotlivých dĺžok, pričom sa využijú všetky druhy tyčí (dĺžky 200, 230, 250). Celkový odpad je 230, pričom najväčší odpad z jednej tyče je 5 a bude realizovaný pri 1. a 7. reznom pláne.

7 Tvorba informačného systému s využitím dátového skladu

Prezentovaný spôsob tvorby rezného plánu môže byť základom pre vytvorenie automatizovaného informačného systému firmy RB, Veľké Kapušany s.r.o., ktorý bude na základe požiadaviek z jednotlivých objednávok zbierať údaje o počte tyčí v každej disponibilnej dĺžke a bude pre každú objednávku poskytovať hotový rezný plán pre všetky požadované priemery. Výhodou komplexného informačného systému je spojenie viacerých objednávok v obmedzenom časovom intervale a tým aj celkové zníženie strát z nakupovaných tyčí.

Základom nového informačného systému (IS), ktorý môže byť integrovaný do informačného systému využívaného danou firmou, je databázový systém (DBS) rozvinutý do dátového skladu (DW). Okrem údajov o jednotlivých materiáloch a ich výskyte na sklade sa budú uchovávať aj časové a priestorové informácie o možnostiach nákupu nových materiálov. Taktiež budú v systéme automaticky uchovávané údaje o odrezkoch jednotlivých tyčí. Tiež bude možné zoskupiť dané odrezky do skupín podľa dĺžky a priemeru. Takto získané údaje o disponibilných materiáloch bude možné znovu zaradiť do výpočtu optimálneho rezného plánu. Okrem toho v dátovom sklade možno uchovávať už získané rezné plány a na ich základe dekomponovať riešenie úlohy na skupinu menších riešení. Taktiež bude možné uchovávať aj údaje o ekonomických stratách pri využívaní jedného alebo iného rezného plánu.

Výhodou daného riešenia je využitie multidimenzionálnej dátovej kocky, ktorá umožní mnohostranný pohľad na získané výsledky rezných plánov, ekonomické veličiny realizácie jednotlivých rezných plánov, časové údaje o naplňaní skladu a postupu realizácie rezov. Využívaním jednotlivých operácií s kockou Slice, Dice, RollUp, DrillDown umožní podrobnú analýzu získaných výsledkov.

8 Záver

Príspevok vznikol ako reakcia na konkrétnu požiadavku firmy RB, Veľké Kapušany s.r.o., ktorá sa zaoberá rozdelením dlhých kovových tyčí rôznych rozmerov na požadované dĺžky v súlade s požiadavkami odberateľa (rezanie železných armatúrových tyčí pre potreby veľkých stavieb, konkrétne pre diaľničnú výstavbu.). Na základe objednávok a výrobných výkresov sú vytvorené štítky určené pre ohýbacie stroje. Autori v ňom zovšeobecniť skúsenosti nadobudnuté počas riešenia tejto úlohy s využitím nástrojov matematického programovania a programu Python.

Ako efektívny nástroj na riešenie uvedeného problému bol formulovaná matematický model (rezný problém), ktorý predstavuje zjednodušený opis reálneho systém rezania kovových tyčí. Formulovaný model možno pritom riešiť nástrojmi matematického programovania, podporenými zodpovedajúcimi softvérovými nástrojmi, konkrétne programom Python. Takýmto postupom možno relatívne presne kvantitatívne realizovať výber určitého riešenia z veľkého množstva možných riešení, ktoré je z hľadiska matematicky formulovaného cieľa najlepšie.

Najzaujímavejším problémom pritom nebolo riešenie skonštruovanej úlohy matematického programovania, ale konštrukcia vlastných rezných plánov, ktoré sú podkladom pre zostavenie zodpovedajúcej úlohy matematického programovania. Zostavenie rezných plánov pri rozsiahlych zadaniach v sebe zahŕňa veľké množstvo variantov, ktoré možno eliminovať pomocou vhodne formulovaných pravidiel a využiť pritom tiež program Python.

Na základe riešenia príslušnej úlohy matematického programovania možno vytvoriť dátovú štruktúru – dátový sklad (DW), ktorá umožní uchovávať nielen údaje o materiáloch na sklade, výsledných produktov, ale aj jednotlivé vypočítané riešenia. DW taktiež uchováva údaje o zostatkoch materiálu. DW môže poskytnúť mnohorozmerný pohľad na získané údaje, čo môže byť predpokladom pre efektívnejšie využívanie pracovného času a materiálu.

Príspevok bol spracovaný v rámci riešenia grantovej úlohy VEGA 1/0339/20 „Hidden Markov Model Utilization in Financial Modeling“.

Literatúra

- [1] Ágoston, K. C. (2019). The effect of welding on the one-dimensional cutting-stock problem: The case of fixed firefighting systems in the construction industry. *Advances in Operations Research*, 2019, 1-12.
- [2] Anderson, D. R., Sweeney, D. J., Williams, T. A., Camm, J. D. & Cochran, J. J. (2018). *An introduction to management science: quantitative approach*. Cengage learning.
- [3] Brezina, I. & Pekár, J. (2019). *Úvod do operačného výskumu I*. Bratislava: LetraEdu.
- [4] Furini, F., Malaguti, E. & Thomopulos, D. (2016). Modeling Two-Dimensional Guillotine Cutting Problems via Integer Programming. *INFORMS Journal on Computing*, 28(4), 736-751.
- [5] Jahromi, M. H., Tavakkoli-Moghaddam, R., Makui, A. & Shamsi, A. (2012). Solving an one dimensional cutting stock problem by simulated annealing and tabu search. *Journal of Industrial Engineering International*, 8.1, 1-8.
- [6] Kellerer, H., Pferschy, U. & Pisinger, D. (2004). *Knapsack Problems*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- [7] Malaguti, E., Durán, R. M. & Toth, P. (2014). *Approaches to real world two-dimensional cutting problems*. *Omega*, 47, 99-115.
- [8] Tanir, D., Ugurlu, O., Guler, A., & Nuriyev, U. (2016). One-dimensional Cutting Stock Problem with Divisible Items. ArXiv, abs/1606.01419.

- [9] Tanir, D., Ugurlu, O., Guler, A., & Nuriyev, U. (2019). One-dimensional cutting stock problem with divisible items: a case study in steel industry. *TWMS Journal of Applied and Engineering Mathematics*, 9(3), 473-484.

Analýza počtu občanov členských štátov EÚ pracujúcich v jednotlivých krajoch Slovenska v rokoch 2013 – 2019

Lubica Hurbánková¹

Abstrakt

Cieľom príspevku je analyzovať kraje Slovenska na základe počtu pracujúcich občanov členských štátov Európskej únie. Aby sme zistili, v ktorom kraji najviac vzrástol počet pracujúcich cudzincov, použijeme príspevkovú metódu. Ďalej nás bude zaujímať, či sa menila štruktúra tohto indikátora v jednotlivých krajoch v rokoch 2019 a 2013. Na to nám poslúži Suslovov koeficient podobnosti štruktúr. Z výsledkov analýz sme zistili, že počet pracujúcich cudzincov na Slovensku najviac vzrástol v roku 2014 oproti roku 2013, a to o 63,39 %. Na tomto náraste najviac prispel Bratislavský kraj (16,91 %), Žilinský kraj (11,37 %) a Prešovský kraj (9,63 %). Najmenej prispeli Košický (0,91 %) a Trenčiansky kraj (1,07 %). V roku 2019 v porovnaní s rokom 2018 bol zaznamenaný nárast počtu pracujúcich občanov EÚ iba o 6,10 %. Suslovov koeficient podobnosti štruktúr dosiahol hodnotu 0,0230, čo znamená, že štruktúry počtu pracujúcich cudzincov v rokoch 2013 a 2019 sú podobné, ich jednotlivé zložky sa odchyľujú v priemere o 2,30 percentuálneho bodu.

Kľúčové slová

Počet pracujúcich občanov Európskej únie, príspevková metóda, Suslovov koeficient

Abstract

The aim of the paper is to analyse the regions of Slovakia on the base of the number of working citizens of European Union. The contribution method is used to find out, in which region increased the number of working foreigners the most and in which the least. Suslov's coefficient of similarity of structures is used for analyse changes in structure of the analysed indicator. From the results of the realized analyse we found out that the number of working foreigners in Slovakia increased the most in 2014 compared to 2013, by 63.39%. The Bratislava Region (16.91%), the Žilina Region (11.37%) and the Prešov Region (9.63%) contributed the most to this increase. The Košice Region (0.91%) and the Trenčín Region (1.07%) contributed the least. In 2019, compared to 2018 was recorded an increase of only 6.10%. Suslov's coefficient of similarity of structures acquires the value 0.0230, which means a high degree of similarity of structures of the number of working foreigners in 2013 and 2019.

Key words

the number of working EU citizens, the contribution method, Suslov's coefficient

JEL classification

C40, E24

1 Úvod

Migrácia je vo svete od nepamäti, ľudia cestujú za lepšou prácou alebo lepšími životnými podmienkami do iných krajín. Je to súčasť kolobehu života a ovplyvňuje to na jednej strane

¹ Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra štatistiky, Dolnozemska cesta 1/b, 852 35 Bratislava, lubica.hurbankova@euba.sk.

krajiny, z ktorých ľudia hromadne odchádzajú, ale aj krajiny, ktoré sú atraktívne pre ľudí cestujúcich za lepším životom.

V príspevku sa zaoberáme tematikou zamestnávania občanov členských štátov Európskej únie na Slovensku. V minulosti naša krajina nebola veľmi obľúbená pre cudzincov, zo Slovenska viac ľudí odchádzalo do zahraničia, ako prichádzalo. Z pohľadu migrácie predstavovalo skôr tranzitnú krajinu. Vstup Slovenska do Európskej únie veľa vecí zmenil. Stali sme sa stabilnejšou krajinou vo všetkých smeroch. Cudzinci, ktorí nás brali ako prechodnú stanicu, nás začali vnímať ako príležitosť zamestnať sa v lepších podmienkach v porovnaní s domácou krajinou. V prípade, že migrácia je rozumne regulovaná, je pre ekonomiku prospešná. Cudzinci pracujúci v inom štáte prispievajú do jeho štátneho rozpočtu vo forme daní, podporujú domácu spotrebu a vytvárajú tlak na zvyšovanie konkurencieschopnosti na trhu práce. Platí však, že vyššiu pridanú hodnotu prinášajú v prvom rade zamestnanci s vyššou kvalifikáciou vykonávajúci sofistikovanejšie činnosti.

Koronakríza znižuje počet cudzincov pracujúcich na Slovensku. Kým ku koncu februára minulého roka u nás pracovalo 78,2-tisíc občanov z iných krajín, ku koncu vlaňajška sa ich počet postupne znížil na 69-tisíc. (SITA, 2021)

Cieľom príspevku je analýza krajov Slovenska na základe počtu pracujúcich občanov členských štátov Európskej únie v rokoch 2013 – 2019.

2 Metodológia

Na to, aby sme zistili, ktorý kraj najviac prispel k celkovému nárastu počtu pracujúcich občanov členských štátov EÚ, použijeme príspevkovú metódu. Na analýzu zmien v štruktúre daného indikátora využijeme Suslovov koeficient podobnosti štruktúr.

2.1 Príspevková metóda

Príspevková metóda slúži na analýzu aditívnych (súčtových) veličín (Y_t), ktoré sú súčtom jednotlivých zložiek (y_t^i), pričom platí (Hindls, Kaňoková, Novák):

$$Y_t = \sum_{i=1}^n y_t^i \quad (1)$$

Túto metódu používame vtedy, keď chceme zistiť, akou mierou sa na zmene aditívnej veličiny podieľali zmeny jej jednotlivých zložiek.

Postup príspevkovej metódy je nasledovný. Najskôr vypočítame relatívny prírastok aditívnej veličiny:

$$k_{\Delta t} = \frac{Y_t - Y_{t-1}}{Y_{t-1}} \quad (2)$$

a relatívne prírastky jej jednotlivých zložiek:

$$k_{\Delta t}^i = \frac{y_t^i - y_{t-1}^i}{y_{t-1}^i} \quad (3)$$

Následne vypočítame štruktúrne číslo v období $t-1$:

$$s_{t-1}^i = \frac{y_{t-1}^i}{Y_{t-1}} \quad (4)$$

Príspevky pre jednotlivé zložky vypočítame podľa vzťahu:

$$k_{\Delta}^i \cdot s_{t-1}^i \quad (5)$$

Príspevky pre jednotlivé zložky potom interpretujeme ako hodnotu v percentách, ktorou prispela i -ta zložka k celkovej zmene aditívnej veličiny Y_t . (Hurbánková, Sivašová, 2018)

Relatívny prírastok aditívnej veličiny je rovný súčtu relatívnych príspevkov jednotlivých zložiek (Hindls, Hronová, 1997):

$$\sum_{i=1}^n \left(\frac{y_t^i - y_{t-1}^i}{y_{t-1}^i} \right) * \frac{y_{t-1}^i}{Y_{t-1}} = \frac{1}{Y_{t-1}} \sum_{i=1}^n (y_t^i - y_{t-1}^i) = \frac{1}{Y_{t-1}} \left(\sum_{i=1}^n y_t^i - \sum_{i=1}^n y_{t-1}^i \right) = \frac{Y_t - Y_{t-1}}{Y_{t-1}} \quad (6)$$

2.2 Suslovov koeficient podobnosti štruktúr

Suslovov koeficient je jednou z mier na analýzu podobnosti štruktúr. Pri jeho výpočte postupujeme nasledovne. Zistíme, koľko a akých zložiek z_i má skúmaná aditívna veličina a definujeme porovnanú situáciu t a $t-1$. Kvantifikujeme podiel každej zložky na celkovej hodnote agregátu (vypočítame štruktúrne čísla x_i a y_i). Overíme, či $\sum_{i=1}^n x_i = 1$ a $\sum_{i=1}^n y_i = 1$ (Kahounová, 1994). Vypočítame absolútne rozdiely párových štruktúrnych čísel náležiacich i -tej zložke v situácii t a $t-1$:

$$|x_i - y_i| \quad (7)$$

Vypočítame Suslovov koeficient podobnosti štruktúr podľa vzorca:

$$d_{sus} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - y_i| \quad (8)$$

Hodnoty Suslovho koeficienta sa nachádzajú v intervale $\left\langle 0; \frac{2}{n} \right\rangle$. Ak sa hodnota koeficienta blíži k 0, podobnosť porovnaných štruktúr sa zväčšuje. Ak sa hodnota koeficienta blíži k $2/n$, podobnosť porovnaných štruktúr sa znižuje, resp. zvyšuje sa ich odlišnosť. Ak sa koeficient rovná 0, znamená to zhodu analyzovaných štruktúr a ak nadobúda hodnotu $\frac{2}{n}$, ide o úplnú odlišnosť štruktúr. (Karpov, 2007)

Suslovov koeficient vyjadruje, o koľko percentuálnych bodov sa v priemere odlišuje jedna časť (zložka) štruktúry v situácii t oproti situácii $t-1$, resp. aká veľká odchýlka v percentuálnych bodoch pripadá v priemere na 1 zložku danej aditívnej n -zložkovej veličiny. (Pozdniaková, 1981)

3 Analýza počtu pracujúcich občanov EÚ v krajoch Slovenska

Počty občanov členských štátov EÚ pracujúcich v krajoch Slovenskej republiky (okrem Slovenských občanov) sú uvedené v tabuľke 1. V sledovanom období vzrástol počet občanov členských štátov Európskej únie žijúcich na Slovensku viac ako štvornásobne. V absolútnom

vyjadrení sa najviac zvýšil v Bratislavskom kraji o viac ako 11 000, najmenej v Prešovskom kraji o necelých 900. V uvedenom období počet pracujúcich cudzincov z krajín EÚ narastal takmer každý rok v každom kraji, výnimkou je rok 2019, kedy došlo v Trnavskom, Trenčianskom a Prešovskom kraji k miernemu poklesu.

Tab. 1. Počet občanov členských štátov EÚ (okrem slovenských občanov) pracujúcich v jednotlivých krajoch SR v rokoch 2013 – 2019

| Kraje SR | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|-----------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Bratislavský (BA) | 3 165 | 4 525 | 6 298 | 8 267 | 9 867 | 12 958 | 14 260 |
| Trnavský (TT) | 1 530 | 2 214 | 2 492 | 3 312 | 4 382 | 5 047 | 5 032 |
| Trenčiansky (TN) | 770 | 856 | 975 | 1 253 | 1 789 | 2 354 | 2 251 |
| Nitriansky (NR) | 1 077 | 1 723 | 2 310 | 3 157 | 4 058 | 4 730 | 5 056 |
| Žilinský (ZA) | 257 | 1 171 | 1 724 | 1 896 | 2 032 | 1 526 | 1 910 |
| Banskobystrický (BB) | 376 | 936 | 1 350 | 1 398 | 1 355 | 1 479 | 1 501 |
| Prešovský (PO) | 509 | 1 283 | 1 745 | 1 942 | 1 686 | 1 710 | 1 394 |
| Košický (KE) | 357 | 430 | 619 | 1 010 | 1 418 | 1 748 | 2 073 |
| SR spolu | 8 041 | 13 138 | 17 513 | 22 235 | 26 587 | 31 552 | 33 477 |

Zdroj: Úrad práce, sociálnych vecí a rodiny, 2020

Relatívne prírastky (výpočet podľa Kotlebová a kol., 2017) občanov členských štátov EÚ žijúcich v jednotlivých krajoch SR v rokoch 2013 – 2019 možno sledovať v tabuľke 2. K najvyššiemu medziročnému rastu počtu občanov EÚ pracujúcich na Slovensku došlo v roku 2014, keď sa ich počet oproti predchádzajúcemu roku zvýšil o 63,39 %. Najviac v uvedenom roku vzrástol počet obyvateľov členských štátov EÚ v Žilinskom kraji, kde sa ich počet oproti predchádzajúcemu roku zvýšil 3,5564-násobne. Viac ako o 100 % sa zvýšil počet občanov členských štátov EÚ aj v Banskobystrickom a Prešovskom kraji, k najpomalšiemu nárastu došlo v roku 2019, kedy sa počet občanov členských štátov EÚ zvýšil len o 6,10 %, v troch krajoch (Trnavský, Trenčiansky a Prešovský) dokonca klesol.

Tab. 2. Relatívne prírastky občanov z členských štátov EÚ pracujúcich v jednotlivých krajoch SR v rokoch 2014 – 2019

| Kraje SR | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|-----------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| BA | 0,4297 | 0,3918 | 0,3126 | 0,1935 | 0,3133 | 0,1005 |
| TT | 0,4471 | 0,1256 | 0,3291 | 0,3231 | 0,1518 | -0,0030 |
| TN | 0,1117 | 0,1390 | 0,2851 | 0,4278 | 0,3158 | -0,0438 |
| NR | 0,5998 | 0,3407 | 0,3667 | 0,2854 | 0,1656 | 0,0689 |
| ZA | 3,5564 | 0,4722 | 0,0998 | 0,0717 | -0,2490 | 0,2516 |
| BB | 1,4894 | 0,4423 | 0,0356 | -0,0308 | 0,0915 | 0,0149 |
| PO | 1,5206 | 0,3601 | 0,1129 | -0,1318 | 0,0142 | -0,1848 |
| KE | 0,2045 | 0,4395 | 0,6317 | 0,4040 | 0,2327 | 0,1859 |
| SR spolu | 0,6339 | 0,3330 | 0,2696 | 0,1957 | 0,1867 | 0,0610 |

Zdroj: Vlastné výpočty podľa (2,3)

Pomocou príspevkovej metódy zistíme, ako sa na zmene počtu pracujúcich občanov členských štátov EÚ podieľali jednotlivé kraje SR. Výpočty sú zobrazené v tabuľke 3 (príspevky sú v percentách).

Tab. 3. Výpočet príspevkovej metódy pre počet občanov EÚ pracujúcich v jednotlivých krajoch SR v rokoch 2014 – 2019

| Kraje SR | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| BA | 16,91 | 13,50 | 11,24 | 7,20 | 11,63 | 4,13 |
| TT | 8,51 | 2,12 | 4,68 | 4,81 | 2,50 | -0,05 |
| TN | 1,07 | 0,91 | 1,59 | 2,41 | 2,13 | -0,33 |
| NR | 8,03 | 4,47 | 4,84 | 4,05 | 2,53 | 1,03 |
| ZA | 11,37 | 4,21 | 0,98 | 0,61 | -1,90 | 1,22 |
| BB | 6,96 | 3,15 | 0,27 | -0,19 | 0,47 | 0,07 |
| PO | 9,63 | 3,52 | 1,12 | -1,15 | 0,09 | -1,00 |
| KE | 0,91 | 1,44 | 2,23 | 1,83 | 1,24 | 1,03 |
| SR spolu | 63,39 | 33,30 | 26,96 | 19,57 | 18,67 | 6,10 |

Zdroj: Vlastné výpočty podľa (5)

Na raste počtu občanov členských štátov Európskej únie pracujúcich v Slovenskej republike sa v najvýraznejšej miere podieľal Bratislavský kraj. Platí to pre každý z uvedených rokov a táto skutočnosť vyplýva z toho, že práve v Bratislavskom kraji žije viac ako tretina zo všetkých občanov členských štátov EÚ pracujúcich na Slovensku. Najviac vzrástol analyzovaný indikátor v roku 2014 oproti roku 2013 a to o 63,39 %. Na tomto náraste v rámci SR mal najväčší príspevok Bratislavský kraj (16,91 %), Žilinský kraj (11,37 %) a Prešovský kraj (9,63 %). Najmenej prispel Košický kraj (0,91 %) a Trenčiansky kraj (1,07 %).

Z hľadiska štruktúry rozloženia pracujúcich v jednotlivých krajoch došlo v skúmanom období k miernym zmenám. Percentuálne zastúpenie pracujúcich občanov členských štátov EÚ žijúcich v jednotlivých krajoch SR zobrazuje tabuľka 4.

Napriek tomu, že v sledovanom období dochádza k miernym zmenám v štruktúre, môžeme konštatovať, že situácia je relatívne stabilná. Najvyšší počet občanov iných členských štátov EÚ pracuje v Bratislavskom kraji, v roku 2014 síce výraznejšie klesol na úroveň 34,44 %, od roku 2017 však začal rásť až na úroveň 42,60 % v roku 2019. Tento stav možno očakávať, nakoľko v hlavnom meste je najvyššia koncentrácia centrál medzinárodných firiem. Mnohé z nich na Slovensko vyslali svojich pracovníkov pôsobiacich hlavne na rôznych úrovniach manažmentu.

Tab. 4. Percentuálne zastúpenie občanov členských krajín EÚ pracujúcich v jednotlivých krajoch SR v rokoch 2013 – 2019

| Kraje SR | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| BA | 39,36 | 34,44 | 35,96 | 37,18 | 37,11 | 41,07 | 42,60 |
| TT | 19,03 | 16,85 | 14,23 | 14,90 | 16,48 | 16,00 | 15,03 |
| TN | 9,58 | 6,52 | 5,57 | 5,64 | 6,73 | 7,46 | 6,72 |
| NR | 13,39 | 13,11 | 13,19 | 14,20 | 15,26 | 14,99 | 15,10 |
| ZA | 3,20 | 8,91 | 9,84 | 8,53 | 7,64 | 4,84 | 5,71 |
| BB | 4,68 | 7,12 | 7,71 | 6,29 | 5,10 | 4,69 | 4,48 |
| PO | 6,33 | 9,77 | 9,96 | 8,73 | 6,34 | 5,42 | 4,16 |
| KE | 4,44 | 3,27 | 3,53 | 4,54 | 5,33 | 5,54 | 6,19 |

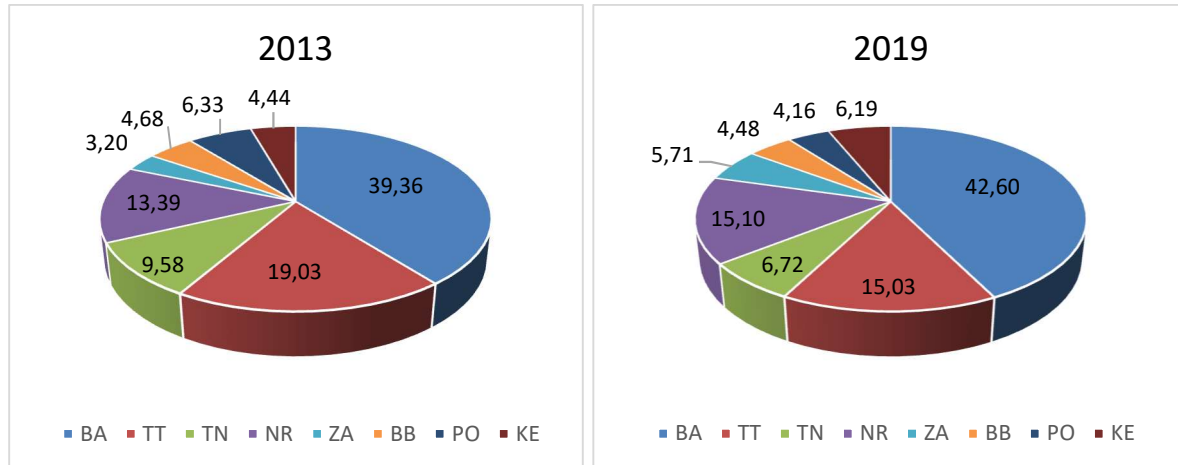
Zdroj: Vlastné výpočty podľa (4)

K najväčšiemu poklesu v úrovni zastúpenia občanov členských štátov EÚ došlo v Trenčianskom kraji (z 9,58 % v roku 2013 klesol na 6,72 % v roku 2019), najnižší podiel

(5,57 %) dosiahol v roku 2015. K miernemu poklesu došlo v Prešovskom kraji (zo 6,33 % v roku 2013 na 4,16 % v roku 2019).

Pre lepšiu ilustráciu zobrazíme údaje za prvý a posledný rok pomocou koláčového grafu (graf 1).

Graf 1. Percentuálny podiel občanov členských štátov EÚ pracujúcich v jednotlivých krajoch SR v rokoch 2013 a 2019



Zdroj: Vlastné spracovanie

Zmeny v štruktúre rozloženia cudzincov z krajín EÚ budeme ďalej analyzovať pomocou Suslovovho koeficienta podobnosti štruktúr. Podobnosť v štruktúre skúmame v rokoch 2013 a 2019. Hodnota tohto koeficienta v 8 zložkovom agregáte môže nadobúdať hodnoty z intervalu $<0, 0,25>$. Výpočet je uvedený v tabuľke 5.

Tab. 5. Výpočet Suslovovho koeficienta podobnosti štruktúr pre počet občanov EÚ pracujúcich v jednotlivých krajoch SR v rokoch 2013 a 2019

| Kraje SR | x_i | y_i | $ x_i - y_i $ |
|-------------|--------|--------|---------------|
| BA | 0,3936 | 0,4260 | 0,0324 |
| TT | 0,1903 | 0,1503 | 0,0400 |
| TN | 0,0958 | 0,0672 | 0,0285 |
| NR | 0,1339 | 0,1510 | 0,0171 |
| ZA | 0,0320 | 0,0571 | 0,0251 |
| BB | 0,0468 | 0,0448 | 0,0019 |
| PO | 0,0633 | 0,0416 | 0,0217 |
| KE | 0,0444 | 0,0619 | 0,0175 |
| Spolu | 1,0000 | 1,0000 | 0,1841 |
| <i>dsus</i> | x | x | 0,0230 |

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa (8)

Suslovov koeficient nadobúda hodnotu 0,0230, čo znamená vysokú mieru podobnosti štruktúr počtu občanov EÚ pracujúcich v jednotlivých krajoch SR v rokoch 2013 a 2019.

4 Záver

Cieľom príspevku bolo zistiť, ako sa vyvíja počet pracujúcich občanov Európskej únie v jednotlivých krajoch Slovenska – ktoré kraje najviac prispeli k tohto ukazovateľa a ktoré najmenej. Ďalej nás zaujímalo, či sa menila štruktúra počtu pracujúcich cudzincov v jednotlivých krajoch SR v rokoch 2013 a 2019.

Z uskutočnených analýz môžeme vyvodit' nasledovné závery:

- najviac občanov EÚ pracuje v Bratislavskom kraji (v roku 2019 až 42,60 %),
- počet pracujúcich cudzincov na Slovensku najviac vzrástol v roku 2014 v porovnaní s rokom 2013, a to o 63,39 %. K tomuto nárastu najviac prispel Bratislavský kraj (16,91 %), Žilinský kraj (11,37 %) a Prešovský kraj (9,63 %). Najmenej prispeli Košický (0,91%) a Trenčiansky kraj (1,07 %). V roku 2019 oproti roku 2018 bol zaznamenaný nárast tohto indikátora iba o 6,10 %.
- Suslovov koeficient podobnosti štruktúr dosiahol hodnotu 0,0230, čo znamená, že štruktúra počtu pracujúcich občanov Európskej únie v rokoch 2013 a 2019 je podobná, pričom jednotlivé zložky štruktúry sa odchyľujú v priemere o 2,30 percentuálneho bodu.

Napriek tomu, že na základe dostupných dát v rokoch 2013 – 2019 sa rastúci trend počtu cudzincov na Slovensku javil ako jednoznačný, výrazné zmeny môže priniesť kríza spôsobená globálnou pandémiou vírusu covid-19. Opatrenia, ktoré boli prijaté na zabránenie šírenia vírusu, sú založené hlavne na znížení mobility. Očakávame teda, že sa rast počtu cudzincov na Slovensku v blízkej budúcnosti spomalí až zastaví. Ďalším faktorom, ktorý negatívne vplyva na zmeny v počte cudzincov na Slovensku, môžu byť očakávané ekonomické dopady krízy, ktoré pravdepodobne povedú k zníženiu počtu pracovných miest, v dôsledku čoho môže dokonca počet cudzincov v krátkodobom až strednodobom horizonte klesať. Z dlhodobého hľadiska však očakávame, že rastúci trend počtu cudzincov na Slovensku bude pokračovať. Jedným z dôvodov je, že Slovensko naďalej patrí medzi krajiny s najnižším počtom pracujúcich cudzincov.

Príspevok bol spracovaný v rámci riešenia grantových úloh VEGA 1/0193/20 „Vplyv priestorových spillover efektov na inovačné aktivity a rozvoj regiónov EÚ“ a VEGA 1/0561/21 „Vplyv krízy COVID-19 na demografiu podnikov a zamestnanosť v SR a EÚ“.

Literatúra

- [1] Hindls, R., Kaňoková, J., & Novák, I. (1997). *Metody statistické analýzy pro ekonomy*. Praha: MANAGEMENT Press.
- [2] Hindls, R., & Hronová, S. (1997). Vývoj domáciho produktu z hľadiska príspevní jednotlivých factorů. *Politická ekonomie*, 1997 (5), pp. 699-707.
- [3] Hurbánková, L., & Sivašová, D. (2018). *Hospodárska štatistika I*. Bratislava: Vydavateľstvo EKONÓM.
- [4] Kahounová, J. (1994). *Měření podobnosti struktur*. Praha: VŠE PRAHA.
- [5] Karpov, A. 2007. *Measurement of Disproportionality in PR System*: výskumná správa. Moscow: State University - Higher School of Economics, 2007. 23 s.
- [6] Kotlebová, E. a kol. (2017). *Štatistika pre bakalárov v praxi*. Bratislava: Vydavateľstvo EKONÓM.
- [7] Pozdniaková, I. (1981). Některé spůsoby vyhodnocování změn struktury a jejich vypovídací schopnost. In *Statistika*, 1981, č. 11, s. 490-499.
- [8] SME. (2021). *Pocet cudzincov pracujúcich na Slovensku naďalej klesá*. [online]. Bratislava. [Cited 14.5.2021]. Dostupné na internete : <<https://ekonomika.sme.sk/c/22578499/pocet-cudzincov-pracujucich-na-slovensku-nadalej-klesa.html>>.

- [9] Ústredie práce, sociálnych vecí a rodiny. (2021). *Zamestnávanie cudzincov – štatistiky*. [online]. Bratislava. [Cited 13.5.2021]. Dostupné na internete: <https://www.upsvr.gov.sk/statistiky/zamestnavanie-cudzincov/statistiky.html?page_id=10803>.

Významné míľniky vo vývoji systémov ERP

Pavol Jurík¹

Abstrakt

Systémy ERP (Enterprise Resource Planning) spravidla tvoria jadro informačného systému vo veľkých podnikoch. Ide o rozsiahle počítačové aplikácie spájajúce v sebe množstvo menších aplikácií, ktoré sú dohromady schopné zabezpečiť podporu širokej škále podnikových procesov a potrieb. Systémy ERP prešli od svojich prvopočiatkov značným vývojom a môžeme teda prehlásiť, že táto kategória podnikových aplikácií má svoju vlastnú históriu. Všetko začalo už tzv. systémami MRP (Material Resource Planning) a MRP II, ktoré sa neskôr pretransformovali do podoby systémov ERP. Pôvodne boli všetky systémy ERP určené iba pre veľké podniky, no vytvorila sa aj špeciálna podkategória určená pre malé a stredné podniky. Táto podkategória sa označuje ako Lite ERP. Cieľom tohto článku je stručne charakterizovať vývoj ERP systémov od prvopočiatkov až po moderné systémy. Nejde nám pritom o detailnú analýzu konkrétnych softvérových produktov, ale skôr o zovšeobecnú analýzu základných trendov a tendencií v oblasti ERP.

Kľúčové slová

ERP, informačný systém, plánovanie podnikových zdrojov, MRP

Abstract

ERP systems usually form the core of an information system in large companies. These are large-scale computer applications combining a number of smaller applications, which together are able to provide support for a wide range of business processes and needs. ERP systems have evolved considerably since their beginnings, so we can say that this category of enterprise applications has its own history. It all started with the so-called MRP and MRP II systems, which were later transformed into ERP systems. Originally, all ERP systems were intended only for large enterprises, but a special subcategory was created for small and medium-sized enterprises. This subcategory is called Lite ERP. The aim of this article is to briefly characterize the development of ERP systems from the beginning to modern systems. This is not a detailed analysis of specific software products, but rather a generalized analysis of basic trends and tendencies in the field of ERP.

Key words

ERP, information system, enterprise resource planning, MRP

JEL classification

L86, L84

1 Úvod

Systémy typu ERP patria medzi tzv. *typový aplikačný softvér*. Ide o softvérové produkty, ktoré nie sú vytvárané pre konkrétnu firmu podľa jej individuálnych požiadaviek a podnikových procesov, ale sú vytvárané pre všeobecného zákazníka na základe zovšeobecnovania požiadaviek a procesov prebiehajúcich v bežných firmách. Charakteristickým znakom typového aplikačného softvéru je, že v ňom bývajú implementované tzv. *best practices*, čo sú praxou overené postupy, ktoré sa osvedčili vo veľkých firmách. Typový aplikačný softvér je určitým protikladom k tzv.

¹ Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra aplikovanej informatiky, Dolnozemska cesta 1, 852 35 Bratislava, pavol.jurik.uba@gmail.com.

individuálnemu aplikačnému softvéru, ktorý sa vyrába vždy pre konkrétnu firmu (resp. konkrétneho zákazníka) podľa jej individuálnych požiadaviek na základe analýzy jej podnikových procesov. Výhodou individuálneho aplikačného softvéru je, že zákazník dostane iba tú funkcionálnosť, ktorú skutočne potrebuje. Nevýhodou takéhoto riešenia, ktoré vzniká takpovediac na zelenej lúke, je príliš dlhý čas realizácie projektu a tiež jeho finančná náročnosť. Individuálny aplikačný softvér si vyžaduje vykonať naozaj kvalitnú analýzu podnikových procesov, ktorá zahŕňa tvorbu rozličných procesných diagramov, ako sú vývojové diagramy, BPMN diagramy (Business Process Model and Notation), RACI matice (responsible – accountable – consulted – informed) a pod., ktoré sa môžu v prípade potreby doplniť informáciami z funkcionálnych diagramov, ako sú hierarchický diagram funkcií, relačná matica či diagram funkčných závislostí na globálnej úrovni a čiastkových úrovniach. Vykonanie takejto analýzy je časovo aj finančne náročné. Oproti tomu je použitie typového aplikačného softvéru rýchlejšim riešením, pretože firma si len zakúpi licenciu na používanie už hotového softvérového produktu a tento produkt môže po jeho nasadení na serveri ihneď začať používať. Pri nasadzovaní na vnútro podnikové serveri hovoríme o tzv. „in-house“ riešení (t. j. „prevádzke softvéru u nás doma“). Alternatívou k takémuto riešeniu je tzv. „cloudové riešenie“, pri ktorom je aplikácia nasadená na serveri externého poskytovateľa a zákazník ju používa na diaľku prostredníctvom svojho webového prehliadača za adekvátneho poplatku. Výhodou „cloudového riešenia“ je to, že nie je potrebné túto aplikáciu nasadzovať na vnútro podnikové serveri a udržiavať ich v prevádzke, čo znamená úsporu finančných prostriedkov na nákup servera a možnosť začať aplikáciu ihneď používať. Nevýhodou je zasa neistota týkajúca sa narábania s citlivými vnútro podnikovými údajmi, ktoré nemáme uložené a chránené priamo u nás, ale sú pod správou externého poskytovateľa takejto služby. Výhodou „in-house“ riešenia je zasa to, že máme všetky údaje takpovediac „u seba doma“ a môžeme ich adekvátnym spôsobom chrániť. Vznikajú tu však náklady spojené s nákupom adekvátneho servera a jeho údržbou.

Skratka ERP je odvodená od anglického termínu *enterprise resource planning*, čo znamená *plánovanie podnikových zdrojov*. Systémy ERP zvyčajne tvoria jadro podnikového informačného systému. Na toto jadro sa potom môžu v prípade potreby napájať ďalšie aplikácie a rozširovať ho. Môže ísť napr. o aplikácie typu CRM (Customer Relationship Planning), SCM (Supply Chain Management), APS (Advanced Planning and Scheduling), MES (Manufacturing Execution System), BI (Business Intelligence) a iné. Pre systémy ERP je tiež typické, že z hľadiska globálnej architektúry podnikového informačného systému ich môžu využívať zamestnanci na všetkých troch úrovniach riadenia podniku – teda strategickej, taktickej aj operatívnej.

Systémy ERP by mali zabezpečovať podporu štyroch základných interných procesných oblastí, ktorými sú:

- výroba,
- vnútorná logistika (skladovníctvo a logistické procesy vo vnútri firmy),
- personalistika,
- účtovníctvo (podpora finančno-účtovných operácií).

Ak niektorý konkrétny ERP softvér nie je schopný zabezpečiť podporu všetkých týchto štyroch oblastí, potom nejde o plnohodnotný ERP produkt a po správnosti by sa ani nemal označovať ako ERP.

Ďalšou typickou vlastnosťou ERP aplikácií je ich *modulárna architektúra*. Ide teda o aplikácie, ktoré pozostávajú z viacerých modulov s tým, že každý modul sa zameriava na inú oblasť (napr. modul pre výrobu, modul pre účtovníctvo, modul pre personalistiku a i.). V niektorých prípadoch bývajú tieto moduly členené na podmoduly, napr. modul Účtovníctvo sa môže členiť na podmoduly Účtovná osnova, Predkontácia, Účtovný denník a Saldo. Členenie funkcionality ERP aplikácie do samostatných modulov je veľmi dôležité, pretože podnik, ktorý sa

rozhodol pre zavedenie ERP, si takto môže presne vybrať, o ktoré moduly, resp. podmoduly v rámci týchto modulov, má záujem a o ktoré záujem nemá. Podniky si tak môžu znížiť časť nákladov na tvorbu informačného systému, pretože nemusia kupovať moduly, ktorých funkcionality nepotrebujú a nevyužili by ju. Konkrétne systémy ERP od rozličných tvorcov sa od seba odlišujú nielen počtom a tematickým zameraním ponúkaných modulov, ale aj hĺbkou a rozsahom ich funkcionality (Jurík, 2018).

Ako uvádzajú Basl a Blažíček, aplikácie typu ERP sa zameriavajú najmä na podporu nasledujúcich činností (Basl & Blažíček, 2012):

- činnosti súvisiace so správou kmeňových údajov (predovšetkým všetkých položiek, kusovníkov, technologických postupov, pracovísk, dodávateľov, zákazníkov, skladových miest, daní, finančných kont a pod.),
- činnosti súvisiace s dlhodobým, strednodobým a krátkodobým plánovaním zdrojov potrebných na realizáciu obchodných objednávok,
- činnosti zamerané na riadenie realizácie týchto objednávok tak, aby nedošlo k porušeniu stanovených termínov,
- činnosti súvisiace s plánovaním a sledovaním nákladov spojených s realizáciou jednotlivých objednávok so zameraním na výrobné aktivity,
- zapracovanie výsledkov všetkých aktivít do finančného účtovníctva a controllingu,
- plánovanie a riadenie údržby.

Okrem toho by aplikácia typu ERP mala byť schopná podporovať aj činnosti súvisiace s cyklom logistiky obchodného reťazca, ktorý zvyčajne pozostáva z nasledujúcich úloh (Basl & Blažíček, 2012):

- prijatie obchodného prípadu,
- vytvorenie objednávky, jej obsahovej, termínovej a cenovej špecifikácie, a to na základe kmeňových údajov,
- plánovanie materiálových požiadaviek,
- objednanie a nákup tovarov a služieb od dodávateľov,
- zabezpečenie skladového hospodárstva a riadenie zásob vrátane správy obalov, kontajnerov a nebezpečných odpadov,
- plánovanie výrobných a predvýrobných kapacít,
- riadenie realizácie prijatej výrobnjej objednávky vrátane zberu údajov, ktoré predstavujú spätnú väzbu z výroby,
- prichystanie a expedícia hotových výrobkov,
- archivácia údajov o objednávkach.

2 Stručná história systémov ERP

Históriu systémov ERP môžeme rozdeliť do niekoľkých etáp:

1. **Prvotné myšlienky – IS Baťovej korporácie (20. – 30. roky 20. stor.)** – prelomový český podnikateľ Tomáš Baťa bol autorom mnohých myšlienok, ktoré boli na svoju dobu revolučné. Personálne oddelenie v jeho firme dôkladne zaznamenávalo dôležité údaje o každom zamestnancovi do jeho osobnej karty. Zodpovedný pracovník tohto oddelenia sa potom zúčastňoval raz ročne hodnotenia každého pracovníka. Jeho povinnosťou bolo nájsť najmenej dve plnohodnotné náhrady. Úlohou tohto oddelenia bol aj zber informácií týkajúcich sa zárobku pracovníkov, zisku jednotlivých oddelení, ubytovania, stravy, bezpečnosti práce a zdravotnej starostlivosti. Baťa venoval tiež veľkú pozornosť ekonomickým procesom. Jeho ekonómovia vypočítavali kalkulácie odbytových výkonov, ktoré predstavovali podklad pre operatívne riadenie výrobných úsekov, t.j. pre

vnútro podnikové plánovanie (Klčová & Sodomka, 2010). Baťov manuálno-papierový informačný systém bol limitovaný možnosťami a úrovňou technológie tej doby, no naplňoval vo svojej vtedajšej podobe predstavu skutočného ERP systému. Zahŕňal rozpočtovníctvo, účtovníctvo, spracovanie personálnych údajov, výskum a vývoj a podsystém kalkulácií.

2. **Počiatky MRP – 60. roky 20. stor.** – softvérové systémy, ktoré sa dnes označujú ako ERP, sa vo svojej prvotnej podobe začali vyvíjať približne v roku 1960. V tom čase sa označovali ako MRP (Material Resource Planning). Prvý takýto automatizovaný systém sa zrodil zo spolupráce Case Corporation, ktorá vyrábala poľnohospodárske a stavebné stroje a firmy IBM. V roku 1960 tím IBM pod vedením J. Orlického implementoval prvý MRP systém do spoločnosti Case. Funkcionalita MRP systému zahŕňala metódy plánovania a rozvrhovania materiálu pre výrobu kompletneho produktového portfólia Case Corporation.
3. **Rozvoj MRP – 70. roky 20. stor.** – počiatkom 70. rokov začínajú vznikať prvé softvérové korporácie ako SAP (Systems Applications and Products), ktorú založilo 5 inžinierov v Mannheime v roku 1972 a korporácia Lawson Software, ktorá bola založená v roku 1975. Ich cieľom bolo vytvárať podnikové aplikácie schopné integrovať kľúčové podnikové procesy v podniku zákazníka. Od roku 1976 sa začína k MRP systémom dopĺňať aj funkcionality pokrývajúca riadenie výroby. Na trh vstúpili spoločnosti ako JD Edwards, Oracle (1977) a Baan Corporation (1978), dnes známa pod názvom Infor, ktorá ponúkala konzultačné služby v oblasti financií. V roku 1979 zakladateľ Oracle, Lawrence Ellison, prišiel na trh s prvou komerčnou relačnou databázovou platformou založenou na databázovom jazyku pre relačné databázy – SQL (Structured Query Language). Koncom 70. rokov 20. stor. sa vďaka požiadavkám priemyselných podnikov rozrástol pôvodný koncept MRP na plánovanie všetkých výrobných zdrojov, a tento rozšírený koncept sa označil ako MRP II (Klčová & Sodomka, 2010).
4. **MRP II – 80. roky 20. stor.** – V rokoch 1981 až 1985 spoločnosť Jan Baan predstavila prvú softvérovú aplikáciu, ktorá využívala platformu UNIX a sústredila sa na poskytovanie špičkovej funkcionality pre riadenie výroby. V rovnakom období sa do systémov MRP II začína implementovať nová riadiaca metóda v oblasti zásobovania, známa ako JIT (Just-in-Time) orientovaná na presné dodávky tovaru podľa požiadaviek zákazníka, vychádzajúca z už desiatky rokov známej filozofie uplatňovanej v japonských spoločnostiach. Cieľom tejto metódy je organizovať logistické toky tak, aby sa pritom minimalizovali dopravné a skladovacie náklady. Hlavným princípom je zabezpečenie jednotlivých materiálových subdodávok do výroby tak, aby boli k dispozícii presne v ten moment, kedy majú byť použité vo výrobnom procese. Minimalizuje sa pohyb materiálu v podniku a výrobné linky sú organizované tak, aby sa čo najviac znižovali skladovacie a dopravné náklady. (ManagementMania.com, 2016). Systém zásobovania JIT v praxi často vyzerá tak, že ráno príde dodávka, ktorá privezie všetok materiál potrebný na daný deň, ktorý sa do večera minie, vďaka čomu síce v nasledujúci deň bude treba novú dodávku, no podnik nemusí disponovať takmer žiadnymi skladovacími priestormi a zabezpečovať ich údržbu. V 80. rokoch sa taktiež objavila tzv. „počítačom integrovaná výroba“ označovaná skratkou CIM (Computer Integrated Manufacturing). Pod skratkou CIM nerozumieme konkrétnu softvérovú aplikáciu, ale ide o ucelený koncept, o snahu zapojiť v maximálnej možnej miere počítače do procesu výroby, tak aby sa tým čo najviac eliminoval alebo zredukoval ľudský faktor a jeho chyby a aby bola výroba čo najviac automatizovaná. Koncept CIM vychádza z predpokladu jednotnej podnikovej databázy pre podporu výroby. Hlavnými prínosmi konceptu CIM majú byť skrátenie výrobného procesu, eliminácia chýb a zníženie výrobných nákladov (Jurík, 2018). Vývoj integrovaných softvérových riešení sprevádza

technologický pokrok v oblasti infraštruktúry. Začína sa presadzovať model klient/server, ktorý podporuje myšlienku spracovania dát v mieste ich uloženia, a teda serveru.

5. **Vznik klasických ERP systémov – 90. roky 20. stor.** – v tomto období začali vznikať systémy na komplexnú a integrovanú podporu podnikových činností, ktoré dostali označenie ERP. V roku 1992 spoločnosť SAP predstavila svoje riešenie SAP R/3, ktoré sa v určitých obmenách používa dodnes. Od tej doby sa SAP vypracoval na lídra svetového trhu s ERP aplikáciami a prišiel s množstvom inovácií. Ako sme už uviedli v kapitole 1, klasické systémy ERP musia podporovať štyri základné oblasti interných podnikových procesov, ktorými sú výroba, vnútorná logistika, personalistika a finančno-účtovná oblasť. Z hľadiska architektúry ide o modulárne aplikácie, t. j. aplikácie pozostávajúce zo samostatne spustiteľných softvérových blokov – modulov, spomedzi ktorých si zákazník môže vybrať iba tie moduly, ktoré reálne potrebuje. Klasické systémy ERP by mali podporovať všetky vnútro podnikové procesy, ktoré sa začínajú prijatím objednávky od zákazníka (t. j. začatím obchodného prípadu) až po plné obslúženie tejto objednávky a jej finalizovanie (t. j. uzavretie obchodného prípadu). Tento „zlatý štandard“ aplikácií ERP, ktorý sa zaviedol v 90. rokoch, platí dodnes, no neskôr bol rozšírený o ďalšie prvky. V roku 1995 spoločnosť Oracle predstavila sadu integrovaného podnikového softvéru – Oracle Application 10 (predchodcu dnešného Oracle E-business Suite).
6. **Príchod a rozvoj ERP II - roky 2000 až 2010** – koncom 90. rokov došlo k masívnej expanzii internetu, čo sa pochopiteľne muselo prejaviť aj v podnikovom prostredí. Internet umožnil prepájanie a vzájomnú komunikáciu informačných systémov spolupracujúcich podnikov, čím zefektívnil výmenu informácií medzi nimi a umožnil lepšie plánovanie spoločných aktivít. Vďaka internetu a jeho možnostiam sa objavili nové typy podnikových aplikácií, medzi ktoré patria napr. aplikácie typu CRM (Customer Relationship Management), SCM (Supply Chain Management), systémy EDI (Electronic Data Interchange) a iné. Zmyslom aplikácií CRM je zjednotiť a centralizovať kontakty a komunikáciu so zákazníkmi. Ide teda o aplikácie zamerané na podporu podniku v úsilí predať svoje výrobky a služby. Podniky sa v súčasnosti usilujú o vytvorenie trvalých vzťahov so zákazníkmi a informačno-komunikačné technológie (IKT) im pri tom môžu výraznou mierou pomáhať. Aplikácie CRM majú dva základné typy funkcionality:
 - a. Údajovo-analytická – umožňujú tvorbu a prevádzku databázy o všetkých zákazníkoch podniku (či už sú to fyzické alebo právnické osoby), o ich nákupnom správaní a rozličných demografických či socio-ekonomických charakteristikách (alebo prevádzkových v prípade právnických osôb), čo umožňuje podniku analyzovať svojich zákazníkov, rozdeliť si trh na rozličné segmenty a hľadať vhodné stratégie na efektívne oslovenie týchto segmentov a zvýšenie ich záujmu o kúpu výrobkov spadajúcich do portfólia toho-ktorého podniku. Takúto databázu môže priamo využiť aj pracovník call centra, ktorý si v nej môže priamo počas hovoru vyhľadať relevantné údaje o príslušnom zákazníkovi (napr. históriu jeho nákupov u danej firmy, mieru jeho spokojnosti alebo charakteristiky vystihujúce jeho socio-ekonomickú situáciu) a vďaka týmto údajom môže z psychologického hľadiska prispôbovať spôsob svojej komunikácie s ním.
 - b. Komunikačná – umožňujú priamo prepájať firmu so svojimi zákazníkmi a sprostredkujú ich vzájomnú komunikáciu – čet, videohovor, audiohovor a pod.

Aplikácie typu SCM slúžia na prepájanie a vzájomnú koordináciu aktivít rozličných firiem, ktoré dohromady vytvárajú určitý dodávateľský reťazec. Dodávateľský reťazec (supply chain) je systém tvorený podnikovými procesmi všetkých organizácií, ktoré sa priamo

alebo nepriamo zapájajú do uspokojovania požiadaviek zákazníkov určitej organizácie. Dodávateľský reťazec môžu tvoriť najmä tieto subjekty:

- výrobcovia,
- dodávatelia,
- subdodávatelia (dodávatelia dodávajúci dodávateľovi),
- dopravcovia,
- poskytovatelia skladových priestorov,
- veľkoobchody,
- maloobchody,
- zákazníci.

Aplikácie typu SCM umožňujú evidenciu hmotných, finančných a informačných tokov prebiehajúcich medzi jednotlivými podnikmi v určitom dodávateľskom reťazci. Hmotné toky znamenajú prenos niečoho hmotného (napr. materiály, výrobky, polovýrobky, reklamované nepodarky určené na opravu alebo recykláciu a pod.). Finančné toky znamenajú platby (hotovostné alebo bezhotovostné) a informačné toky znamenajú prenos informácií (patria sem napr. požiadavky zákazníkov alebo jednotlivých subjektov v reťazci, rozličné pokyny, signály, dokumenty, výsledky analýz, informácie o schválení alebo zamietnutí určitého postupu a pod.). Aplikácia typu SCM umožňuje sprehľadniť a zaevidovať všetky toky v reťazci, čo by malo priniesť jeho vyššiu efektivitu. Výsledkom by malo byť najmä zvýšenie priepustnosti dodávateľského reťazca (to znamená, že reťazec za rovnaký čas vyprodukuje väčšie kvantum výstupu), úsporu nákladov a zlacnenie konečného výrobku (čo môže priniesť výhodu oproti konkurenčným dodávateľským reťazcom).

Aplikácie typu CRM a SCM sa začlenili aj do ERP systémov, pričom s ich začlenením hovoríme o vzniku tzv. ERP II. Nejde teda už o klasické ERP, ktoré sa zameriavali iba na vnútropodnikové procesy, ale o ERP s vyššou funkcionalitou, schopnou prepájať podnik s jeho obchodnými partnermi alebo zákazníkmi. Systémy ERP II sa označujú aj ako Extended ERP (rozšírené ERP) či I-ERP (Integrated = integrované ERP), no stále ide o tú istú kategóriu podnikových systémov. O ERP II hovoríme vtedy, ak príslušné ERP obsahuje aj modul typu CRM, modul typu SCM či modul typu BI (Business Intelligence). Business Intelligence je pomenovanie pre súhrn procesov, postupov, aplikácií a technológií, ktorých cieľom je analyzovať obrovské kvantá údajov dostupných v databázach určitého podniku alebo organizácie, ale aj údaje z externých zdrojov a „vydolať“ z nich užitočné informácie na podporu rozhodovania. Ide teda o pomenovanie pre ucelený myšlienkový koncept, zameraný na zhodnotenie interných aj externých údajov tak, aby sa stali cenným nástrojom konkurenčného boja medzi firmami. Informácie získané prostredníctvom BI sú určené predovšetkým pre vrchný a stredný manažment podniku, teda pre strategickú a taktickú úroveň riadenia. Údaje z BI sa dajú využiť v rozličných oblastiach, medzi ktoré patria napr. finančné hospodárenie podniku, marketing, výroba, logistika, personalistika, riadenie vzťahov s dodávateľmi, informatika, riadenie výkonnosti podniku, webová analytika a iné. Spojenie aplikácií na riadenie vzťahov so zákazníkmi a princípov BI je v literatúre niekedy označované ako Customer Intelligence (BI + CRM = CI). Ide teda o aplikovanie princípov BI na vykonávanie pokročilých analýz dostupných údajov o zákazníkoch z dôvodu systematického zlepšovania vzťahov s nimi a s dopadom na zlepšovanie výsledkov predaja. Na základe informácií získaných multidimenzionálnou analýzou údajov prostredníctvom CI sa dajú identifikovať určité trendy alebo tendencie v nákupnom správaní zákazníkov, odhaliť ich priority a nákupné návyky.

7. Obdobie ďalšieho zdokonaľovania a inovácií - od roku 2010 po súčasnosť – v tomto období sa v oblasti ERP objavilo množstvo inovácií, medzi ktoré môžeme zaradiť najmä:

- a. *ERP na báze cloud computingu* – cloud computing je služba, ktorá umožňuje podnikom, organizáciám a jednotlivcom využívať výpočtové zdroje (napr. aplikácie, operačné systémy, hardvér, platformy, dátové úložiská a pod.) na diaľku prostredníctvom internetu od externých poskytovateľov s tým, že zvyčajne je táto služba platená a výška poplatku sa vzťahuje na mieru jej využívania. Pri použití cloudového riešenia podnik nemusí prevádzkovať aplikáciu na vlastnej technologickej infraštruktúre (najmä hardvér, databázy, servery, operačné systémy, LAN a middleware), pretože pre prácu s aplikáciou postačí len funkčné pripojenie na internet a webový prehliadač.
- b. *Aplikovanie princípov internetu vecí v ERP* - pojem internet vecí (Internet of things) po prvýkrát použil Kevin Ashton, zakladateľ spoločnosti Auto-ID Center, v roku 1999. Ide o označenie pre koncept počítačovej siete, ktorá prepája rôzne typy zariadení (ako napr. chladničky, televízory, práčky, snímače, senzory, roboty a pod.), a to najmä bezdrôtovým spôsobom. Tento koncept sa v súčasnosti uplatňuje najmä pri budovaní tzv. inteligentných domácností, ktoré sú postavené na princípe prepojenia rôznych domácich spotrebičov a iných zariadení prostredníctvom bezdrôtovej počítačovej siete s centrálnou riadiacou jednotkou, ktorá umožňuje obyvateľom takejto domácnosti ich jednoduché ovládanie na diaľku a tiež plánovanie ich činností. Okrem toho však koncept internetu vecí začína nachádzať uplatnenie aj v podnikovej sfére. Počítačová sieť, ktorá prepája rôzne typy zariadení, môže totiž zabezpečovať aj prepojenie medzi firmou a jej zákazníkmi. Vďaka senzorum a monitorovacím zariadeniam môže byť výrobca určitého produktu informovaný o jeho zlyhaní, resp. poruche a môže zbierať dáta o fungovaní tohto produktu, ako aj o spôsobe jeho používania zákazníkmi. To môže prispieť ku skvalitňovaniu produktu a k lepšiemu pochopeniu zákazníka a jeho potrieb. Počítačová sieť prepájajúca rôzne senzory, kamery a monitorovacie zariadenia má svoje uplatnenie taktiež vo výrobnnej sfére, pretože umožňuje ERP aplikáciám priamo ovládať a monitorovať výrobné stroje a zariadenia, a to v reálnom čase. Vďaka tomu môžu mať aplikácie typu ERP omnoho širšie možnosti uplatnenia, než doposiaľ. Technológia internetu vecí tiež podporuje automatizáciu niektorých podnikových procesov a zabezpečovanie ich hladkého priebehu podľa stanoveného časového harmonogramu bez potreby ich manuálneho riadenia alebo fyzického zásahu kompetentných osôb (Moore, C. – Hitachi Solutions, 2017).
- c. *ERP pre mobilné zariadenia* - úlohou aplikácií typu ERP je, okrem iného, poskytovať zodpovedným pracovníkom informácie na podporu rozhodovania. Pokiaľ je pracovník prítomný priamo na pracovisku, potom pre neho mobilná verzia aplikácie nepredstavuje oproti klasickej počítačovej verzii žiadnu výhodu, ba skôr naopak, keďže mobilné zariadenia obvykle majú rozmerovo menší displej a menší výkon spracovania inštrukcií, prejavujúci sa v dlhšom čase odozvy (pomalšie spúšťanie programov a práca s nimi). Okrem toho u takýchto zariadení absentuje klasická počítačová klávesnica, čo používateľa spomaľuje pri písaní. Mobilné verzie aplikácií však môžu byť výhodné v čase, keď daný pracovník nemá práve prístup ku svojmu firemnému počítaču, napr. obchodný manažér nachádzajúci sa na pracovnej ceste, resp. na obchodnom rokovaní. Ak manažér musí v takejto situácii učiniť určité rozhodnutie priamo na mieste, môže byť pre neho mobilná verzia aplikácie dobrou pomôckou, pretože mu môže v reálnom čase poskytnúť základné informácie, tabuľky, grafy alebo špeciálne ad-hoc

reporty (reporty zostavené podľa jeho aktuálnych požiadaviek) ako podklady pre učinenie správneho rozhodnutia (ERPNews.com, 2017).

- d. *Modernizácia používateľského rozhrania použitím prvkov sociálnych sietí* - vysoká popularita sociálnych sietí sa začína prejavovať aj na dizajne používateľského rozhrania podnikových aplikácií. Ide o snahu tvorcov systémov ERP o úpravu ich vzhľadu tak, aby sa viac podobali na sociálne siete, ako sú Facebook alebo Twitter, a tiež ich snahu o to, aby ich aplikácie podporovali podobný štýl komunikácie používateľov, ako umožňujú sociálne siete. Vďaka tomu môžu pracovníci, majúci prístup do ERP aplikácie, spoločne diskutovať o dátach, konzultovať alebo plánovať pracovné postupy a riešiť rôzne problémy. Štýl komunikácie na báze sociálnych sietí môže byť takisto užitočný pri komunikácii medzi firmou a jej zákazníkmi alebo pri komunikácii medzi subjektmi tvoriacimi dodávateľský reťazec (Positive Vision, 2017).
- e. Podpora spracovania „big data“ – ako sme už spomínali vyššie, v súčasnej dobe zohrávajú informácie veľmi významnú úlohu v rámci konkurenčného boja medzi firmami. V databázach veľkých a stredných podnikov sa v priebehu rokov hromadí obrovské množstvo údajov (rádovo terabajty), ktoré sa zvyknú označovať ako „big data“. Môžeme očakávať, že v súvislosti s rozširovaním konceptu internetu vecí v podnikovej praxi bude množstvo dát v podnikových databázach ešte väčšími narastať. Tieto údaje však budú mať pre daný podnik význam len vtedy, ak tento bude disponovať dostatočnými prostriedkami na ich spracovanie, analyzovanie a následnú extrakciu cenných informácií na podporu rozhodovania. *Datamining* je výpočtový proces odhaľovania vývojových trendov a nečakaných súvislostí v množinách dát za použitia metód umelej inteligencie, neurónových sietí, genetických algoritmov, štatistických metód, rozhodovacích stromov a pod. Ide o zložité výpočtové techniky, ktorých konečným cieľom je poskytnúť vrcholovému a strednému manažmentu určitej firmy relevantné informácie a skryté súvislosti, alebo ho informovať o trendoch, ktoré nie sú na prvý pohľad zrejmé a môžu predstavovať cennú pomoc pri rozhodovaní sa o dôležitých otázkach, akými sú napr. otázky o ďalšom smerovaní firmy, marketingových stratégiách, o segmentácii trhu a pod. (Novotný, Pour, Slánský, 2004). Na trhu so systémami ERP môžeme jednoznačne vidieť snahu o podporu Business Intelligence a Dataminingu a s rozširovaním nových technológií zameraných na zbieranie dát môžeme očakávať, že tento trend bude v najbližšom období silnieť (Nayotech, 2017).
- f. *Rozvoj umelej inteligencie* – umelá inteligencia je veda, ktorá sa zaoberá strojovým napodobňovaním schém správania sa ľudí (prípadne správania sa živých organizmov vo všeobecnosti). Ide teda o snahu napodobniť skutočnú inteligenciu prostredníctvom počítačového programu. Vhodným pochopením schém správania sa ľudí môže byť ľudská práca do určitej miery nahradená strojom, a to tým väčšími, čím väčšia je schopnosť daného stroja „sa učiť“. V rámci ERP aplikácií je možné umelú inteligenciu využiť najmä na automatizované analyzovanie rôznych scenárov a situácií na pozadí behu aplikácie a následné generovanie upozornení kompetentným pracovníkom. Okrem toho si systém môže „potajme“ všimnúť správanie sa jednotlivých jeho používateľov a následne im poskytovať personalizované služby (teda služby, ktoré sú „šité na mieru“ konkrétnemu používateľovi). Môže ísť o automatické generovanie určitých reportov, automatické spúšťanie určitých aplikácií, automatické vykonávanie niektorých úkonov v aplikácii a pod. Ide teda o snahu uľahčiť danému

používateľovi prácu. Umelá inteligencia nachádza svoje uplatnenie taktiež v podobe expertných systémov, ktoré pracujú v dialógovom režime a umožňujú vrcholovému manažmentu podniku analyzovať rôzne scenáre súvisiace s podnikovou stratégiou a s jeho ďalším smerovaním.

4 Záver

Problematika systémov ERP je stále veľmi aktuálna a od svojho vzniku prešla značným vývojom a množstvom inovácií. Ide o rozsiahle systémy schopné pokryť svojou funkcionalitou väčšinu podnikových procesov a potrieb bežných podnikov. Podniky so špecifickými podnikovými procesmi, ktorým štandardné ERP nevyhovujú, si môžu nechať „na mieru“ vytvoriť individuálny aplikačný softvér – t. j. môžu si nechať vytvoriť softvér, ktorý bude na základe analýzy ich podnikových procesov navrhnutý presne podľa ich individuálnych potrieb. Vznikli tiež tzv. „Lite ERP“, čo sú systémy určené pre trh malých a stredných podnikov. Oproti štandardným ERP sa vyznačujú nižšou cenou a najrozličnejšími obmedzeniami, ako napr. obmedzenia vo funkcionalite, v počte používateľov, v možnostiach rozšírenia a pod. Výhodou ich použitia je najmä nižšia cena a rýchla implementácia. Nevýhodou sú práve už spomínané obmedzenia.

Literatúra

- [1] Baran, R. (Positive Vision). (2017). *ERP trends - Six ERP trends to watch in 2017*. Retrieved August 21, 2021, from <http://www.positivevision.biz/blog/six-erp-trends-to-watch-2017>.
- [2] Basl, J., & Blažiček, R. (2012). *Podnikové informační systémy* (3rd ed.). Praha: Grada Publishing, a. s.
- [3] ERPNews.com. (2017). *ERP Trend Forecasts for 2017*. Retrieved August 21, 2021, from <http://www.erpnews.com/erp-trend-forecasts-2017/>.
- [4] Jurík, P. (2017). Aktuálne trendy v ERP aplikáciách. *Ekonomika a Informatika*, 15(1), 29–37.
- [5] Jurík, P. (2018). *Informačné systémy v podnikovej praxi* (2nd ed.). Tlačiareň MERKUR, s. r. o., Nové Zámky.
- [6] Klčová, H., & Sodomka, P. (2010). *Informační systémy v podnikové praxi* (2nd ed.). Brno: Computer Press, a.s.
- [7] ManagementMania.com. (2016, June 23). *JIT (Just-in-time)*. ManagementMania.com. Retrieved August 21, 2021, from <https://managementmania.com/sk/jit-just-in-time>.
- [8] Moore, C (Hitachi Solutions). (2017). *ERP Trends for 2017*. Retrieved August 21, 2021, from <http://us.hitachi-solutions.com/blog/erp-trends-2017/>.
- [9] Nayo Technologies. (2016). (Panorama Consulting Solutions). *Top 10 Predictions for the ERP Industry in 2016*. Retrieved March 29, 2017, from <http://panorama-consulting.com/top-10-predictions-for-the-erp-industry-in-2016/>.
- [10] Novotný, O., Pour, J. & Slánský, D. (2004). *Business Intelligence. Jak využít bohatství ve vašich datech*. Praha: Grada Publishing, a. s.

Efektívne hľadanie viacerých najkratších ciest v orientovanom ohodnotenom grafe pomocou Dijkstrovho algoritmu v C# .NET aplikácii

Igor Košťál¹

Abstrakt

Dijkstrov algoritmus je často používaný v rôznych smerovacích softvéroch, ako sú napr. aplikácie hľadajúce najkratšie cesty pri smerovaní paketov jednotlivými smerovačmi v počítačových sieťach reprezentovaných orientovanými ohodnotenými grafmi. Tiež je možné použiť pre hľadanie najkratších ciest v elektronických automapách. Zaujímalo nás, ako sa dajú efektívne vyhľadávať viaceré najkratšie cesty v orientovanom ohodnotenom grafe pomocou Dijkstrov algoritmu. Vytvorili sme konzolovú C# .NET aplikáciu, ktorá dokáže pomocou svojej inštancnej metódy s implementovaným Dijkstrovým algoritmom vyhľadávať viaceré najkratšie cesty v orientovanom ohodnotenom grafe sériovo, na viacerých vláknach a paralelne. V článku sa zaoberáme exekučnou efektívnosťou všetkých troch spôsobov vyhľadávania a hľadáme najefektívnejší z nich. Predpokladáme, že najefektívnejším spôsobom vyhľadávania viacerých takýchto najkratších ciest by malo byť paralelné vyhľadávanie. Experiment, ktorý sme vykonali pomocou našej konzolovej C# .NET aplikácie, túto hypotézu potvrdí alebo vyvráti.

Kľúčové slová

orientovaný ohodnotený graf, najkratšie cesty v grafe, prioritná fronta, Dijkstrov algoritmus, viacvláknové vyhľadávanie, paralelné vyhľadávanie

Abstract

Dijkstra's algorithm is often used in various routing software, such as e.g. applications finding the shortest paths in the routing of packets by particular routers in computer networks represented by edge-weighted directed graphs. It can also be used to find the shortest paths in electronic road maps. We were interested in how to find efficiently several shortest paths in an edge-weighted directed graph using Dijkstra's algorithm. We have created a console C# .NET application that can use its instance method with implemented Dijkstra's algorithm to find several shortest paths in an edge-weighted directed graph in serial, on multiple threads and in parallel. In this paper, we deal with the execution efficiency of all three ways of finding and search for the most effective of them. We assume that the most efficient way to find several such shortest paths should be a parallel finding. The experiment we performed using our console C# .NET application will confirm or refute this hypothesis.

Key words

directed weighted graph, shortest paths in a graph, priority queue, Dijkstra's algorithm, multithreaded finding, parallel finding

JEL classification

C88

¹ Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra aplikovanej informatiky, Dolnozemska cesta 1, 852 35 Bratislava, igor.kostal@euba.sk.

1 Úvod

Ako sme uviedli vyššie, Dijkstra algoritmus je často používaný na hľadanie najkratších ciest v rôznych smerovacích softvéroch, preto má zmysel zaoberať sa jeho efektívnou implementáciou v metóde nejakej aplikácie, ktorá používa na ukladanie dát grafu efektívnu a flexibilnú dátovú štruktúru. My sme implementovali Dijkstra algoritmus v inštančnej metóde našej konzolovej C# .NET aplikácie (Košťál, 2020). Inštančná metóda používa na ukladanie dát grafu prioritnú frontu, ktorá je efektívnou a flexibilnou dátovou štruktúrou vhodnou na ukladanie dát grafu. Zdrojový kód našej C# .NET aplikácie sme v rozsiahlej miere prepracovali, v súčasnosti aplikácia pracuje s inak koncipovanými dátovými vstupmi ako pôvodná aplikácia, a rozšírili pridaním pomerne rozsiahlych častí so sériovým, viacvláknovým a paralelizovaným zdrojovým kódom, ktorý umožňuje tejto C# .NET aplikácii hľadať viaceré najkratšie cesty pomocou jej inštančnej metódy sériovo, na viacerých vláknach a paralelne. Pomocou takejto upravenej a značne rozšírenej C# .NET aplikácie sme hľadali efektívny spôsob hľadania viacerých najkratších ciest v orientovanom ohodnotenom grafe. Ako sme uviedli vyššie, C# .NET aplikácia dokáže vyhľadávať viaceré cesty v takomto grafe pomocou svojho sériového, viacvláknového a paralelizovaného kódu. Okrem toho, že výsledky svojich hľadání viacerých najkratších ciest v orientovanom ohodnotenom grafe zobrazí táto aplikácia vo svojom výstupe a zmeria exekučné časy sériového, viacvláknového a paralelného vyhľadávania, ktoré tiež zobrazí vo svojom výstupe, všetky výsledky hľadání a ich exekučné časy tiež zapíše do logovacieho diskového súboru. Pomocou týchto zameraných exekučných časov skúmame v experimente efektívnosť sériového, viacvláknového a paralelného hľadania viacerých najkratších ciest v orientovanom ohodnotenom grafe pomocou Dijkstrovho algoritmu. Predpokladáme, že najefektívnejším spôsobom vyhľadávania by malo byť paralelné vyhľadávanie. Vyhodnotenie experimentu potvrdí alebo vyvráti túto našu hypotézu.

V nasledujúcich kapitolách sa krátko zaoberáme Dijkstrovým algoritmom, prioritnou frontou, sériovou, viacvláknovou a paralelizovanou časťou zdrojového kódu našej C# .NET aplikácie a vyššie spomenutým experimentom.

2 Princíp fungovania Dijkstrovho algoritmu (Košťál, 2020)

Dijkstra algoritmus (DA) sa dá použiť na hľadanie najkratšej cesty zo štartovacieho vrcholu orientovaného alebo neorientovaného grafu do jeho niektorého cieľového vrcholu, alebo na nájdenie najkratších ciest zo štartovacieho vrcholu do všetkých vrcholov grafu. Pri takomto hľadaní najkratších ciest v grafe DA postupne generuje strom najkratších ciest. Finálna verzia tohto stromu obsahuje vrcholy grafu s priradenými hodnotami najkratších ciest k nim. DA používa dve sady vrcholov, *spt_set* sadu, ktorá obsahuje vrcholy zahrnuté v strome najkratších ciest a *NOspt_set* sadu, ktorá obsahuje vrcholy, ktoré ešte nie sú zahrnuté v *spt_set* sade. DA postupne prehľadáva *NOspt_set* sadu, v každom kroku v nej hľadá vrchol, ktorý má minimálnu vzdialenosť od štartovacieho vrcholu, ak ho nájde, tak ho z *NOspt_set* sady vyberie a s jeho vzdialenosťou od štartovacieho vrcholu ho vloží do *spt_set* sady. Pri vyhľadávaní takýchto vrcholov v *NOspt_set* sade postupuje DA nasledovne:

- vyberie vrchol u z *NOspt_set* sady, ktorý má minimálnu vzdialenosť od štartovacieho vrcholu grafu a vloží ho do *spt_set* sady,
- aktualizuje vzdialenosti od štartovacieho vrcholu grafu všetkých príľahlých vrcholov vrchola u . Pri aktualizovaní tejto vzdialenosti každého príľahlého vrcholu v postupuje podľa nasledujúceho pseudokódu

$$\begin{aligned} \text{if } (\text{dist}[u] + \text{graph}[u, v] < \text{dist}[v]) \\ \text{dist}[v] = \text{dist}[u] + \text{graph}[u, v]; \end{aligned} \quad (1)$$

tzn., ak suma vzdialenosti vrcholu u od štartovacieho vrcholu a hrany $u - v$ grafu je menšia ako doterajšia vzdialenosť vrcholu v od štartovacieho vrcholu, tak vzdialenosť vrcholu v je aktualizovaná touto sumou. To je kľúčový krok DA.

Dôležitá je efektívna implementácia DA v metóde aplikácie a tiež voľba dátovej štruktúry pre ukladanie dát spracovávaného grafu, ktorú táto metóda používa. My sme použili pre ukladanie takýchto dát prioritnú frontu, ktorou sa krátko zaoberáme v nasledujúcej kapitole.

3 Prioritná fronta v našej C# .NET aplikácii

Prioritná fronta je dátová štruktúra položiek s kľúčmi, ktorá podporuje dve základné operácie: *vloženie* novej položky a *vymazanie položky s najväčším alebo najmenším kľúčom*, podľa toho, či je orientovaná na prácu s maximálnym alebo minimálnym kľúčom (Sedgewick, 1998). Okrem týchto základných operácií podporuje prioritná fronta tiež nasledujúce operácie (Sedgewick, 1998):

- vytvorenie prioritnej fronty z N daných prvkov,
- zmena priority ľubovoľne špecifikovanej položky,
- vymazanie ľubovoľne špecifikovanej položky,
- test prázdnoty fronty atď.

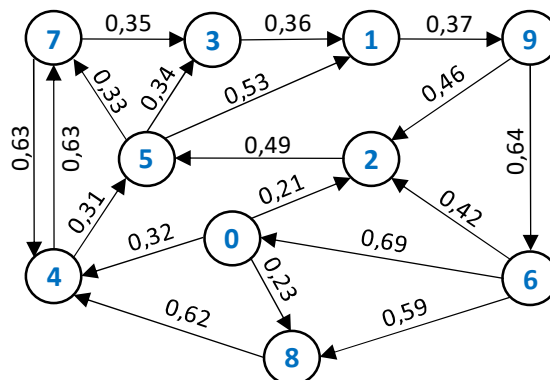
Tieto rôzne operácie, ktoré je možné s prioritnou frontou vykonávať a flexibilita pri vytváraní jej položiek ju robia veľmi populárnou a používanou v profesionálnych aplikáciách.

Metóda *Dijkstra_PriorityQueue* našej C# aplikácie používa prioritnú frontu, ktorá je orientovaná na prácu s minimálnym kľúčom, a ktorá je implementovaná pomocou úplného, hromadovo usporiadaného binárneho stromu uloženého v poli (Košťál, 2020). *Strom* je hromadovo usporiadaný, ak kľúč v každom uzle je menší alebo zhodný s kľúčmi všetkých uzlov potomkov (ak existujú) (Sedgewick, 1998). Ekvivalentne, kľúč v každom uzle hromadovo usporiadaného stromu je väčší alebo zhodný s kľúčom v rodičovskom uzle (Sedgewick, 1998).

Takýto postup ukladania položiek zodpovedá dátovej štruktúre *hromada* (angl. heap), ktorá je množinou uzlov s kľúčmi usporiadanými do úplného, hromadovo usporiadaného binárneho stromu reprezentovaného poľom (Sedgewick, 1998).

Uvedené implementačné princípy používa metóda *Dijkstra_PriorityQueue* našej C# .NET aplikácie pri vytváraní objektu *pq* (objekt našej triedy *PriorityQueue*) prioritnej fronty, do ktorej sú uložené dáta spracovávaného grafu, napr. z obrázku 1, touto metódou (Košťál, 2020). C# .NET aplikácia načítava vstupné dáta grafu zo vstupného diskového znakového (ASCII) súboru, napr. zo súboru *tinyEWDm.txt* (obr. 2).

Obr. 1: 10-vrcholový 19-hranový orientovaný ohodnotený graf, v ktorom hľadá metóda 'Dijkstra_PriorityQueue' sériovo, viacvláknovo a paralelne viaceré najkratšie cesty



Zdroj: Vlastné spracovanie

Obr. 2: Vstupný diskový súbor 'tinyEWDm.txt', z ktorého načítava C# .NET aplikácia vstupné dáta grafu z obr. 1 (1. riadok: počet vrcholov grafu; 2. riadok: počet hrán grafu; každý ďalší riadok: zdrojový vrchol hrany, cieľový vrchol hrany, jej ohodnotenie)

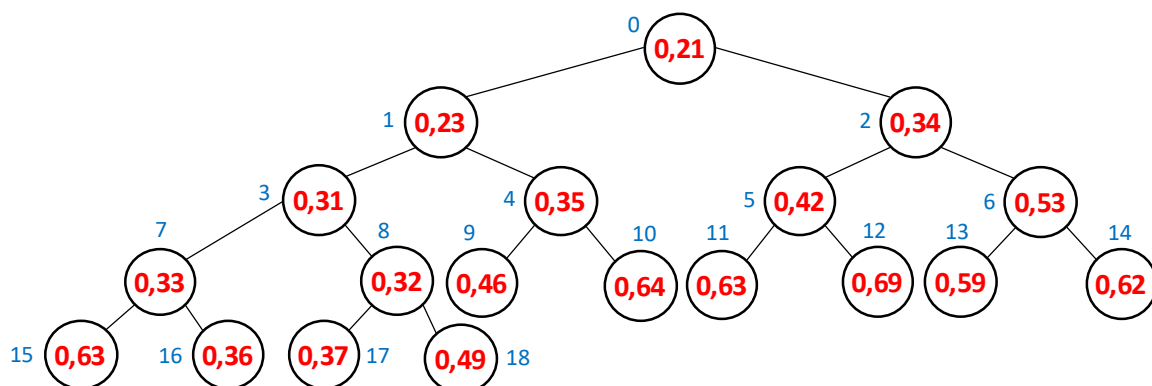
```

10
19
4 7 0,63
7 4 0,63
7 3 0,35
4 5 0,31
5 7 0,33
5 3 0,34
5 1 0,53
3 1 0,36
1 9 0,37
9 2 0,46
9 6 0,64
6 2 0,42
6 0 0,69
6 8 0,59
8 4 0,62
0 4 0,32
0 8 0,23
0 2 0,21
2 5 0,49

```

Zdroj: Vlastné spracovanie

Obr. 3: Reprézntácia prioritnej fronty pomocou úplného hromadovo usporiadaného binárneho stromu uloženého v poli 'arr' (inštančná premenná objektu prioritnej fronty 'pq'). Ak je rodič uzla na pozícii 'i' v tomto poli, tak ľavý potomok je na pozícii '2i + 1' a pravý na pozícii '2i + 2' tohto poľa



Zdroj: Vlastné spracovanie

Obr. 4: Prioritná fronta obsahujúca dáta spracovávaného grafu (z obr. 1) metódou 'Dijkstra_PriorityQueue', uložená v inštancnej premennej 'arr' objektu 'pq'

| pq | |
|------------|---|
| arr[0] | Node.data = 0 Node.priority = 0,21 |
| arr[1] | 0 0,23 |
| arr[2] | 5 0,34 |
| arr[3] | 4 0,31 |
| arr[4] | 7 0,35 |
| arr[5] | 6 0,42 |
| arr[6] | 5 0,53 |
| arr[7] | 5 0,33 |
| arr[8] | 0 0,32 |
| arr[9] | 9 0,46 |
| arr[10] | 9 0,64 |
| arr[11] | 4 0,63 |
| arr[12] | 6 0,69 |
| arr[13] | 6 0,59 |
| arr[14] | 8 0,62 |
| arr[15] | 7 0,63 |
| arr[16] | 3 0,36 |
| arr[17] | 1 0,37 |
| arr[18] | 2 0,49 |
| count = 19 | |

Zdroj: Vlastné spracovanie

4 C# .NET aplikácia hľadajúca viaceré najkratšie cesty v grafe sériovo, viacvláknovo a paralelne pomocou Dijkstrovho algoritmu

Naša konzolová C# .NET aplikácia bola vytvorená v programovacom jazyku C# vo vývojom prostredí Microsoft Visual Studio Enterprise 2019. Pomocou svojich sériových, viacvláknových a paralelizovaných častí kódu, v ktorých sú implementované volania inštancnej metódy *Dijkstra_PriorityQueue* objektu C# .NET aplikácie, dokáže táto aplikácia vyhľadať viaceré najkratšie cesty vložené používateľom v orientovanom ohodnotenom grafe, ktorého dáta sú uložené vo vstupnom ASCII diskovom súbore, napr. v súbore *tinyEWDm.txt* (obr. 2). Ten tvorí dátový vstup aplikácie. Inštančná metóda *Dijkstra_PriorityQueue* ukladá dáta ňou spracovávaného grafu do objektu prioritnej fronty *pq*, ktorého inštančné premenné *count* a pole *arr* budú obsahovať dáta zobrazené na obr. 4, ak bol vstupným diskovým súborom C# .NET aplikácie súbor *tinyEWDm.txt* (obr. 2). Okrem vyhľadania viacerých najkratších ciest v orientovanom ohodnotenom grafe a zobrazenia výsledkov vyhľadávania v svojom výstupe, aplikácia zmeria exekučné časy všetkých svojich vyhľadávacích operácií a spolu s výsledkami vyhľadávania viacerých najkratších ciest zapíše tieto zmerané exekučné časy do logovacieho diskového súboru *ShortestPaths.txt*. C# .NET aplikácia vo svojich výsledkoch nezobrazuje len samotné vyhľadané najkratšie cesty, ale aj dĺžky podciest jednotlivých vyhľadaných najkratších

ciest. C# .NET aplikácia obsahuje nasledovné 2 triedy s nasledovnými členmi (uvedené sú len dôležité členy tried):

- *GraphPQ*, ktorá má nasledovné členy:
 - členské premenné *numbVerticesPQ* a *numbEdgesPQ* pre uloženie počtu vrcholov a počtu hrán spracovávaného grafu, členskú premennú 2-rozmerné pole *edgesWeights*, ktoré slúži na prechodné uloženie dát grafu načítaných zo vstupného diskového ASCII súboru pred ich načítaním do prioritnej fronty inštančnou metódou *Dijkstra_PriorityQueue*
 - členskú metódu *CreateInputArr*, ktorá po zavolaní číta po riadkoch dáta zo vstupného diskového ASCII súboru, napr. zo súboru *tinyEWDm.txt* (obr. 2) a zapisuje ich do 2-rozmerného poľa *edgesWeights*, z ktorého tieto dáta číta inštančná metóda *Dijkstra_PriorityQueue* a vkladá ich do prioritnej fronty
 - vnorenú triedu *PriorityQueue*, ktorá obsahuje:
 - vnorenú triedu *Node*, ktorej objekty reprezentujú jeden uzol prioritnej fronty. Objekty tejto triedy tvoria prvky poľa *arr*, ktoré je členskou premennou triedy *PriorityQueue*. Trieda *Node* obsahuje členské premenné *data* a *priority*, v ktorých sú uložené dáta jedného uzla prioritnej fronty, ktorý je ako objekt triedy *Node* uložený v prvkoch poľa *arr*, ktoré je inštančnou premennou objektu *pq* (objekt triedy *PriorityQueue*) vytvoreného inštančnou metódou *Dijkstra_PriorityQueue*. Medzi ďalšie členy triedy *Node* patria operátorové funkcie, ktoré slúžia na porovnávanie jednotlivých uzlov prioritnej fronty podľa ich priorít.
 - členskú premennú pole *arr*, ktoré je typu *Node*, čiže prvkami tohto poľa, keď je konštruktorom *PriorityQueue* vytvorené, budú objekty triedy *Node* reprezentujúce uzly prioritnej fronty.
 - členskú premennú *count* slúžiacu pre ukladanie počtu objektov triedy *Node* v prioritnej fronte
 - členské metódy *Enqueue* a *Dequeue_min* slúžiace objektu prioritnej fronty na usporiadané vkladanie nových uzlov (objektov triedy *Node*) do prioritnej fronty a vyberanie čísla vrcholu s minimálnou vzdialenosťou od štartovacieho vrcholu spracovávaného grafu.
 - členské metódy *getParentIndex*, *getLeftChildIndex* a *getRightChildIndex*, ktoré po ich zavolaní vypočítajú a vrátia indexy rodičovského uzla, ľavého a pravého detského uzla pri usporiadanom vkladaní nových uzlov (objektov triedy *Node*) do prioritnej fronty a pri oprave usporiadania tejto fronty zhora alebo zdola členskými metódami *siftDown* a *siftUp* tejto triedy *PriorityQueue*.
 - členskú metódu *Dijkstra_PriorityQueue*, ktorá hľadá pomocou Dijkstrovho algoritmu najkratšie cesty z používateľom vloženého štartovacieho vrcholu do všetkých vrcholov orientovaného grafu, ktorého dáta metóda ukladá do a neskôr číta z inštančnej premennej *arr* objektu prioritnej fronty *pq* (pre vstupný dátový súbor C# .NET aplikácie *tinyEWDm.txt* (obr. 2) bude inštančná premenná *arr* obsahovať dáta zobrazené na obr. 4).
 - členskú metódu *Relax*, ktorú volá členská metóda *Dijkstra_PriorityQueue* a ktorá aktualizuje vzdialenosti od štartovacieho vrcholu grafu všetkých priľahlých vrcholov spracovávaného vrcholu *u* metódou *Dijkstra_PriorityQueue* (Košťál, 2020).
 - ďalšie členské metódy, ktoré slúžia na zobrazenie na výstupe C# .NET aplikácie a na zapísanie do výstupného logovacieho diskového súboru

ShortestPaths.txt touto aplikáciou nájdených viacerých najkratších ciest a všetkých nájdených najkratších ciest začínajúcich v štartovacích vrchoch viacerých zadaných hľadaných ciest a končiacich v ostatných vrchoch orientovaného ohodnoteného grafu.

- triedu *Program* - v jej statickej metóde *Main* sú načítané vstupy používateľa do lokálneho poľa reťazcov a podľa počtu ním vložených požadovaných hľadaných najkratších ciest je vytvorený zodpovedajúci počet objektov triedy *GraphPQ*. Potom sú inštančnou metódou *CreateInputArr* týchto objektov načítané vstupné dáta grafu zo vstupného diskového súboru C# .NET aplikácie, napr. zo súboru *tinyEWDm.txt* (obr. 2), do inštančnej premennej objektu triedy *GraphPQ*, do 2-rozmerného dynamického poľa *edgesWeights*. Odtiaľ tieto dáta, po svojom zavolaní, číta inštančná metóda *Dijkstra_PriorityQueue* objektu triedy *GraphPQ* a ukladá ich do objektu prioritnej fronty *pq*. V tomto objekte prioritnej fronty má inštančná metóda *Dijkstra_PriorityQueue* uložený spracovávaný graf, v ktorom hľadá všetky najkratšie cesty zo zadaného štartovacieho vrcholu, odovzdaného do jej parametra, do všetkých ostatných vrcholov prehľadávaného grafu. Výsledky svojho hľadania zapíše inštančná metóda *Dijkstra_PriorityQueue* do dvoch výstupných polí *distance* a *previous*.

Metóda *Main* obsahuje sekcie zdrojového kódu pre sériové, viacvláknové a paralelizované vyhľadávanie viacerých najkratších ciest s implementovanými volaniami inštančnej metódy *Dijkstra_PriorityQueue* pre viaceré počty viacerých najkratších hľadaných ciest. Takéto tri sekcie sú vytvorené pre nasledovné počty zadaných viacerých hľadaných najkratších ciest: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 a 10. Výsledky každého vyhľadávania viacerých hľadaných najkratších ciest, vrátane exekučných časov týchto vyhľadávaní, C# .NET aplikácia zapíše do svojho výstupu a do výstupného logovacieho diskového súboru *ShortestPaths.txt*.

Obr. 5: Zdrojový kód členskej metódy 'Dijkstra_PriorityQueue' triedy 'GraphPQ'

```
public void Dijkstra_PriorityQueue(ref double[] distance, ref int[] previous, int sV) {
    distance[sV] = 0;

    //vytvorenie objektu 'pq' triedy 'PriorityQueue', cize objektu prioritnej fronty
    PriorityQueue<int> pq = new PriorityQueue<int>();

    //vlozenie vsetkych vrcholov grafu (jeho data su ulozene v poli 'edgesWeights') aj s hodnotami hran
    //do prioritnej fronty 'pq' (vytvaranie uzlov prioritnej fronty)
    for (int i = 0; i < numbEdgesPQ; i++)
        pq.Enqueue(Convert.ToInt32(edgesWeights[i][0]), edgesWeights[i][2]);

    while (!pq.Empty()) //kym nie je prioritna fronta 'pq' prazdna
    {
        //z prioritnej fronty 'pq' vyberieme vrchol s minimalnou vzdialenostou od startov. vrcholu grafu 'sV'
        //(uzol prioritnej fronty s najnizsou prioritou)
        int u = pq.Dequeue_min();

        //pre kazdy prilahly vrchol 'v' ('edgesWeights[i][1]') spracovavaneho vrcholu 'u' ('edgesWeights[i][0]')
        for (int i = 0; i < numbEdgesPQ; i++)
            if (edgesWeights[i][0] == u)
                //sa metoda 'Relax' pokusi aktualizovat pomocou pseudokodu (1) jeho vzdialenost od startovacieho
                //vrcholu grafu 'sV'
                Relax(u, Convert.ToInt32(edgesWeights[i][1]), ref distance, ref previous, ref pq, edgesWeights[i][2]);
    }
}
```

Zdroj: Vlastné spracovanie inšpirované (Oumghar, 2015)

Obr. 6: Sekcia zdrojového kódu statickej metódy 'Main', ktorá pomocou inštančnej metódy 'Dijkstra_PriorityQueue' hľadá sériovo 4 najkratšie cesty v orientovanom ohodnot. grafe

```

else if ((split_inputs.Length / 2) == 4) //ak pouzivatel vložil 4 najkratsie cesty { ...
//vytvorenie a inicializacia 4 objektov 'g_pqX' triedy 'GraphPQ'
GraphPQ g_pq1 = new GraphPQ();
GraphPQ g_pq2 = new GraphPQ();
GraphPQ g_pq3 = new GraphPQ();
GraphPQ g_pq4 = new GraphPQ();
...
stopWatch.Reset(); //“vynulovanie“ meraca casu
stopWatch.Start(); //spustenie merania exekucneho casu
//seriove hladanie 4 najkratsich ciest pomocou instancnej metody 'Dijkstra_PriorityQueue'
g_pq1.Dijkstra_PriorityQueue(ref shortestDsts1, ref parents1, Convert.ToInt32(split_inputs[0]));
g_pq2.Dijkstra_PriorityQueue(ref shortestDsts2, ref parents2, Convert.ToInt32(split_inputs[2]));
g_pq3.Dijkstra_PriorityQueue(ref shortestDsts3, ref parents3, Convert.ToInt32(split_inputs[4]));
g_pq4.Dijkstra_PriorityQueue(ref shortestDsts4, ref parents4, Convert.ToInt32(split_inputs[6]));

stopWatch.Stop(); //zastavenie merania exekucneho casu
TimeSpan ts_PQS = stopWatch.Elapsed; //ziskanie zmeranej dlzky casoveho intervalu
string strIntervalStopWatch_PQS = ts_PQS.ToString();
double msIntervalStopWatch_PQS = ts_PQS.TotalMilliseconds; ... }

```

Zdroj: Vlastné spracovanie

Obr. 7: Sekcia zdrojového kódu statickej metódy 'Main', ktorá pomocou inštančnej metódy 'Dijkstra_PriorityQueue' hľadá na viacerých vláknach 4 najkratšie cesty v orientovanom ohodnotenom grafe

```

else if ((split_inputs.Length / 2) == 4) //ak pouzivatel vložil 4 najkratsie cesty { ...
//vytvorenie delegate 'callerPQM1' (objektu) delegatoveho typu 'methodDeleg_PQ', ktory ukazuje na
//instancnu metodu 'g_pq1.Dijkstra_PriorityQueue'
methodDeleg_PQ callerPQM1 = new methodDeleg_PQ(g_pq1.Dijkstra_PriorityQueue);
methodDeleg_PQ callerPQM2 = new methodDeleg_PQ(g_pq2.Dijkstra_PriorityQueue);
methodDeleg_PQ callerPQM3 = new methodDeleg_PQ(g_pq3.Dijkstra_PriorityQueue);
methodDeleg_PQ callerPQM4 = new methodDeleg_PQ(g_pq4.Dijkstra_PriorityQueue);

stopWatch.Reset();
stopWatch.Start(); //spustenie merania exekucneho casu
//spustenie asynchroneho vykonavania instancnej metody 'g_pq1.Dijkstra_PriorityQueue' na
//sekundarnom vlakne pomocou volania instanc. metody 'BeginInvoke' delegata (objektu) 'callerPQM1'
IAsyncResult asyncSg_pq1Dijk_PQ = callerPQM1.BeginInvoke(ref shortestDsts1, ref parents1,
Convert.ToInt32(split_inputs[0]), null, null);
IAsyncResult asyncSg_pq2Dijk_PQ = callerPQM2.BeginInvoke(ref shortestDsts2, ref parents2,
Convert.ToInt32(split_inputs[2]), null, null);
IAsyncResult asyncSg_pq3Dijk_PQ = callerPQM3.BeginInvoke(ref shortestDsts3, ref parents3,
Convert.ToInt32(split_inputs[4]), null, null);
IAsyncResult asyncSg_pq4Dijk_PQ = callerPQM4.BeginInvoke(ref shortestDsts4, ref parents4,
Convert.ToInt32(split_inputs[6]), null, null);

//ukoncenie asynchroneho vykonavania instancnej metody 'g_pq1.Dijkstra_PriorityQueue' na
//sekundarnom vlakne pomocou volania instanc. metody 'EndInvoke' delegata (objektu) 'callerPQM1'
callerPQM1.EndInvoke(ref shortestDsts1, ref parents1, asyncSg_pq1Dijk_PQ);
callerPQM2.EndInvoke(ref shortestDsts2, ref parents2, asyncSg_pq2Dijk_PQ);
callerPQM3.EndInvoke(ref shortestDsts3, ref parents3, asyncSg_pq3Dijk_PQ);
callerPQM4.EndInvoke(ref shortestDsts4, ref parents4, asyncSg_pq4Dijk_PQ);

stopWatch.Stop(); //zastavenie merania exekucneho casu
TimeSpan ts_PQM = stopWatch.Elapsed;
string strIntervalStopWatch_PQM = ts_PQM.ToString();
double msIntervalStopWatch_PQM = ts_PQM.TotalMilliseconds; ... }

```

Zdroj: Vlastné spracovanie

Obr. 8: Sekcia zdrojového kódu statickej metódy 'Main', ktorá pomocou inštančnej metódy 'Dijkstra PriorityQueue' hľadá paralelne 4 najkratšie cesty v orientov. ohodnotenom grafe

```
else if ((split_inputs.Length / 2) == 4) //ak pouzivatel vložil 4 najkratsie cesty
{ ...
  stopwatch.Reset();
  stopwatch.Start(); //spustenie merania exekucneho casu

  // paralelne vykonanie 4 uloh
  Parallel.Invoke(
    () =>
    {
      g_pq1.Dijkstra_PriorityQueue(ref shortestDsts1, ref parents1, Convert.ToInt32(split_inputs[0]));
    }, //zatvorenie 1. 'Action' delegata
    () =>
    {
      g_pq2.Dijkstra_PriorityQueue(ref shortestDsts2, ref parents2, Convert.ToInt32(split_inputs[2]));
    }, //zatvorenie 2. 'Action' delegata
    () =>
    {
      g_pq3.Dijkstra_PriorityQueue(ref shortestDsts3, ref parents3, Convert.ToInt32(split_inputs[4]));
    }, //zatvorenie 3. 'Action' delegata
    () =>
    {
      g_pq4.Dijkstra_PriorityQueue(ref shortestDsts4, ref parents4, Convert.ToInt32(split_inputs[6]));
    } //zatvorenie 4. 'Action' delegata
  ); //zatvorenie 'Parallel.Invoke' metody

  stopwatch.Stop(); //zastavenie merania exekucneho casu
  TimeSpan ts_PQP = stopwatch.Elapsed;
  string strIntervalStopWatch_PQP = ts_PQP.ToString();
  double msIntervalStopWatch_PQP = ts_PQP.TotalMilliseconds;
  ...
}
```

Zdroj: Vlastné spracovanie

Obr. 9: Príklad vstupu (tučným písmom) a výstupu C# .NET aplikácie (zobrazená je iba jeho časť), ktorá hľadala 4 najkratšie cesty v orientovanom ohodnotenom grafe s 10 vrcholmi a 19 hranami (vstupné dáta grafu načítané zo súboru 'tinyEWDm.txt' (obr. 2)) z obr. 1

```
Choose input file: 10vEWDG.txt (insert: 1), tinyEWD.txt (insert: 2), tinyEWDm.txt (insert: 3),
mediumEWD.txt (insert: 4) 3
The adjacency list loaded from the 'tinyEWDm.txt' file.

Insert 1 source and 1 destination vertex or several source and destination vertices separated by ',' (e.g.
'sv1 dv1, sv2 dv2, sv3 dv3'; '5 2, 4 6, 7 1' for 3 source and 3 destination vertices) for MULTIPLE finding:
5 2, 4 6, 7 1, 2 4

The graph in which will be found the shortest paths in serial, on multiple threads and in parallel has '10'
vertices and '19' edges.

== Dijkstra's Shortest Paths computed by the 'Dijkstra_PriorityQueue' method in Serial ==
** Dijkstra's Shortest Paths computed by the 'Dijkstra_PriorityQueue' method **
from -> to      Distance Path
-----
The shortest path from the source vertex (5) to the destination vertex (2)
                    0,53 0,37 0,46
5 -> 2          1,36   5 -> 1 -> 9 -> 2
-----
All the shortest paths from the source vertex (5) to other vertices
                    0,53 0,37 0,64 0,69
5 -> 0          2,23   5 -> 1 -> 9 -> 6 -> 0

                    0,53
5 -> 1          0,53   5 -> 1

                    0,53 0,37 0,46
5 -> 2          1,36   5 -> 1 -> 9 -> 2

                    0,34
5 -> 3          0,34   5 -> 3
...

** Dijkstra's Shortest Paths computed by the 'Dijkstra_PriorityQueue' method **
from -> to      Distance Path
-----
The shortest path from the source vertex (4) to the destination vertex (6)
                    0,31 0,53 0,37 0,64
4 -> 6          1,85   4 -> 5 -> 1 -> 9 -> 6
-----
All the shortest paths from the source vertex (4) to other vertices
                    0,31 0,53 0,37 0,64 0,69
4 -> 0          2,54   4 -> 5 -> 1 -> 9 -> 6 -> 0

                    0,31 0,53
4 -> 1          0,84   4 -> 5 -> 1

                    0,31 0,53 0,37 0,46
4 -> 2          1,67   4 -> 5 -> 1 -> 9 -> 2
...
Execution time of serial finding 4 shortest paths: 00:00:00.0017756, 1,7756 ms
```

Zdroj: Vlastné spracovanie

5 Experiment, jeho výsledky, ich krátka analýza

Účelom experimentu je potvrdiť alebo vyvrátiť našu hypotézu: predpokladáme, že zo sériového, viacvláknového a paralelného hľadania viacerých najkratších ciest v orientovanom ohodnotenom grafe pomocou inštančnej metódy *Dijkstra_PriorityQueue* našej C# .NET aplikácie, ktorá má implementovaný Dijkstrov algoritmus, je najefektívnejším spôsobom vyhľadávania paralelné vyhľadávanie.

Experiment sme vykonali pomocou našej C# .NET aplikácie, ktorá na vstupe načítala vstupné dáta postupne dvoch orientovaných ohodnotených grafov z nasledujúcich vstupných ASCII diskových súborov:

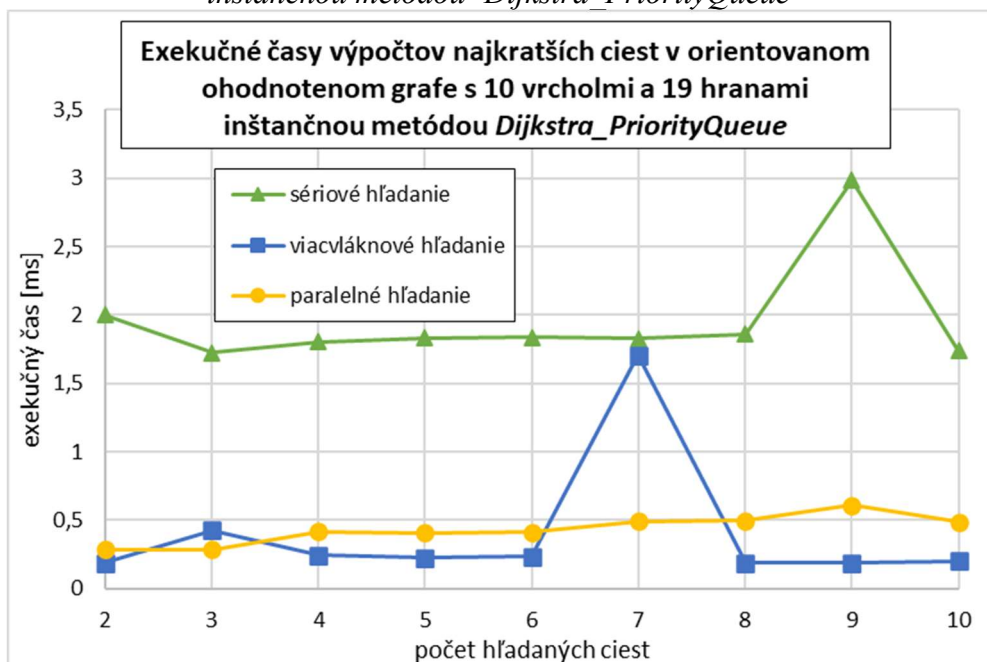
- *tinyEWDm.txt* (obr. 2) - súbor obsahuje dáta 10-vrcholového 19-hranového orientovaného ohodnoteného grafu
- *mediumEWD.txt* (Sedgewick, 2018) - súbor obsahuje dáta 250-vrcholového 2546-hranového orientovaného ohodnoteného grafu

Po načítaní vstupných dát grafu z každého z týchto vstupných diskových súborov našou C# .NET aplikáciou sme spustili vyhľadávanie postupne 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 a 10 najkratších ciest v každom z týchto grafov. Postupne sme hľadali nasledujúce rovnaké sady najkratších ciest v každom z týchto grafov (napr. vstupné dáta 'v1 v2, v3 v4' reprezentujú 2 hľadané najkratšie cesty, prvú z vrcholu v1 do vrcholu v2 a druhú najkratšiu cestu z vrcholu v3 do vrcholu v4)

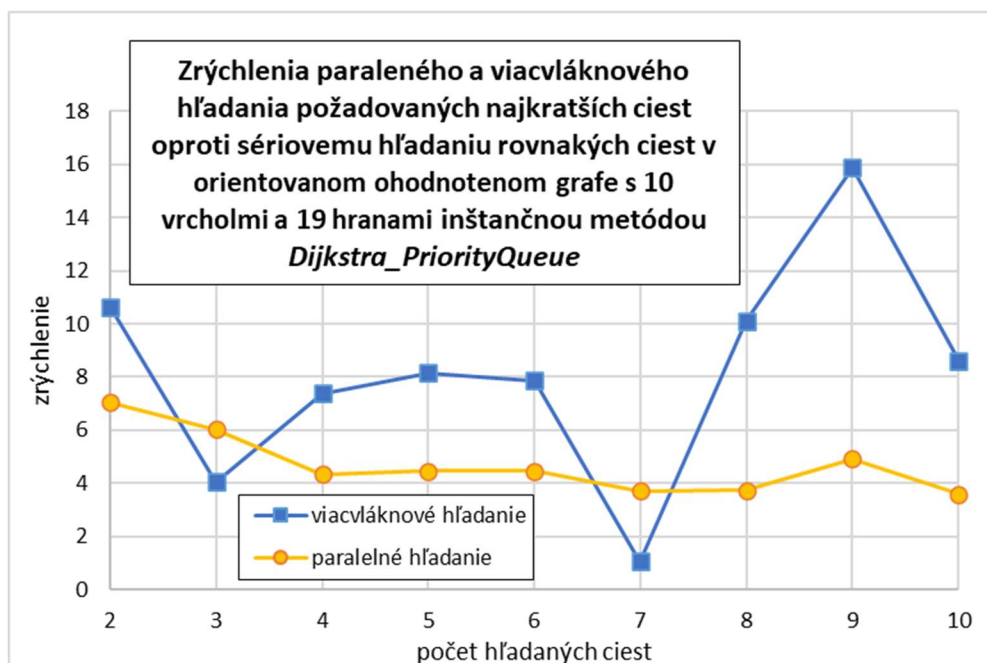
- 5 2, 4 6, (2 najkratšie cesty)
- 5 2, 4 6, 7 1 (3 najkratšie cesty)
- 5 2, 4 6, 7 1, 2 4 (4 najkratšie cesty)
- 5 2, 4 6, 7 1, 2 4, 1 5 (5 najkratších ciest)
- 5 2, 4 6, 7 1, 2 4, 1 5, 6 1 (6 najkratších ciest)
- 5 2, 4 6, 7 1, 2 4, 1 5, 6 1, 3 1 (7 najkratších ciest)
- 5 2, 4 6, 7 1, 2 4, 1 5, 6 1, 3 1, 7 2 (8 najkratších ciest)
- 5 2, 4 6, 7 1, 2 4, 1 5, 6 1, 3 1, 7 2, 3 5 (9 najkratších ciest)
- 5 2, 4 6, 7 1, 2 4, 1 5, 6 1, 3 1, 7 2, 3 5, 3 7 (10 najkratších ciest)

Pre každú z týchto 10 vstupných sád najkratších ciest vykonala C# .NET aplikácia v oboch zo vstupu načítaných grafoch sériové, viacvláknové a paralelné vyhľadávanie zadaného počtu najkratších ciest, pričom pri každom vyhľadávaní tiež zmerala a do svojho výstupu a logovacieho súboru *ShortestPaths.txt* zapísala exekučné časy týchto vyhľadávaní spolu s vyhľadanými najkratšími cestami. Exekučné časy jednotlivých vyhľadávaní viacerých najkratších ciest v dvoch orientovaných ohodnotených grafoch a zrýchlenia viacvláknových a paralelných vyhľadávaní so zobrazené v nasledujúcich grafoch.

Obr. 10: Exekučné časy výpočtov najkratších ciest v orientovanom ohodnotenom grafe s 10 vrcholmi a 19 hranami (vstupné dáta grafu načítané zo súboru 'tinyEWDm.txt' (obr. 2)) a zrýchlenia paralelného a viacvláknového hľadania požadovaných najkratších ciest inštančnou metódou 'Dijkstra_PriorityQueue'

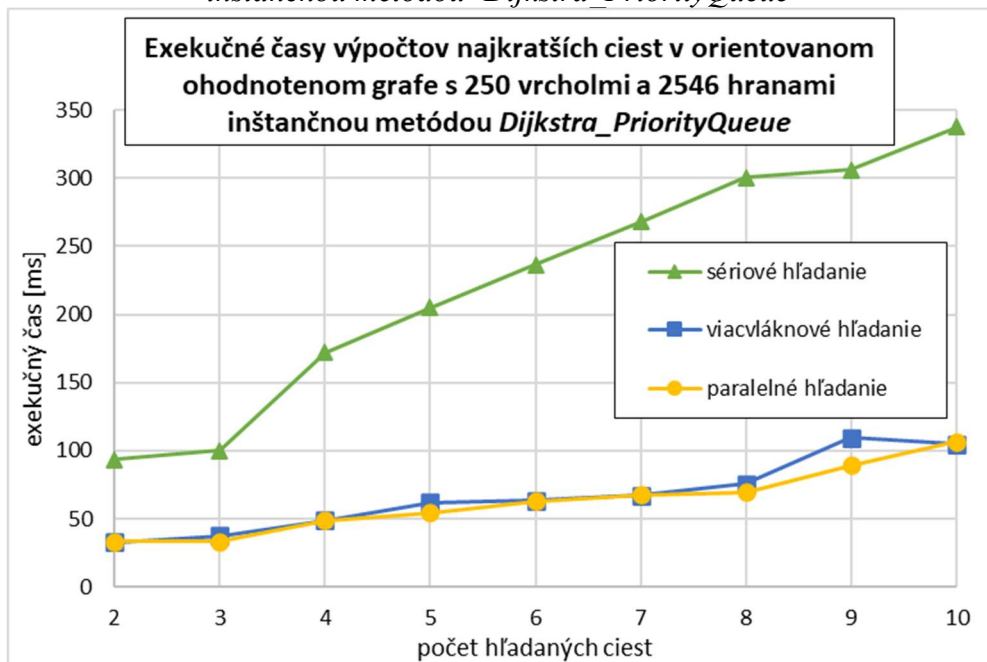


Zdroj: Vlastné spracovanie

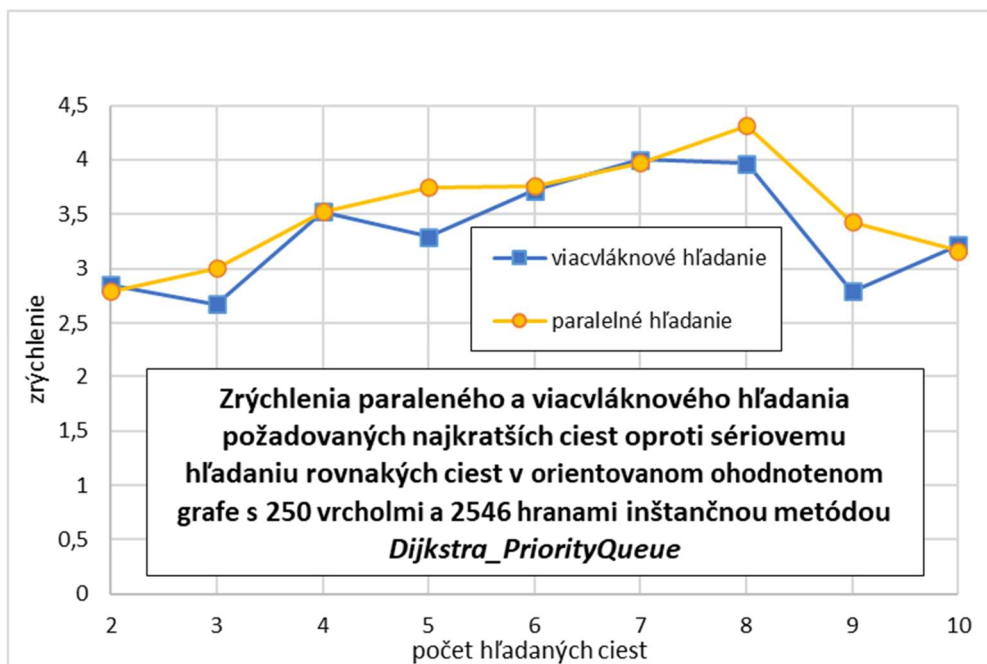


Zdroj: Vlastné spracovanie

Obr. 11: Exekučné časy výpočtov najkratších ciest v orientovanom ohodnotenom grafe s 250 vrcholmi a 2546 hranami (vstupné dáta grafu načítané zo súboru 'mediumEWD.txt') a zrýchlenia paralelného a viacvláknového hľadania požadovaných najkratších ciest inštančnou metódou 'Dijkstra_PriorityQueue'



Zdroj: Vlastné spracovanie



Zdroj: Vlastné spracovanie

Krátka analýza výsledkov experimentu. Z porovnania exekučných časov sériového, viacvláknového a paralelného hľadania viacerých najkratších ciest v orientovanom ohodnotenom grafe s 10 vrcholmi a 19 hranami (vstupné dáta grafu načítané zo súboru 'tinyEWDm.txt' (obr. 2)) je zrejmé, že vyššiu exekučnú efektívnosť má viacvláknové hľadanie. O málo menšiu exekučnú efektívnosť, maximálny rozdiel od viacvláknového hľadania je 0,4184 ms, má paralelné hľadanie. Vo väčšine hľadání dosahovalo viacvláknové hľadanie

oproti sériovému hľadaniu väčšie zrýchlenie, až do 15,875, ako paralelné hľadanie oproti sériovému hľadaniu.

Z porovnania exekučných časov sériového, viacvláknového a paralelného hľadania viacerých najkratších ciest v orientovanom ohodnotenom grafe s 250 vrcholmi a 2546 hranami (vstupné dáta grafu načítané zo súboru 'mediumEWD.txt') je zrejme, že v drvivej väčšine hľadání má veľmi tesne vyššiu exekučnú efektívnosť paralelné hľadanie. Okrem troch hľadání dosahovalo paralelné hľadanie oproti sériovému hľadaniu veľmi tesne väčšie zrýchlenie, až do 4,311, ako viacvláknové hľadanie oproti sériovému hľadaniu.

Z porovnania exekučných časov sériového, viacvláknového a paralelného hľadania viacerých najkratších ciest v malom orientovanom ohodnotenom grafe (10-vrcholový 19-hranový graf) a exekučných časov rovnakých operácií vo veľkom grafe (250-vrcholový 2546-hranový graf) môžeme povedať, že pri veľkom grafe sa naša hypotéza, že paralelné hľadanie je exekučne najefektívnejšie, aj keď veľmi tesne, potvrdila. Avšak, pri hľadání viacerých najkratších ciest v malom orientovanom ohodnotenom grafe sa naša hypotéza nepotvrdila, pretože exekučne efektívnejšie, aj keď len o málo, bolo viacvláknové hľadanie.

6 Záver

Z krátkej analýzy výsledkov experimentu je zrejme, že naša hypotéza, že paralelné hľadanie je exekučne najefektívnejšie, sa potvrdila len pri hľadání viacerých najkratších ciest vo veľkom orientovanom ohodnotenom grafe (250-vrcholový 2546-hranový graf). Pri hľadání viacerých najkratších ciest v malom orientovanom ohodnotenom grafe (10-vrcholový 19-hranový graf) sa naša hypotéza nepotvrdila, pretože exekučne efektívnejšie, aj keď len o málo, bolo viacvláknové hľadanie.

Z porovnania exekučných časov sériového, viacvláknového a paralelného hľadania viacerých najkratších ciest v malom orientovanom ohodnotenom grafe (10-vrcholový 19-hranový graf) a exekučných časov rovnakých operácií vo veľkom grafe (250-vrcholový 2546-hranový graf) a z porovnania zrýchlení paralelného a viacvláknového hľadania oproti sériovému hľadaniu v tomto a malom a v tomto veľkom grafe, sa dá vyvodit' predpoklad, že pri hľadání viacerých najkratších ciest v orientovanom ohodnotenom grafe väčšom ako náš veľký graf je možné, že paralelné hľadanie by bolo exekučne efektívnejšie s väčším rozdielom oproti viacvláknovému hľadaniu ako pri hľadání týchto ciest v našom veľkom grafe.

Literatúra

- [1] Košťál, I. (2020). *Vplyv dátovej štruktúry použitej pre ukládanie dát grafu na exekučnú efektívnosť metód hľadajúcich v ňom najkratšie cesty pomocou Dijkstrovho algoritmu*. AIESA 2020 medzinárodná vedecká konferencia. AIESA - Budovanie spoločnosti založenej na vedomostiach. Bratislava: Letra Edu.
- [2] Niemann, T. (1999). *Sorting and Searching Algorithms*. epaperpress.com.
- [3] Oumghar, K. (2015, December 22). *Graphs and Dijkstra's Algorithm (C#)*. Retrieved August 30, 2020, from <https://simpledevcode.wordpress.com/2015/12/22/graphs-and-dijkstras-algorithm-c/>.
- [4] Sedgewick, R. (1998). *Algorithms in C parts 1-4. Fundamentals, data structures, sorting, searching*. Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- [5] Sedgewick, R. (2018). *Algorithms, 4th Edition*. Retrieved January 12, 2021, from <https://algs4.cs.princeton.edu/home/>

Štatistická analýza pro-environmentálneho správania sa mladej generácie

Eva Kotlebová¹, Ivana Brandysová²

Abstrakt

Príspevok sa zaoberá analýzou dotazníka, ktorý mapuje postoje, zvyky a názory mladej generácie, ktoré priamo súvisia s problematikou ochrany životného prostredia. Získané údaje sú spracované nielen metódami deskriptívnej štatistiky, ale využitím faktorovej analýzy a zhlukovej analýzy sú vytvorené skupiny respondentov, ktorí majú podobné postoje, preferencie a správanie odvíjajúce sa od ich vzťahu k životnému prostrediu.

Kľúčové slová

environmentálne správanie, nákupné preferencie, faktorová analýza, zhluková analýza

Abstract

The paper deals with the questionnaire analysis that maps attitudes, customs and opinions of young generation that are directly related to environment protection. The data obtained are processed not only by methods of descriptive statistics, but through factor analysis and cluster analysis, groups of respondents are created who have similar attitudes, preferences and behavior that are derived from their attitude to environment.

Key words

Environmental behaviour, Shopping preferences, Factor analysis, Cluster analysis

JEL classification

JEL C38, F18

1 Úvod

Už niekoľko desaťročí svet čelí dôsledkom klimatickej a environmentálnej krízy. Situácia sa v posledných rokoch dramaticky zhoršuje a aj keď sa prijímajú legislatívne opatrenia, ich efekt je pomalší ako negatívne zmeny, ktoré sú prirodzeným dôsledkom neuváženého správania ľudí. Hlavné problémy, ktoré treba nevyhnutne čo najskôr riešiť, sú klimatické zmeny, znečistenie životného prostredia, nadmerný odpad, degradácia pôdy, preľudnenie a vyčerpanie prírodných zdrojov. Aj keď sa niektoré negatívne zmeny už nedajú zvrátiť späť, treba sa sústrediť na budúcnosť. V decembri 2019 bola Európskou komisiou prijatá Európska zelená dohoda (Green deal)³, ktorá je súborom návrhov na zníženie čistých emisií skleníkových plynov do roku 2030 aspoň o 55% v porovnaní s rokom 1990 tak, aby sa EÚ stala do roku 2050 klimaticky neutrálnym kontinentom. Je zrejmé, že hlavné výzvy stoja pred vládami a medzinárodnými spoločnosťami, ktoré môžu priniesť potrebné legislatívne opatrenia. Ich ochota pristúpiť na radikálne efektívne riešenia môže byť pozitívne motivovaná aj postojom obyvateľov k danej problematike. Preto je dôležité tento ich postoj najskôr

¹ Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra štatistiky, Dolnozemska cesta 1, 852 35 Bratislava, eva.kotlebova@euba.sk.

² GroupM Slovakia, s.r.o., Karadžičova 8, 821 08 Bratislava, ivana.brandysova@groupm.com.

³ https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_sk

zmapovať, aby bolo zrejmé, aké opatrenia sa majú zaviesť a pre aké cieľové skupiny sú určené.

V posledných rokoch sa viaceré inštitúcie aj kompetentné orgány venujú zbieraniu informácií o postojoch obyvateľov k ochrane životného prostredia. Podľa prieskumu „Ako sa máte, Slovensko?“ spoločnosti MNFORCE, komunikačnej agentúry Seesame v spolupráci so Sociologickým ústavom SAV a Ústavom výskumu sociálnej komunikácie SAV⁴, ktorý bol realizovaný v roku 2020 na vzorke 1000 respondentov, bolo zistené, že viac ako polovica obyvateľov by uvítala, keby vláda venovala viac pozornosti životnému prostrediu a klimatickým zmenám, pričom takýto postoj majú hlavne ľudia s vyšším vzdelaním žijúci v mestách.

Osobitne dôležité pre budúcnosť je mapovanie postojov mladej generácie, pre ktorú by mala byť ochrana životného prostredia prioritou, pretože oni rozhodujú o tom, v akom svete budú žiť. V posledných rokoch sa realizovali za týmto účelom prieskumy medzi študentami, v ktorých boli na spracovanie použité aj pokročilejšie štatistické metódy – v roku 2018 v strednom Grécku⁵, v ktorej boli pomocou zhlukovej analýzy vytvorené homogénne skupiny respondentov a v roku 2016 v Brazílii a v Portugalsku⁶, v ktorej bola aplikovaná metóda hlavných komponentov.

Náš príspevok má za cieľ prispieť informáciou o postojoch, názoroch a správaní vzorky mladej generácie na Slovensku.

2 Charakteristika dotazníka a spôsob zberu údajov

Za účelom získania čo najviac informácií o prístupe mladej generácie k životnému prostrediu sme vytvorili dotazník, ktorý pozostával z dvoch okruhov otázok:

- 1) Sociálno-demografické informácie, kam boli zaradené otázky o veku, pohlaví, dosiahnutom stupni vzdelania, bydlisku, výške mesačného príjmu, pracovnom statuse a počte členov domácnosti (spolu 20 otázok)
- 2) Názory, postoje a zvyklosti súvisiace s ochranou životného prostredia (spolu 48 otázok)

Tento okruh bol rozdelený na tieto podokruhy:

- a) *Nákupné zvyklosti*, kde respondenti uvádzali, na základe čoho sa rozhodujú o nákupe (cena, značka, zloženie, recenzie, vlastné skúsenosti) potravín aj priemyselného tovaru, ich postoj k nákupu organických bio-produktov, prírodnej kozmetiky a bezobalových produktov,
- b) *Stravovanie*, kde boli zisťované informácie o spôsobe stravovania (vegetariánstvo, vegánstvo, príp. iná diéta, ako aj dôvody, ktoré viedli k spôsobu stravovania) a stravovacie návyky (frekvencia konzumácie mäsa, zeleniny a ovocia, dodržiavanie pitného režimu, frekvencia varenia a návštev reštaurácií)
- c) *Odpad*, kde bolo zisťované, či respondenti separujú odpad, a ak áno, aký
- d) *Cestovanie*, kde nosnou informáciou bol preferovaný spôsob dopravy, pričom sa zisťovala aj frekvencia cestovania na dovolenku a používania leteckej dopravy
- e) *Štrenie/plytvanie*, ktoré sa týkalo spotreby vody
- f) *Výdavky*, kde respondenti vyjadrovali percentuálne rozdelenie výdavkov na okruhy tovarov, ochotu priplatiť si za ekologickú náhradu tovaru, ako aj ochotu podporiť eko-výrobky.

⁴ <https://www.minzp.sk/spravy/slovaci-odkazuju-vlade-zaujimame-zivotne-prostredie-venuajte-mu-viac.html>

⁵ <https://ideas.repec.org/a/gam/jsusta/v10y2018i5p1663-d148203.html>

⁶ https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414753X2016000300113&lng=en&nrm=iso&tlng=en

Otázky boli formulované tak, aby odpovede nevyžadovali dlhý čas, väčšinou si respondenti zvolili niektorú (niekedy aj viac možností) z ponúkaných odpovedí, alebo zapísali odpoveď vo forme čísla.

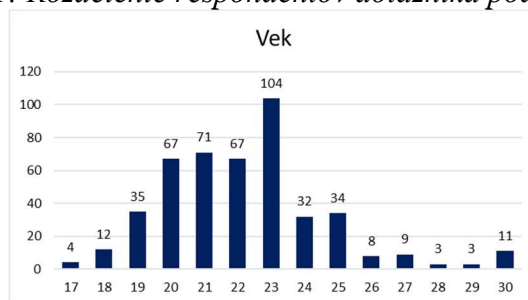
Distribúcia dotazníka sa realizovala cez aplikáciu Google Forms. Zber údajov prebiehal od 10. júna do 20. októbra 2020 a zapojilo sa 600 respondentov. Z rôznych dôvodov (neúplné informácie, presiahnutie limitov, ktoré boli nami stanovené kvôli optimalizácii databázy, nepravdepodobné odpovede) sme vylúčili časť vyplnených dotazníkov a spracovali sme údaje o 460 respondentoch. Treba zdôrazniť, že výber respondentov nebol náhodný, takže uplatnenie indukčných metód pri spracovaní údajov nebolo aktuálne. Analýza zistených údajov mala dve etapy: najskôr sme získali sumárnu predstavu o odpovediach respondentov využitím metód deskriptívnej štatistiky a potom sme hľadali hlbšie súvislosti medzi premennými, na čo nám poslúžila zhluková analýza, ktorej predchádzala faktorová analýza.

3 Opisné charakteristiky vybraných premenných

Ako už bolo uvedené, do analýzy sme zahrnuli údaje z 460 vyplnených dotazníkov. V prvej časti uvedieme základné sociálno-demografické informácie o respondentoch.

72% respondentov tvorili ženy, vekový interval bol od 17 do 30 rokov (priemer 22 rokov). Presnejšie rozdelenie respondentov podľa veku je na obr. 1, z ktorého je zrejma hodnota modusu (23 rokov).

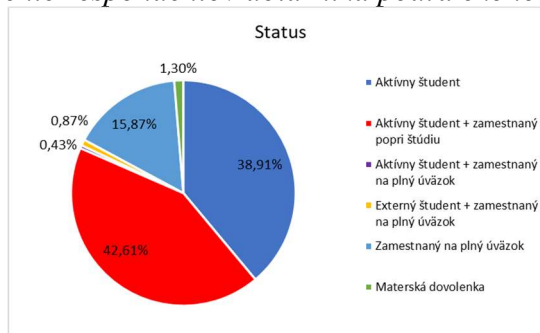
Obr. 1: Rozdelenie respondentov dotazníka podľa veku



Zdroj: Vlastné spracovanie v MS Excel

Z hľadiska ekonomického statusu boli respondenti v drvivej väčšine študenti, ktorí popri štúdiu pracovali, pričom takmer polovica z nich na plný úväzok. Presnejšie rozdelenie ukazuje obr. 2.

Obr. 2: Rozdelenie respondentov dotazníka podľa ekonomického statusu

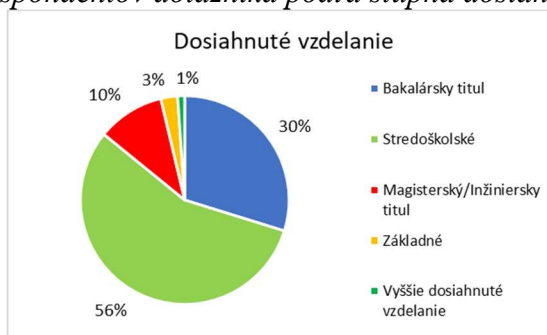


Zdroj: Vlastné spracovanie v MS Excel

Z informácie o prevládajúcom ekonomickom statuse respondentov je zrejme, že podstatná časť z nich má stredoškolské vzdelanie alebo vysokoškolské vzdelanie prvého stupňa. Presnejšie rozdelenie tohto znaku ukazuje obr. 3. Väčšina našej vzorky (60%) býva

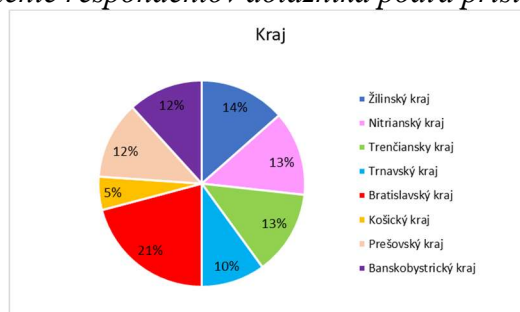
v meste, ostatní na dedine. Čo sa týka geografického rozdelenia, podarilo sa pomerne rovnomerne pokryť všetky kraje Slovenska (presnejšie rozloženie je na obr. 4).

Obr. 3: Rozdelenie respondentov dotazníka podľa stupňa dosiahnutého vzdelania



Zdroj: Vlastné spracovanie v MS Excel

Obr. 4: Rozdelenie respondentov dotazníka podľa príslušnosti ku kraju



Zdroj: Vlastné spracovanie v MS Excel

Priemerný mesačný príjem respondentov je 534,44 eur, pričom najvyšší príjem dosahujú tí, ktorí sú zamestnaní na plný úväzok (1112,04 eur). Študenti, ktorí pracujú popri štúdiu, majú príjem na úrovni 455,31 eur, čo je takmer o 100 eur (98,88) viac ako je to u študentov bez pracovného pomeru.

Z hľadiska riešenej problematiky boli pre nás dôležitejšie údaje z druhého okruhu otázok. Z dôvodu limitovaného rozsahu príspevku uvádzame len informácie niektorých vybraných premenných (všetky premenné boli zaradené do hlbšej analýzy, ktorá je obsahom nasledujúcej podkapitoly).

Nákupné preferencie (aký je hlavný dôvod na kúpu tovaru) sme znázornili pomocou radarových grafov (obr. 5 a obr. 6). Vstupné údaje pre grafy boli usporiadané do kontingenčnej tabuľky, kde riadky označovali obmeny premennej „dôvod kúpy“ a v stĺpcoch boli obmeny miery ovplyvnenia konkrétnym dôvodom pomocou Likertovej škály⁷.

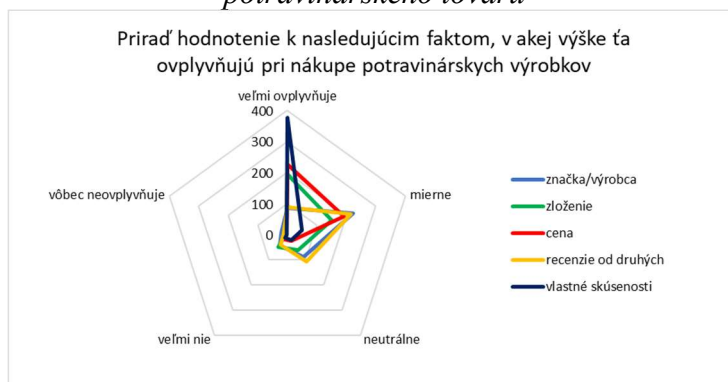
Ako vidíme z obr. 5, veľmi dôležité pri nákupe potravín sú vlastné skúsenosti, významným argumentom je aj cena a zloženie. Podobný tvar má aj graf na obr. 6, ktorý sa týka nepotravinárskeho tovaru, ale v tomto prípade má dôvod kúpy „zloženie tovaru“ výrazne nižšie preferencie.

Vyše 90% respondentov registruje existenciu bezobalových obchodov, ale iba necelá štvrtina (24 %) v nich nakupuje. 72% respondentov si už niekedy kúpilo prírodnú kozmetiku. Hlavnými dôvodmi pre kúpu bio-produktov je ich vyššia kvalita a chuť (65% respondentov), ochrana životného prostredia a zvierat (56%) a podpora lokálnej ekonomiky (42%)⁸.

⁷ <file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/1-Gavora-Tvorba-vyskumneho-nastroja%20PDF.pdf>

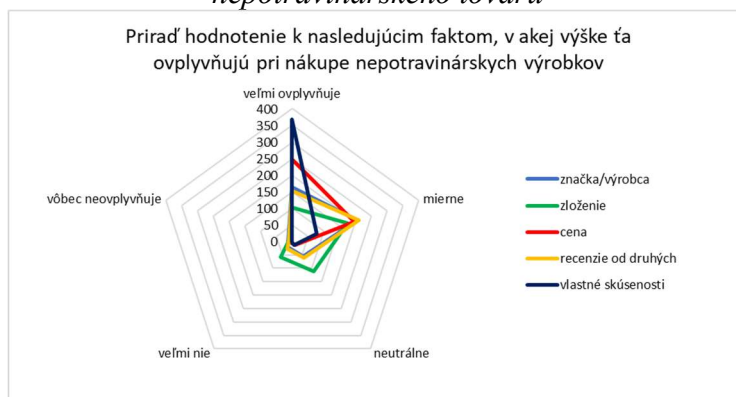
⁸ Pri tejto otázke mohli respondenti uviesť aj viac dôvodov

Obr. 5: Rozdelenie respondentov dotazníka podľa preferencií dôvodov pre nákup potravinárskeho tovaru



Zdroj: Vlastné spracovanie v MS Excel

Obr. 6: Rozdelenie respondentov dotazníka podľa preferencií dôvodov pre nákup nepotravinárskeho tovaru



Zdroj: Vlastné spracovanie v MS Excel

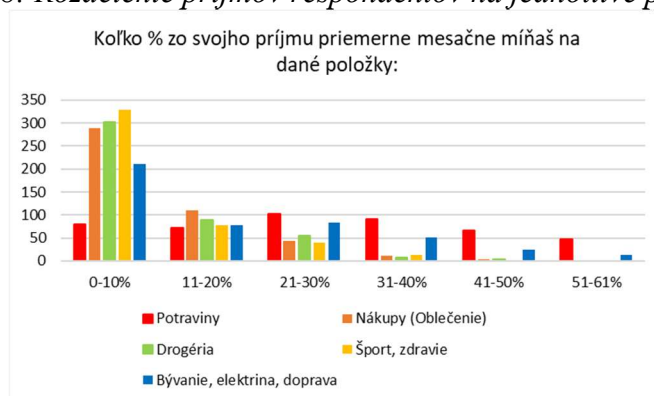
86% respondentov dotazníka konzumuje všetky potraviny (včítane mäsa), 7% tvoria vegetariáni a 2% vegáni (tieto dve skupiny si tento spôsob stravovania zvolili z morálnych a ekologických dôvodov). Ostatní majú zdravotne indikované diéty.

Preferované spôsoby dopravy v mieste bydliska sú rozdelené takto: 37% sa presúva pešo, 33% využíva hromadnú dopravu a zvyšných 29% využíva auto alebo motorku. Tento výsledok vyzerá na prvý pohľad pozitívne, ale treba si uvedomiť, že dominantná časť respondentov si individuálny spôsob dopravy motorovým vozidlom zatiaľ nemôže dovoliť z dôvodu absencie stáleho príjmu, takže iný spôsob ako hromadná doprava pre nich nie je reálny.

Čo sa týka rozdelenia výdavkov, najväčší podiel majú potraviny (31%), druhou najväčšou položkou sú náklady na bývanie (19%), najmenší podiel na výdavkoch predstavujú výdavky na šport a zdravie (10%). Názornú predstavu o rozdelení príjmov na jednotlivé položky ukazuje obr. 8. Vidíme, že v prvom intervale (do 10% výdavkov) sú dominantné podiely výdavkov na šport a zdravie, drogériu a oblečenie, pričom smerom k vyšším podielom z výdavkov sa zastúpenie znižuje – v posledných dvoch intervaloch sa ani nevyskytujú. Podobné rozdelenie (ale s výrazne nižším poklesom smerom vyšším podielom z výdavkov) majú náklady na bývanie. Pri potravinách sú približne rovnako zastúpené všetky intervaly podielov z výdavkov. Pri posudzovaní rozdelenia výdavkov si treba uvedomiť, že tieto sa týkajú mladých ľudí, najmä študentov, z ktorých veľká časť je podporovaná (niekedy na 100%) rodičmi, takže v prípade autonómneho financovania by mohla byť situácia iná.

(Napríklad slovenské domácnosti míňajú na bývanie a energie skoro štvrtinu svojich príjmov, pričom potraviny a nealkoholické nápoje sú zastúpené len na 18%⁹)

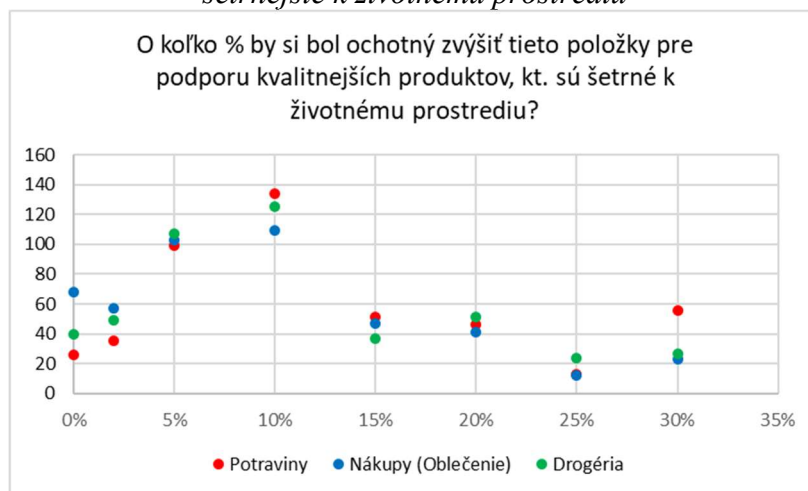
Obr. 8: Rozdelenie príjmov respondentov na jednotlivé položky



Zdroj: Vlastné spracovanie v MS Excel

Z hľadiska nami riešenej problematiky nás zaujímalo, či a koľko by boli respondenti ochotní priplatiť si v prospech ekologickejších výrobkov (predmetom zisťovania boli iba tri položky: potraviny, drogeria a oblečenie). Výsledky sú znázornené na obr. 9. Je zrejmé, že najvyššia ochota je pri potravinárskom tovare (v priemere o 12%), najmenej je to pri oblečení.

Obr. 9: Rozdelenie respondentov dotazníka podľa ochoty priplatiť si za kvalitnejšie produkty šetrnejšie k životnému prostrediu



Zdroj: Vlastné spracovanie v MS Excel

4 Rozdelenie respondentov dotazníka do zhlukov

Naším cieľom nebolo len poskytnúť sumárne informácie o výsledkoch dotazníkového prieskumu, ale realizovali sme aj hlbšiu analýzu. Jej výsledkom je vytvorenie zhlukov, ktoré by mohli byť cieľovými skupinami pre konkrétne opatrenia.

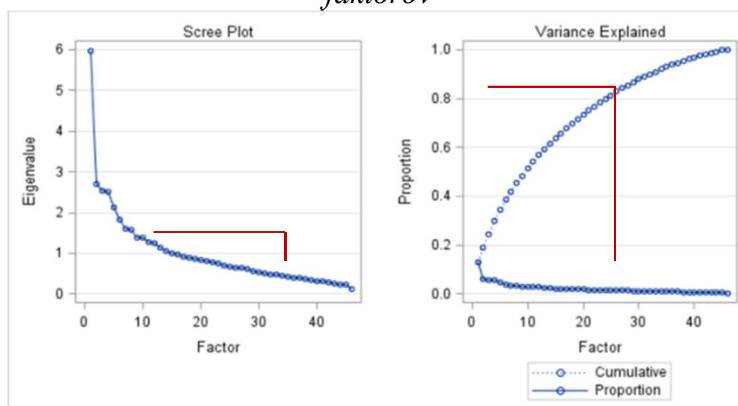
Pracovali sme so 48 premennými, pre ktoré sme najskôr určili maticu párových koeficientov korelácie, ktorá obsahovala aj p-hodnoty testov (nulové hypotézy pre všetky dvojice tvrdili, že medzi znakmi nie je štatisticky významná závislosť). Mnohé z p-hodnôt

⁹ <https://ekonomika.pravda.sk/ludia/clanok/577779-potraviny-ale-aj-byvanie-najvyssie-vydavky-domacnosti-su-v-bratislavskom-kraji/>

boli nižšie ako 0,05, takže medzi premennými existovala závislosť, preto nebolo vhodné hneď aplikovať zhukovú analýzu. Údaje sme preto najskôr podrobili faktorovej analýze, ktorá mala za cieľ nielen eliminovať závislosti medzi premennými, ale podľa možnosti aj znížiť dimenziu (počet premenných). Adekvátnosť vstupu všetkých premenných do faktorovej analýzy sme overili prostredníctvom testu KMO (Keiser – Mayer – Olkin)(Vojtková, Stankovičová, 2007), pri ktorom hodnota testovacej štatistiky pod 0,5 konkrétnej premennej znamená, že nie je vhodná na vstup do analýzy. Ukázalo sa, že pri dvoch premenných nastala práve táto možnosť, preto sme ich do ďalšej analýzy nezahrnuli. Po ich vylúčení bola celková hodnota miery KMO 0,75, čo znamená, že zostávajúcich 46 premenných môže byť vhodnou databázou pre aplikáciu faktorovej analýzy. Výpočty sme realizovali pomocou štatistického softvéru SAS Enterprise Guide 7.1.

Pri rozhodovaní o optimálnom počte faktorov sme sa prioritne rozhodovali na základe vlastných čísel korelačnej matice, ktoré by pri vhodných faktoroch mali presahovať hodnotu 1. Túto podmienku spĺňalo 15 faktorov, ale keďže tieto spolu vysvetľovali len 64% variability, postupne sme pridávali ďalšie faktory tak, aby podiel vysvetlenej variability presiahol aspoň 70%. Pri takto nastavenom kritériu nám vyšiel počet faktorov 25. Súvislosť medzi použitými kritériami nám názorne ukazuje screeplot obr. 10.

Obr. 10: Znáznornenie vlastných čísel a podielu vysvetlenej variability pre rôzne počty faktorov



Zdroj: Vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide 7.1

Pri 25 faktoroch sú síce vlastné čísla pridaných faktorov síce menšie ako 1, ale podiel vysvetlenej variability presiahol 80%.

Aby sme získali lepšie interpretovateľný odhad faktorov, použili sme rotáciu Equamax (Vojtková, Stankovičová, 2007). Výsledkom boli faktorové váhy, ktoré sú v tabuľke 1.

Každú zo 46 vstupných premenných (sú v riadkoch) priradíme k tomu faktoru (sú v stĺpcoch), pri ktorom má najvyššiu hodnotu faktorovej váhy (príslušné bunky sme vyznačili zelenou farbou). Napríklad pod posledný faktor v tabuľke (25) spadá jediná zo vstupných premenných ESQ_58 (konkrétne znenie otázky bolo „Koľko minút v priemere sa sprchuješ?“-faktor sme nazvali *šetrenie vody*). Najviac vstupných premenných (4) spadá pod 5. faktor, ktorý sme nazvali *nakupovanie bezobalových produktov* (všetky otázky zisťovali, aké konkrétne výrobky z príslušnej tovarovej skupiny si respondent kúpil).

Pre lepšiu interpretovateľnosť sme zo všetkých faktorov vytvorili 5 okruhov: 1. *Súčasný zvyklosti a postoje*, 2. *Stravovacie návyky*, 3. *Cestovanie*, 4. *Šetrenie* a 5. *Výdavky*.

Ako už bolo uvedené, faktory, ktoré sme vytvorili, môžu byť (vzhľadom na ich nekorelovanosť) vstupnými údajmi pre zhukovú analýzu, pomocou, ktorej sme vytvorili homogénne skupiny respondentov.

Tab. 1: Faktorové váhy po ortogonálnej transformácii Equamax

| | Rotated Factor Pattern | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | Factor1 | Factor2 | Factor3 | Factor4 | Factor5 | Factor6 | Factor7 | Factor8 | Factor9 | Factor10 | Factor11 | Factor12 | Factor13 | Factor14 | Factor15 | Factor16 | Factor17 | Factor18 | Factor19 | Factor20 | Factor21 | Factor22 | Factor23 | Factor24 | Factor25 | |
| ES_Q1 | 0.0863 | -0.03194 | 0.05412 | 0.0176 | 0.09742 | 0.05312 | -0.00317 | -0.01941 | 0.15188 | 0.05455 | 0.06092 | -0.08582 | 0.83004 | -0.03749 | 0.12441 | 0.03073 | 0.05378 | 0.00729 | 0.07914 | 0.05912 | -0.03977 | -0.03045 | 0.04797 | -0.00723 | -0.00664 | -0.00664 |
| ES_Q2 | 0.10625 | 0.00077 | -0.12379 | 0.02812 | 0.02778 | -0.0574 | -0.07161 | -0.12534 | 0.82075 | 0.01284 | -0.00576 | -0.01175 | 0.07103 | -0.06639 | 0.00656 | 0.05481 | -0.05777 | 0.10413 | 0.03049 | 0.1412 | -0.0863 | 0.04468 | 0.05429 | -0.09405 | -0.02453 | -0.02453 |
| ES_Q3 | -0.11225 | -0.06488 | -0.00533 | 0.01254 | -0.14583 | 0.02731 | -0.01904 | 0.11391 | -0.03505 | 0.01677 | -0.00908 | 0.78952 | 0.008 | 0.028 | 0.00972 | 0.05941 | 0.14513 | 0.1094 | -0.03745 | -0.05237 | 0.1026 | -0.09403 | 0.0037 | 0.03886 | -0.01199 | -0.01199 |
| ES_Q4 | -0.01456 | -0.01748 | 0.08163 | 0.86779 | 0.02255 | -0.02522 | 0.05269 | 0.01342 | 0.06936 | 0.18026 | -0.04463 | -0.02885 | 0.07437 | 0.3079 | 0.03663 | -0.00262 | 0.03045 | -0.05005 | -0.01123 | -0.03397 | 0.01221 | -0.08706 | 0.02245 | -0.01175 | -0.07426 | -0.07426 |
| ES_Q5 | 0.02004 | -0.03933 | -0.05993 | 0.00316 | 0.03856 | 0.04604 | -0.05569 | 0.03307 | 0.07103 | 0.8516 | -0.08841 | -0.03443 | 0.03798 | -0.03701 | 0.07242 | -0.01024 | -0.06034 | 0.04894 | -0.0273 | -0.01307 | -0.02706 | -0.02729 | 0.05177 | -0.1629 | 0.00774 | 0.00774 |
| ES_Q6 | -0.10791 | 0.03093 | 0.05944 | 0.13475 | -0.15984 | 0.05626 | 0.00184 | 0.01523 | 0.09223 | -0.14162 | 0.13089 | 0.80076 | 0.036 | -0.09348 | -0.03996 | -0.04818 | -0.05535 | -0.09292 | -0.07634 | 0.03114 | 0.11981 | 0.04211 | -0.08824 | -0.00824 | -0.00824 | -0.00824 |
| ES_Q7 | -0.04391 | -0.07043 | 0.02681 | 0.01797 | -0.14987 | 0.03446 | -0.03908 | 0.01523 | 0.85911 | 0.13849 | -0.03331 | -0.02962 | 0.12514 | -0.06944 | -0.17047 | -0.03506 | 0.05434 | 0.01169 | -0.09709 | -0.02674 | -0.05774 | -0.00995 | 0.02196 | 0.03678 | 0.0754 | 0.0754 |
| ES_Q8 | 0.12174 | 0.02255 | -0.01751 | 0.05707 | 0.10311 | 0.06191 | -0.05748 | -0.05211 | -0.00904 | 0.06539 | 0.1154 | 0.86989 | 0.02155 | -0.08331 | -0.01623 | -0.04829 | -0.05524 | -0.05558 | 0.09129 | 0.02256 | 0.07269 | -0.1398 | 0.02362 | 0.05411 | 0.00571 | 0.00571 |
| ES_Q9 | 0.02533 | 0.07115 | -0.01148 | 0.85987 | 0.02271 | 0.02906 | -0.04775 | -0.01485 | 0.02874 | 0.07458 | 0.01929 | 0.10112 | 0.02523 | 0.03838 | 0.09303 | 0.01671 | 0.04936 | -0.07315 | -0.00774 | -0.00323 | 0.01641 | 0.024 | -0.02779 | 0.02801 | 0.01431 | 0.01431 |
| ES_Q10 | 0.01677 | 0.02748 | 0.07026 | 0.16787 | -0.0379 | -0.01029 | 0.02553 | -0.06142 | 0.0556 | 0.84051 | -0.00397 | -0.11559 | 0.03066 | -0.00086 | -0.11275 | 0.02447 | -0.04049 | -0.02498 | -0.00198 | 0.06497 | 0.0446 | 0.03587 | -0.03636 | -0.02549 | -0.07481 | -0.07481 |
| ES_Q12 | 0.00346 | 0.06993 | -0.00541 | -0.01056 | 0.01876 | -0.02718 | 0.03845 | 0.04438 | 0.00969 | -0.05597 | -0.01688 | -0.0001 | -0.02212 | -0.01178 | 0.08957 | 0.04449 | 0.04563 | -0.00615 | 0.8441 | 0.02366 | -0.03295 | -0.00638 | 0.03083 | 0.03825 | 0.03825 | 0.03825 |
| ES_Q13 | -0.1106 | -0.01666 | -0.01103 | -0.01285 | -0.02421 | 0.82293 | -0.00068 | 0.06423 | -0.09022 | -0.08016 | 0.04369 | -0.05652 | -0.04409 | 0.11034 | -0.0187 | -0.0781 | -0.11609 | -0.01612 | -0.01758 | 0.05081 | -0.11111 | -0.02428 | -0.06773 | 0.02728 | -0.10057 | -0.10057 |
| ES_Q14 | -0.05025 | 0.11785 | 0.1399 | 0.00623 | 0.14798 | 0.53105 | 0.11175 | -0.09385 | -0.0812 | -0.09538 | -0.0554 | 0.05862 | -0.02233 | -0.04609 | 0.08625 | -0.03115 | -0.01585 | 0.14354 | 0.14665 | 0.15816 | 0.06787 | 0.11125 | -0.18553 | -0.24451 | -0.16206 | -0.16206 |
| ES_Q15 | 0.00649 | -0.00831 | -0.00052 | 0.00911 | 0.04954 | -0.02811 | -0.02768 | -0.03049 | 0.02315 | -0.0063 | 0.01272 | 0.01771 | 0.05116 | 0.01474 | -0.01907 | -0.00733 | 0.0024 | 0.04065 | -0.0185 | -0.00736 | -0.04292 | 0.01689 | 0.87779 | -0.05269 | -0.0304 | -0.0304 |
| ES_Q17 | 0.72386 | -0.01819 | -0.12127 | 0.06137 | -0.29304 | -0.14274 | -0.03982 | -0.02023 | 0.11331 | 0.00585 | -0.09244 | 0.07477 | -0.03529 | 0.05249 | -0.05824 | 0.01909 | 0.10479 | 0.08214 | -0.14651 | 0.09955 | -0.11742 | -0.01747 | 0.05472 | -0.04082 | -0.01715 | -0.01715 |
| ES_Q18 | 0.77258 | -0.05409 | -0.08533 | -0.0122 | -0.42222 | -0.0708 | -0.04544 | -0.08545 | 0.11714 | 0.04955 | -0.01361 | 0.02562 | 0.01995 | 0.0259 | -0.12333 | 0.09074 | 0.15881 | 0.09855 | -0.09406 | 0.10363 | -0.05602 | -0.03617 | 0.01661 | 0.01167 | 0.01634 | 0.01634 |
| ES_Q19 | -0.36753 | -0.03412 | 0.13028 | -0.06793 | 0.86473 | 0.08318 | 0.11492 | 0.02056 | -0.14772 | 0.0107 | 0.01868 | 0.01625 | -0.09034 | 0.06525 | 0.03314 | -0.08388 | 0.01962 | 0.01415 | 0.01705 | -0.03924 | 0.07652 | 0.09684 | 0.05002 | 0.06531 | -0.04116 | -0.04116 |
| ES_Q20 | -0.29547 | 0.07177 | 0.05796 | 0.06021 | 0.82997 | 0.10988 | -0.00296 | 0.29599 | -0.06618 | -0.01382 | -0.01164 | -0.04872 | 0.00639 | 0.09906 | 0.11496 | 0.00963 | -0.13906 | -0.05685 | 0.03724 | -0.07334 | 0.03363 | 0.05434 | -0.05203 | 0.1216 | -0.00591 | -0.00591 |
| ES_Q21 | -0.71918 | 0.04078 | 0.02456 | 0.03372 | 0.82941 | 0.02599 | 0.11982 | 0.05063 | -0.04919 | -0.07101 | 0.04968 | 0.8254 | -0.0871 | 0.05976 | 0.82839 | 0.09141 | -0.1589 | -0.02326 | 0.07565 | -0.03996 | 0.07573 | 0.0526 | -0.05905 | -0.10629 | -0.0322 | -0.0322 |
| ES_Q22 | -0.53854 | 0.03828 | 0.01881 | 0.09027 | 0.83239 | 0.07484 | -0.08966 | 0.14727 | -0.10236 | -0.09445 | -0.09002 | -0.11063 | -0.0272 | 0.01329 | 0.06805 | -0.10801 | -0.09888 | -0.12078 | 0.12283 | 0.07625 | -0.02001 | -0.06118 | -0.07187 | 0.08136 | 0.08136 | 0.08136 |
| ES_Q23 | 0.05156 | -0.05934 | -0.02525 | 0.018 | 0.10529 | -0.03908 | 0.07486 | -0.11164 | 0.0247 | 0.01269 | 0.82765 | -0.17399 | 0.04959 | -0.71682 | -0.04035 | -0.24614 | -0.23908 | -0.1018 | -0.06402 | 0.08281 | 0.03045 | -0.29279 | -0.11191 | -0.09479 | -0.0408 | -0.0408 |
| ES_Q24 | 0.05945 | -0.00462 | -0.07032 | 0.05678 | 0.04567 | -0.05885 | -0.02011 | -0.00917 | -0.0306 | -0.05801 | 0.08819 | 0.02326 | 0.01515 | -0.03964 | -0.00948 | 0.02399 | 0.83365 | 0.0277 | -0.02702 | 0.03045 | -0.05249 | -0.00367 | 0.0031 | 0.05128 | 0.05128 | 0.05128 |
| ES_Q25 | 0.0047 | -0.0151 | 0.00322 | 0.01174 | 0.03201 | -0.03257 | 0.0216 | -0.05735 | -0.01323 | -0.01071 | -0.01103 | -0.00423 | -0.00487 | 0.00371 | -0.01905 | 0.84406 | 0.02505 | 0.06131 | -0.02728 | 0.08845 | 0.03374 | -0.00701 | -0.00744 | -0.03405 | -0.04435 | -0.04435 |
| ES_Q27 | 0.00891 | -0.0149 | 0.011 | 0.07186 | 0.09381 | -0.00782 | 0.00296 | -0.00575 | -0.03969 | -0.14283 | 0.02989 | 0.05953 | -0.05483 | -0.00955 | -0.00416 | -0.0329 | -0.00168 | 0.02681 | 0.00383 | -0.0645 | 0.00079 | -0.05797 | -0.09182 | -0.08292 | -0.08292 | -0.08292 |
| ES_Q30 | 0.12034 | -0.00442 | -0.01678 | 0.01555 | 0.17643 | 0.01323 | 0.05214 | 0.01625 | -0.13343 | -0.02986 | 0.08861 | 0.01324 | 0.03075 | 0.80915 | 0.01356 | -0.1453 | -0.22057 | -0.09252 | 0.02931 | 0.01346 | 0.01108 | 0.0544 | -0.05444 | -0.07146 | -0.08174 | -0.08174 |
| ES_Q33 | -0.00021 | -0.00753 | 0.0257 | -0.03322 | 0.0342 | 0.03918 | 0.90857 | 0.0911 | -0.03159 | 0.01289 | -0.01306 | 0.02824 | 0.01636 | -0.03649 | -0.04126 | 0.0099 | -0.04328 | 0.00978 | 0.08581 | -0.08666 | -0.04259 | 0.06684 | -0.08666 | -0.04259 | 0.06684 | 0.06684 |
| ES_Q34 | -0.02348 | 0.05874 | 0.1521 | 0.00016 | 0.13215 | 0.07021 | 0.17131 | 0.81381 | -0.13524 | -0.11348 | 0.12081 | 0.00831 | -0.05122 | 0.08881 | -0.09934 | 0.14677 | -0.13125 | -0.01405 | -0.02259 | 0.10662 | -0.23988 | 0.09708 | -0.09684 | -0.2178 | -0.08514 | -0.08514 |
| ES_Q35 | -0.03847 | 0.01241 | 0.03113 | -0.07401 | 0.08654 | 0.08602 | 0.18262 | 0.82334 | -0.04852 | 0.01927 | 0.06777 | -0.00241 | 0.01303 | 0.01446 | 0.12819 | -0.0564 | -0.0168 | -0.04959 | 0.03412 | -0.03264 | 0.11839 | 0.03996 | -0.07354 | -0.06687 | 0.03205 | 0.03205 |
| ES_Q37 | 0.08523 | 0.00606 | 0.12973 | 0.01459 | 0.15019 | 0.53973 | 0.31551 | 0.33265 | -0.01922 | 0.06628 | 0.07984 | -0.0109 | 0.09943 | -0.10429 | 0.13167 | 0.01451 | -0.13181 | -0.09186 | 0.21108 | -0.19107 | 0.13713 | -0.03974 | -0.04512 | -0.0746 | 0.17947 | 0.17947 |
| ES_Q38 | -0.13035 | 0.04792 | -0.07872 | -0.01755 | -0.17459 | 0.17051 | 0.81115 | 0.39578 | -0.22412 | -0.02409 | 0.00548 | -0.1105 | -0.03152 | 0.01479 | 0.17159 | -0.15876 | -0.11577 | -0.02025 | 0.12374 | -0.08298 | 0.04064 | -0.04537 | -0.0319 | 0.0224 | 0.02254 | 0.02254 |
| ES_Q39 | 0.09599 | 0.11456 | 0.04625 | -0.86881 | 0.1117 | 0.03296 | 0.90392 | 0.24506 | 0.13951 | -0.01501 | -0.02624 | -0.00592 | -0.0157 | 0.15113 | 0.06867 | 0.00684 | -0.02201 | -0.15979 | 0.157 | 0.95957 | -0.05499 | 0.07822 | -0.1203 | 0.0716 | 0.05022 | 0.05022 |
| ES_Q40 | 0.09599 | 0.11875 | 0.08076 | -0.03053 | 0.82923 | 0.82144 | 0.28907 | 0.28379 | -0.07786 | -0.01702 | 0.03625 | -0.03174 | 0.02445 | -0.05393 | 0.16939 | 0.89203 | -0.08833 | -0.07397 | 0.02013 | -0.12976 | 0.17298 | -0.02276 | -0.05445 | -0.06858 | 0.15023 | 0.15023 |
| ES_Q41 | 0.02535 | -0.00156 | -0.07731 | -0.04828 | 0.02417 | -0.03152 | 0.01762 | 0.03205 | 0.01802 | -0.03579 | -0.11904 | 0.05006 | -0.1434 | 0.01778 | 0.0024 | -0.05489 | 0.01716 | -0.05489 | 0.01716 | -0.05489 | 0.01716 | -0.05489 | 0.01716 | -0.05489 | 0.01716 | 0.01716 |
| ES_Q45 | -0.03464 | 0.00939 | 0.85516 | 0.02895 | 0.06961 | 0.0498 | -0.02201 | 0.05514 | -0.06499 | 0.01391 | 0.01527 | -0.00563 | 0.11587 | -0.04956 | 0.12507 | -0.02178 | -0.12294 | 0.02898 | -0.0164 | -0.02221 | 0.02079 | -0.03851 | -0.0336 | | | |

Z polohy bodov na grafe dobre vidno dynamiku poklesu sledovaného ukazovateľa: Pri malých počtoch zhhlukov dochádza k strmšiemu poklesu, najväčší úbytok je medzi počtom zhhlukov 2 a 3. Pre tri zhluky má však semiparciálny koeficient determinácie ešte hodnotu 0,0307, čo sme považovali za dosť veľké číslo, preto sme pridali ešte ďalšie zhluky.

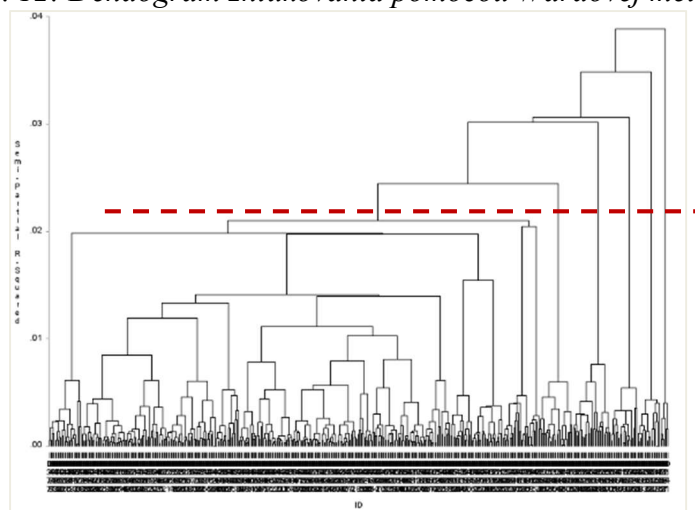
Pri počte zhhlukov 6 už tento koeficient klesol na hodnotu 0,021, čo sa nám zdalo už dostatočne nízke, preto sme optimálny počet zhhlukov stanovili na 6. Navyiac, pokles hodnôt ukazovateľa SQRSQ pre vyššie počty zhhlukov ako 6 už nie je výrazný, takže nemalo zmysel pokračovať.

Tab. 2 Proces zhlukovania objektov

| Cluster History | | | | | | | | | | |
|--------------------|-----------------|-------|------|----------------------|----------|-------------------------------|----------------------------|--------------------|------------------|-----|
| Number of Clusters | Clusters Joined | | Freq | Semipartial R-Square | R-Square | Approximate Expected R-Square | Cubic Clustering Criterion | Pseudo F Statistic | Pseudo t-Squared | Tie |
| 30 | CL60 | CL56 | 20 | 0.0054 | .417 | .330 | 39.7 | 10.6 | 3.4 | |
| 29 | CL71 | CL132 | 19 | 0.0054 | .412 | .325 | 39.9 | 10.8 | 4.9 | |
| 28 | CL31 | CL99 | 48 | 0.0056 | .406 | .320 | 40.0 | 10.9 | 5.8 | |
| 27 | CL44 | CL67 | 19 | 0.0059 | .400 | .315 | 40.1 | 11.1 | 3.2 | |
| 26 | CL38 | CL65 | 25 | 0.0060 | .394 | .310 | 40.2 | 11.3 | 3.9 | |
| 25 | CL39 | CL43 | 37 | 0.0061 | .388 | .303 | 40.2 | 11.5 | 5.1 | |
| 24 | CL53 | CL54 | 30 | 0.0061 | .382 | .297 | 40.2 | 11.7 | 5.3 | |
| 23 | CL58 | CL45 | 24 | 0.0061 | .376 | .290 | 40.3 | 12.0 | 4.5 | |
| 22 | CL59 | CL63 | 19 | 0.0061 | .370 | .283 | 40.6 | 12.2 | 4.4 | |
| 21 | CL27 | CL66 | 28 | 0.0076 | .362 | .276 | 40.2 | 12.5 | 3.9 | |
| 20 | CL64 | CL32 | 40 | 0.0078 | .355 | .269 | 39.8 | 12.7 | 6.7 | |
| 19 | CL28 | CL34 | 59 | 0.0079 | .347 | .261 | 39.5 | 13.0 | 6.8 | |
| 18 | CL29 | CL46 | 39 | 0.0081 | .339 | .253 | 39.3 | 13.3 | 6.5 | |
| 17 | CL41 | CL24 | 63 | 0.0084 | .330 | .245 | 39.0 | 13.6 | 7.2 | |
| 16 | CL19 | CL18 | 98 | 0.0103 | .320 | .237 | 38.1 | 13.9 | 7.7 | |
| 15 | CL20 | CL16 | 138 | 0.0112 | .309 | .228 | 37.0 | 14.2 | 8.0 | |
| 14 | CL17 | CL25 | 100 | 0.0119 | .297 | .218 | 35.7 | 14.5 | 9.1 | |
| 13 | CL14 | CL33 | 117 | 0.0133 | .283 | .209 | 34.0 | 14.7 | 9.1 | |
| 12 | CL15 | CL22 | 157 | 0.0140 | .269 | .198 | 32.3 | 15.0 | 9.4 | |
| 11 | CL13 | CL12 | 274 | 0.0141 | .255 | .188 | 30.9 | 15.4 | 9.0 | |
| 10 | CL36 | CL52 | 39 | 0.0155 | .240 | .176 | 29.2 | 15.8 | 10.9 | |
| 9 | CL11 | CL10 | 313 | 0.0197 | .220 | .164 | 26.0 | 15.9 | 12.0 | |
| 8 | CL23 | CL9 | 337 | 0.0199 | .200 | .151 | 23.2 | 16.2 | 11.8 | |
| 7 | CL35 | CL78 | 27 | 0.0204 | .180 | .136 | 20.8 | 16.6 | 11.4 | |
| 6 | CL8 | CL7 | 364 | 0.0210 | .159 | .121 | 18.9 | 17.2 | 11.7 | |
| 5 | CL6 | CL26 | 389 | 0.0245 | .135 | .103 | 16.2 | 17.7 | 13.3 | |
| 4 | CL5 | CL21 | 417 | 0.0301 | .104 | .084 | 11.6 | 17.7 | 15.7 | |
| 3 | CL4 | CL30 | 437 | 0.0307 | .074 | .061 | 8.20 | 18.2 | 15.5 | |
| 2 | CL3 | CL42 | 454 | 0.0348 | .039 | .034 | 4.5 | 18.5 | 17.2 | |
| 1 | CL2 | CL47 | 460 | 0.0389 | .000 | .000 | 0.00 | . | 18.5 | |

Zdroj: Vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide 7.1

Obr. 12: Dendrogram zhlukovania pomocou Wardovej metódy



Zdroj: Vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide 7.1

Hodnoty SPRSQ pre rôzne počty zhlukov sú v tabuľke 2, ktorá znázorňuje proces zhlukovania (počty zhlukov, spájanie zhlukov, ich početnosti, ako aj hodnoty charakteristík SPRSQ a RSQ).

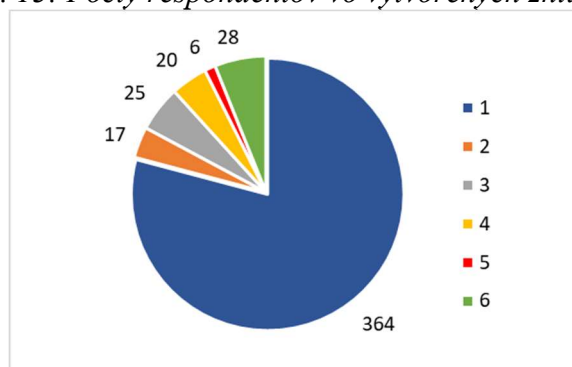
Ešte lepšiu predstavu o procese zhlukovania nám poskytne dendrogram (obr. 12), kde sú znázornené rôzne úrovne v procese zhlukovania (Vojtková, Stankovičová, 2007), pričom každej konkrétnej úrovni zodpovedá hodnota semiparciálneho koeficienta determinácie (na osi y). Pomocou čiarkovanej horizontálnej čiary sme vyznačili našu vybranú úroveň (6 zhlukov). Z polohy priesečníkov s touto čiarou je zrejmé, že početnosti zhlukov sa výrazne líšia – výrazne dominuje 1. zhluk.

5 Charakteristika vytvorených zhlukov

V tejto etape sme sa od vytvorených faktorov (tie poslúžili na splnenie podmienok pre použitie zhlukovej analýzy) vrátili späť k pôvodným premenným – vieme, ktoré štatistické jednotky boli priradené do konkrétneho zhuku, takže príslušnú podmnožinu môžeme presnejšie opísať. Pri číselných znakoch sme použili zhlukové centroidy, obmeny slovných znakov charakteristické pre danú skupinu sme určili pomocou *affinity index*¹⁰, ktorý porovnáva podiel respondentov s konkrétnou obmenou znaku v danej skupine s podielom v celej skúmanej vzorke. Ak je podiel v danej skupine vyšší, považujeme túto obmenu za charakteristickú pre danú skupinu.

Počty respondentov v jednotlivých zhluchoch sú znázornené na obr. 13. Vidíme, že sa potvrdila podoba dendrogramu, kde sa ukázala výrazná dominancia 1. zhuku. Keďže respondenti v tomto zhluchoch predstavujú až takmer 80% (79,13%) z celej vzorky, môžeme ich považovať typických reprezentantov mladej generácie, na ktorých by sa mala upriamovať pozornosť kompetentných v snahe vytvárať opatrenia pri (prípadnej) korekcii ich postojov a správania.

Obr. 13: Počty respondentov vo vytvorených zhluchoch



Zdroj: Vlastné spracovanie v MS Excel

V nasledujúcom texte stručne opíšeme charakteristické vlastnosti jednotlivých zhlukov a uvedieme aj niektoré porovnania v grafickej podobe.

1. zhluk:

Tvoria ho respondenti s priemerným vekom 22 rokov, ich priemerný príjem je na úrovni 500 eur.

Pri nákupe potravinárskeho tovaru ich ovplyvňujú predovšetkým recenzie iných spotrebiteľov a značka výrobkov, o niečo menej zloženie výrobkov a cena. Pri

¹⁰ <https://www.sotrender.com/resources/faq/affinity-index-how-do-we-calculate-it/>

nepotravinárskom tovare sú rozhodujúcim faktorom recenzie od iných spotrebiteľov, o niečo menej značka, cena, vlastné skúsenosti a zloženie výrobkov. Pre nákup eko-produktov sa rozhodujú z morálnych a ekologických dôvodov, od nákupu ich odrádzajú vyššie ceny a nedôvera k predajcom.

V stravovaní prevláda najčastejšia forma – konzumácia všetkého včítane mäsa. Pri doprave do zamestnania sa najviac používa forma „pešo“, čo treba hodnotiť pozitívne nielen z ekologického hľadiska, ale je to aj dôležitá indícia o aktívnom životnom štýle.

Aj hospodárenie s financiami u tejto skupiny je obrazom istej zodpovednosti – jednak si vedia časť príjmov ušetriť a jednak sú ochotní zvýšiť svoje výdavky na podporu eko-produktov a eko-projektov.

2. zhluk:

U respondentov v tomto zhluku rozhoduje pri nákupe potravín najmä cena, o niečo menej recenzie od druhých, značka a vlastné skúsenosti. Pri nepotravinárskom tovare sú najdôležitejšími kritériami najmä značka a cena, ale výrazný vplyv majú aj vlastné skúsenosti, zloženie, recenzie a značka. O ekologických produktoch a formách predaja nemajú dostatok informácií.

Prevažne ide o ľudí žijúcich v meste, prepravujú sa prevažne hromadnou dopravou. Z hľadiska rozdelenia výdavkov tvoria dosť vysoký podiel výdavky na oblečenie a obuv.

3. zhluk:

Do tohto zhluku sa zaraďujú hlavne študenti bez zamestnania, čo znamená, že ich spotrebiteľské správanie závisí od finančnej podpory rodiny.

Nákup potravinového tovaru v tejto skupine je ovplyvnený hlavne značkou, recenziami a cenou, ale u veľkého počtu rozhodujú aj vlastné skúsenosti. Pri nepotravinárskom tovare sú rozhodujúcimi dôvodmi najmä recenzie od druhých a cena, dôležitú úlohu však majú aj vlastné skúsenosti, značka a zloženie. Podobne ako v druhom zhluku ani tu nemajú respondenti dostatok informácií o eko-produktoch.

Ich postoj k životnému prostrediu je dosť vlažný, nezaujímajú sa ani o triedenie odpadu.

4. zhluk:

Respondenti v tomto zhluku sú dostatočne uvedomelí z hľadiska ochrany životného prostredia. Pri nákupoch potravinárskeho (aj nepotravinárskeho) tovaru sa rozhodujú najmä podľa zloženia, pri potravinách ich ovplyvňujú aj značka tovaru, recenzie od druhých, prípadne vlastné skúsenosti. Cena nezohráva prakticky žiadnu úlohu. U nepotravinárskeho tovaru majú vplyv aj recenzie od druhých a cena.

Celkovo možno povedať, že v ich hodnotovom rebríčku má ochrana životného prostredia dôležité zastúpenie – majú záujem o podporu recyklovateľných tovarov, eko-produktov a sezónnych produktov.

5. zhluk:

U tejto skupiny prevláda v porovnaní s ostatnými negatívny prístup prakticky vo všetkých aspektoch skúmanej problematiky. Hoci ide o vekovo najstaršiu skupinu (priemerný vek 25 rokov) s najvyšším priemerným príjmom, čo im umožňuje využiť aj isté rezervy v prospech pozitívnych zmien, majú výrazne laxný postoj k ochrane životného prostredia. Pri nákupoch sa rozhodujú najmä podľa ceny, pri potravinárskom tovare aj podľa značky a recenzií, pri nepotravinárskom ich najviac ovplyvňuje značka, prípadne aj vlastné skúsenosti. Zloženie tovaru ich nezaujíma a eko-produkty považujú len za marketingový ťah.

Neprejavujú záujem o šetrnejšie formy nákupov a spotreby, nie sú ochotní finančne podporiť eko-projekty a prepravujú sa najmä autom.

6. zhluk:

Z hľadiska environmentálneho správania možno túto skupinu hodnotiť veľmi pozitívne.

Pri nákupoch je hlavným argumentom zloženie tovaru. Pri potravinách sa rozhodujú aj na základe vlastných skúseností, pri nepotravinárskom tovare sa zaujímajú aj o značku. Pri oboch tovarových skupinách má dôležitý vplyv aj cena.

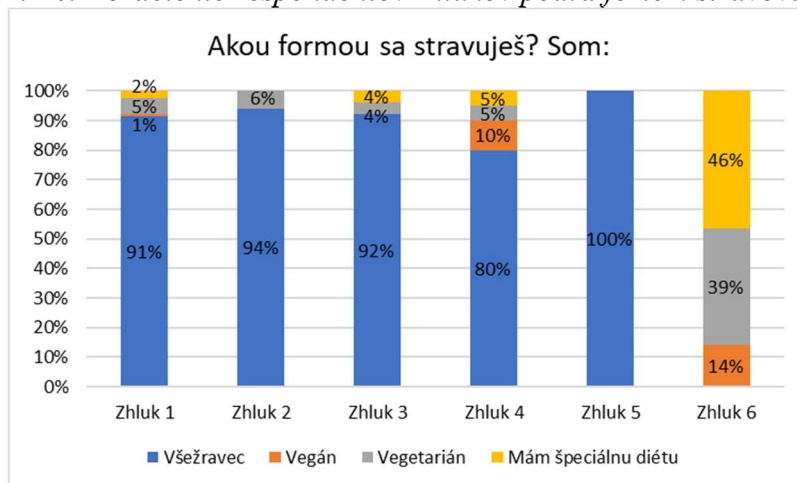
Stravovacie návyky tejto skupiny sa líšia od ostatných – je tu vyšší podiel alternatívnych foriem (vegánstvo a vegetariánstvo), čo svedčí o pozitívnom prístupe k zvieratám, životnému prostrediu, ale aj vlastnému zdraviu.

Hoci ide o skupinu s najnižším priemerným príjmom, sú ochotní podporiť šetrnejšie formy predaja a v doprave výrazne prevláda forma „pešo“ a hromadná doprava.

Celkovo možno túto skupinu hodnotiť najpozitívnejšie zo všetkých ostatných zhlukov. Je zrejmé, že sa neriadia len vlastnými potrebami, ale sú uvedomelí a snažia sa o udržateľný spôsob života vo všetkých sledovaných aspektoch.

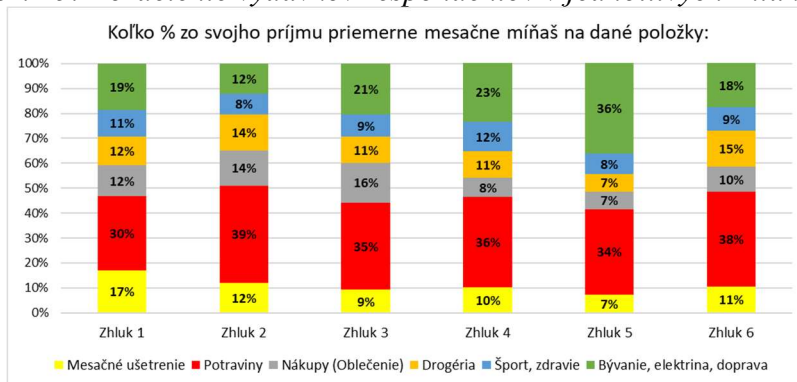
Z uvedených charakteristík jednotlivých zhlukov možno získať názornú predstavu o ich environmentálnych postojoch. Prehľadné porovnanie rozdelení odpovedí na niektoré vybrané otázky sú znázornené na obr. 14, obr. 15 a obr. 16.

Obr. 14: Rozdelenie respondentov zhlukov podľa foriem stravovania



Zdroj: Vlastné spracovanie v MS Excel

Obr. 15: Rozdelenie výdavkov respondentov v jednotlivých zhlukoch



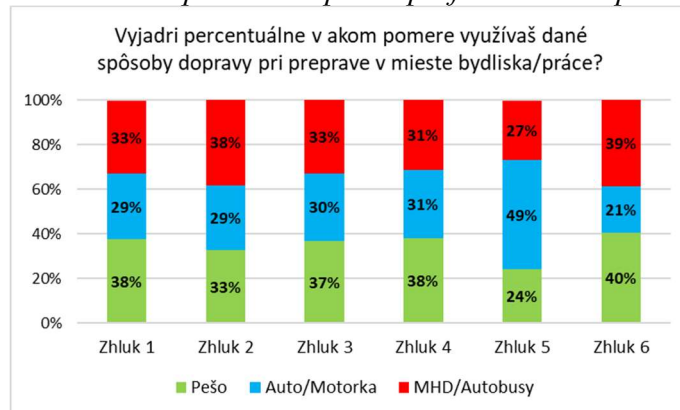
Zdroj: Vlastné spracovanie v MS Excel

Z hľadiska foriem stravovania sa nám potvrdilo pozitívne hodnotenie 4. a 6. zhľuku, nakoľko je podiel alternatívnych foriem šetrných k zvieratám a životnému prostrediu

(vegánstvo a vegetariánstvo) najvyšší. Dokonca v poslednom zhluku tvoria títo respondenti viac ako polovicu. Naopak, respondenti z piateho zhľuku, ľahostajní k životnému prostrediu, o alternatívnych spôsoboch asi ani neuvažujú.

Rozdelenie výdavkov v jednotlivých zhľukoch tiež potvrdzuje hlavné črty respondentov uvedené v predchádzajúcom texte. Kým výdavky na potraviny tvoria vo všetkých zhľukoch približne tretinu (od 30% do 39%), niektoré položky vykazujú významnejšie rozdiely. Napríklad je potešiteľné, že v prvom (najpočetnejšom) zhľuku majú respondenti zodpovedný vzťah k financiám – vedia si ušetriť až 17% disponibilných peňazí, čo je viac ako 2-násobný podiel ako v piatom zhľuku, v ktorom majú respondenti v priemere najvyššie príjmy. Piaty zhľuk vykazuje výrazne najvyšší podiel výdavkov na bývanie (3-násobný podiel v porovnaní s druhým zhľukom), čo „stláča“ nadol podiely výdavkov na drogériu, oblečenie a šport. V poslednom („najlepšom“) zhľuku tvoria pomerne výrazný podiel výdavky na drogériu, čo možno vysvetliť tým, že títo respondenti nakupujú prevažne výrobky šetrné k životnému prostrediu, ktoré sú drahšie.

Obr. 16: Rozdelenie respondentov podľa preferovaného spôsobu dopravy



Zdroj: Vlastné spracovanie v MS Excel

Ako vidíme na obr. 16, rozdelenie spôsobov dopravy je v prvých štyroch zhľukoch viac-menej podobné, výraznejšie odlišnosti sú v posledných dvoch zhľukoch. Piaty zhľuk aj týmto spôsobom potvrdzuje rezervovaný vzťah k ochrane životného prostredia – preprava vlastným motorovým vozidlom tvorí výrazne najvyšší podiel v porovnaní s ostatnými zhľukmi, čo ide najmä na úkor pešej dopravy. Naopak, respondenti v šiestom zhľuku majú zo všetkých zhľukov najvyšší podiel dvoch preferovaných (z ekologického hľadiska) druhov dopravy: pešo a hromadnú dopravu na úkor individuálnej prepravy motorovým vozidlom.

6 Záver

V našom príspevku sme sa na základe údajov z dotazníka snažili zmapovať postoje mladej generácie k ochrane životného prostredia a ich správanie v určitých oblastiach úzko súvisiacich s týmito postojmi. Naš dotazník obsahoval široké spektrum otázok – od sociálno-demografických cez nákupné preferencie, spôsob stravovania, dopravy, triedenia odpadu a šetrenia až po ochotu finančne podporiť tovary a projekty súvisiace s ochranou životného prostredia.

Zo zistených údajov sme najskôr zostavili sumárne štatistiky a rozdelenia hodnôt znakov sme znázornili graficky. Využitím zhľukovej analýzy sme respondentov rozdelili do šiestich zhľukov tak, aby sa do konkrétneho zhľuku dostali respondenti, ktorí majú spoločné viaceré názory, preferencie a z toho prameniace zvyky.

Ukázalo sa, že takmer 80% respondentov sa umiestnilo v najväčšom – prvom zhľuku, ktorý tak môžeme do určitej miery považovať za reprezentanta súčasnej mladej generácie.

Potešiteľné je, že respondenti v tejto skupine sa o problematiku ochrany životného prostredia zaujímajú, majú dostatok informácií a čiastočne ich premietajú do svojho nákupného správania a preferencií. Majú zodpovedný vzťah k financiám a preferujú ekologický spôsob dopravy. Od častejšej kúpy eko-produktov ich odrádza cena a nedôvera k predajcom.

Osobitnú pozornosť si zasluhujú posledné dva zhluky, ktoré tvoria akési protipóly z hľadiska pro-environmentálneho správania. V piatom zhluku sú respondenti, ktorých ochrana životného prostredia nezaujíma, prioritou je pre nich uspokojenie vlastných potrieb a to sa prejavuje vo všetkých aspektoch: nákupných preferenciách, stravovaní, doprave, šetrení aj nechote podporiť výrobky a projekty zamerané na ochranu životného prostredia. Na druhej strane treba veľmi pozitívne hodnotiť respondentov v šiestom zhluku: pri nákupoch sa rozhodujú hlavne podľa zloženia, recenzií a pôvodu výrobkov, v strave výrazne obmedzujú mäso, investujú do zdravého životného štýlu a sú ochotní aj finančne podporiť projekty na ochranu životného prostredia.

Všetkých šesť zhlukov z hľadiska celkového pro-environmentálneho správania možno rozdeliť do dvoch skupín: k „najlepšiemu“ šiestemu zhluku môžeme priradiť aj prvý a štvrtý zhluk, v ktorých konštatujeme prevládajúce pozitívne postoje a zvyky. Zvyšné tri skupiny (druhý, tretí a najmä piaty zhluk) sa vyznačujú nedostatočným povedomím v skúmanej problematike a z toho vyplývajúcimi postojmi a správaním. Našťastie respondenti týchto troch zhlukov tvoria len 10% zo všetkých respondentov.

Diagnostika postojov a správania mladej generácie je dôležitým predpokladom na stanovenie cielených opatrení za účelom zastavenia klimatickej a environmentálnej krízy s cieľom dosiahnuť trvalo udržateľný rozvoj. Z údajov zistených v dotazníku sa nám ukazuje nutnosť informovania (a systematického vzdelávania) mladej generácie o životnom prostredí a jeho ochrane. Veríme, že podrobná a komplexná informovanosť by mohla posunúť správanie sa mladej generácie správnym smerom. Kompetentné orgány zase musia nájsť efektívne legislatívne a ekonomické páky na elimináciu činností vedúcich k neustálemu zhoršovaniu kvality životného prostredia a klimatickej kríze.

Literatúra

- [1] BRANDYSOVÁ, I. (2021). *Štatistická analýza spotrebiteľského správania a návykov mladých ľudí ovplyvňujúcich životné prostredie*. Diplomová práca. Fakulta hospodárskej informatiky Ekonomickej univerzity v Bratislave.
- [2] Buying green! - A handbook on green public procurement. [elektronický zdroj]. 3. vyd. Luxembourg: Publications Office of the European Union. (2016). [cit. 20.03.2021]. Dostupné na internete: <<https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/Buying-Green-Handbook-3rd-Edition.pdf>>.
- [3] European Commission - Press release: New Eurobarometer Survey: Protecting the environment and climate is important for over 90% of European citizens [elektronický zdroj]. Brusel. 2020. [cit. 18.02.2021]. Dostupné na internete: <https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_20_331>.
- [4] GAVORA, P. (2012). *Tvorba výskumného nástroja pre pedagogické bádanie*. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo.
- [5] KAY, A. (2020). *Affinity Index in Marketing* [online]. [cit. 10.03.2021]. Dostupné na internete: <<https://medium.com/rocket/affinity-index-in-marketing-2badea3019c4>>.
- [6] STANKOVIČOVÁ, I., & VOJTKOVÁ, M. (2007). *Viacrozmerné štatistické metódy s aplikáciami*. Bratislava: Iura Edition.
- [7] SWENSON, M. R., & WELLS, W. D. (2018). *Social Marketing: Useful Correlates of Pro-Environmental Behavior*. UK: Psychology Press.

Zelené inovácie ako nástroj podpory environmentálneho podnikateľského prostredia Slovenskej republiky

Kornélia Lovciová¹

Abstrakt

V súčasnosti je nevyhnutné zosúladiť podnikateľskú činnosť a činnosť smerujúcu k ochrane životného prostredia, pretože narastajúce využívanie životného prostredia vedie k jeho ohrozeniu. Zelená ekonomika pomocou zelených inovácií, ktorých význam v posledných rokoch rastie, je nástrojom na posudzovanie naplnenia cieľov environmentálnych aspektov v zmysle koncepcie trvalo udržateľného rozvoja na Slovensku. Je to špecifický druh inovácie, ktorá zahŕňa zodpovednosť za životné prostredie. V júli 2021 Rada pre hospodárske a finančné záležitosti schválila Plán obnovy a odolnosti SR, čím Slovensko získalo medzi prvými krajinami Európskej únie financie na realizáciu zelených investícií dôležitých pre udržateľnú budúcnosť Slovenska. Cieľom príspevku je zhodnotiť zelené inovácie ako nástroj podpory environmentálneho podnikateľského prostredia v Slovenskej republike, pretože vláda SR nasmerovala do zelených inovácií finančné zdroje cez niekoľko operačných programov.

Kľúčové slová

Zelené inovácie, trvalo udržateľný rozvoj, Eco - inovačný index, Plán obnovy a vývoja SR, investície, dotácie

Abstract

At present, it is necessary to harmonize business activity and activity aimed at protecting the environment, because the increasing use of the environment leads to its endangerment. The green economy through green innovations, the importance of which has been growing in recent years, is a tool for assessing the fulfillment of the objectives of environmental aspects in terms of the concept of sustainable development in Slovakia. It is a specific type of innovation that involves environmental responsibility. In July 2021, the Economic and Financial Affairs Council approved the Slovak Republic's Recovery and Resilience Plan, which provided Slovakia with the first European Union countries to finance green investments important for Slovakia's sustainable future. The aim of the paper is to evaluate green innovations as a tool to support the environmental business environment in the Slovak Republic, because the Slovak government directed financial resources to green innovations through several operational programs.

Key words

Green innovation, sustainable development, Eco - innovation index, Renewal and development plan of the Slovak Republic, investment, subsidies

JEL classification

A12, M21, O31

¹ Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra účtovníctva a auditorstva, Dolnozemska cesta 1, 852 35 Bratislava, kornelia.lovciova@euba.sk.

1 Úvod

Rýchlo rastúca ľudská populácia zvyšuje svoju materiálnu a energetickú spotrebu, v dôsledku čoho hrozí prekročenie únosnej kapacity planéty (Rusko, 2019). Princípy trvalo udržateľného rozvoja možno implementovať do rôznych oblastí spoločenského diania. Jednou z oblastí trvalo udržateľného rozvoja, ktorá sa dostáva do popredia je environmentálna oblasť. Ekologizácia prináša so sebou množstvo výhod, ako je eliminácia negatívnych dopadov akejkoľvek ľudskej činnosti na životné prostredie prostredníctvom využitia zelených inovácií. Množstvo autorov používa okrem pojmu „zelené inovácie“ aj pojmy environmentálne inovácie, ekologické inovácie, eko - inovácie alebo udržateľné inovácie. Podľa Jamesa (1997) sú zelené inovácie na jednej strane nové produkty a procesy, ktoré poskytujú hodnotu zákazníkovi a podniku, ale na druhej strane výrazne znižujú negatívny dopad a vplyv na životné prostredie. V európskom kontexte je podľa Európskej komisie zelená inovácia akákoľvek forma inovácie, ktorá mieri k významnému a preukázateľnému pokroku smerujúcemu k cieľom udržateľného rozvoja prostredníctvom znižovania dosahov na životné prostredie, alebo dosahovania efektívnejšieho a zodpovednejšieho využívania prírodných zdrojov vrátane energií (Európska komisia, 2014). Podniky by mali byť podporované k prijatiu zelenej inovácie a prijať zmenu svojej podnikateľskej stratégie, pretože svojou podnikateľskou činnosťou zmiernujú negatívne dopady na životné prostredie.

Vstupom Slovenska do Európskej únie sa vo viacerých oblastiach hospodárskeho a spoločenského rozvoja stali kľúčové finančné zdroje z Európskej únie. Samotná politika Európskej únie sleduje ciele, ktoré sa priamo alebo nepriamo týkajú oblastí zavádzania zelených inovácií. Týmito cieľmi sú:

- výskum a inovácie,
- informačné a komunikačné technológie,
- konkurencieschopnosť malých a stredných podnikov,
- nízko-uhlíková ekonomika,
- prispôsobenie sa zmenám klímy,
- ochrana životného prostredia a efektívne využívanie zdrojov a
- udržateľná doprava.

V rámci Slovenska nasmerovala vláda do priamej finančnej podpory zelených inovácií zdroje cez niekoľko operačných programov. (Národný projekt, 2018) Podporiť environmentálne podnikanie je nevyhnutné, nakoľko malé a stredné podniky potrebujú priaznivé podnikateľské prostredie, v ktorom sa dajú environmentálne myšlienky ľahko rozvíjať, financovať a prinášať na trh. (Lešková, Čorba, Majerník, 2014)

Zelený akčný plán pre malé a stredné podniky (MSP) bol prijatý v roku 2014 s hlavným zámerom pomôcť práve malým a stredným podnikom k využitiu príležitostí, ktoré ponúka strategická transformácia európskeho trhu na model zelenej ekonomiky. Európska únia kladie vo svojich politikách vysoký dôraz na komplexné prepájanie environmentálnych a hospodárskych cieľov, takže Zelený akčný plán súběžne dopĺňa ďalšie európske zelené iniciatívy, ktoré sú zamerané aj na iné špecifické oblasti ekonomiky. Predovšetkým ide o Eco-Innovation Action Plan, Green Employment Initiative, Circular economy Action Plan a napokon tiež European Industrial Renaissance. (Zelený akčný plán pre MSP, 2021)

2 Eko – inovačný index

Cieľom Eko – inovačného indexu je zvýšenie financovania výskumu, ktorý prispieva k rozšíreniu znalostnej základne v oblasti životného prostredia a poukazuje na úroveň úspešnosti jednotlivých členských štátov v realizácii procesov v oblasti eko – inovácií v komparácii s priemerom Európskej únie (Index EÚ = 100). Hodnota Eko – inovačného indexu

sa vypočíta ako nevážený priemer na základe 16 čiastkových indikátorov uvedených v tabuľke 1.

Tab. 1: Oblasti Eko – inovačného indexu

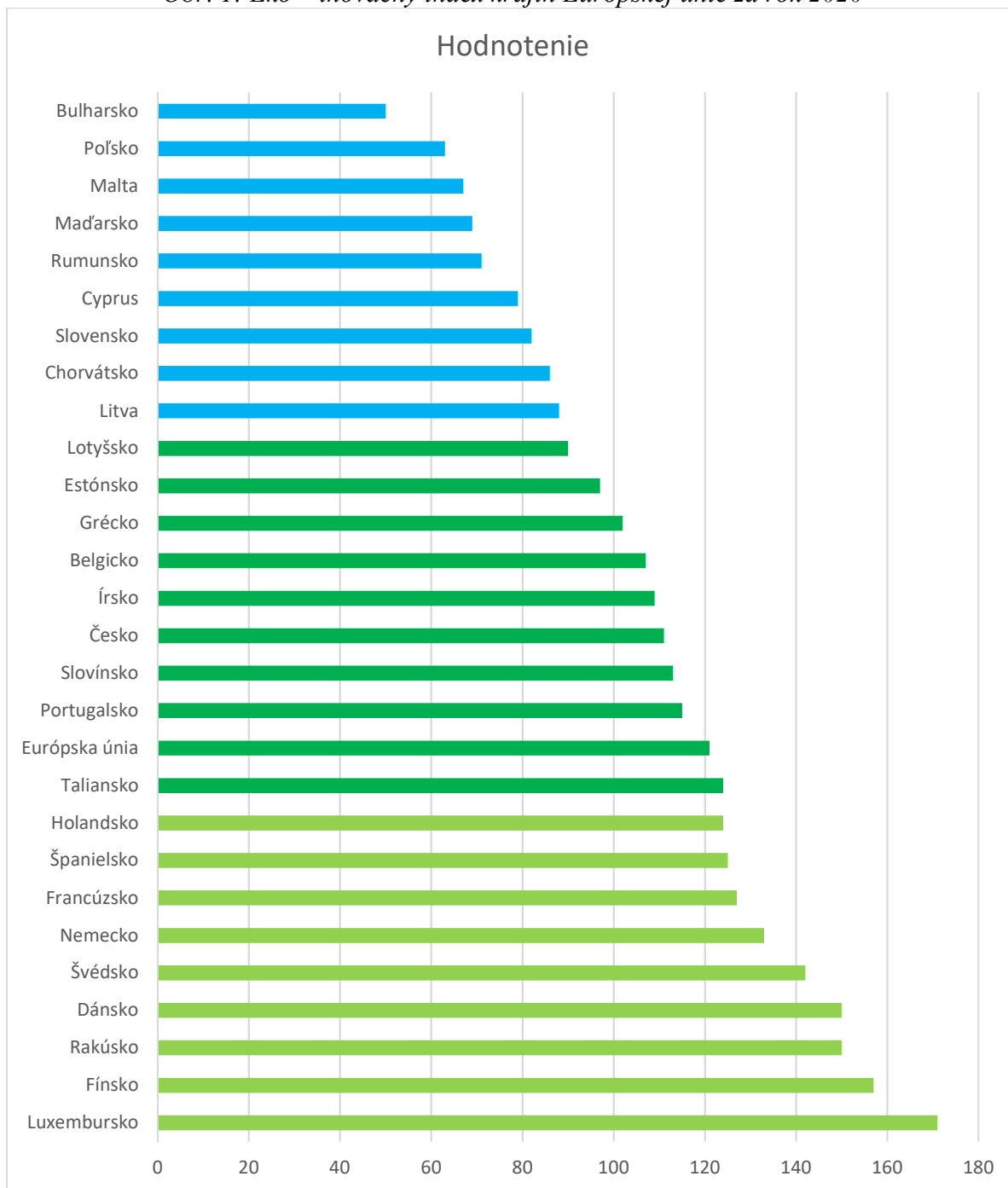
| Oblasti Eko – inovačného indexu | |
|--|---|
| 1. Eko – inovačné vstupy | |
| čiasťkové indikátory | - vládne výdavky na vedu a výskum v oblasti životného prostredia a energií, |
| | - osoby zamestnané v oblasti vedy a výskumu, |
| | - suma zelených investícií v počiatočnej fáze, |
| 2. Eko – inovačné aktivity | |
| čiasťkové indikátory | - podniky, ktoré zaviedli inovačné aktivity zamerané na zníženie materiálových vstupov na jednotku produkcie, |
| | - podniky, ktoré zaviedli inovačné aktivity zamerané na znižovanie spotreby energie na jednotku produkcie, |
| | - podniky, ktoré zaviedli systém environmentálneho manažérstva (ISO 14 001), |
| 3. Eko – inovačné výstupy | |
| čiasťkové indikátory | - patenty s eko – inováciami, |
| | - akademické publikácie s eko – inováciami, |
| | - eko – inovácie v oblasti masmédií, |
| 4. Environmentálne výsledky | |
| čiasťkové indikátory | - materiálová produktivita, |
| | - produktivita vody, |
| | - produktivita energie, |
| | - intenzita emisií skleníkových energií, |
| 5. Sociálne – ekonomické výsledky | |
| čiasťkové indikátory | - export tovaru z eko – inovačných odvetví, |
| | - zamestnanosť v eko – inovačných odvetviach, |
| | - tržby v eko – inovačných odvetviach. |

Zdroj: Index eko – inovácií, 2018

V nasledujúcom grafe je uvedený rebríček krajín Európskej únie za rok 2020, ktorý zobrazuje, ako jednotlivé krajiny dosiahli ekonomické inovácie v porovnaní s priemerom Európskej únie v roku 2020. Čím vyšší počet bodov krajina získala, tým dosiahla väčšiu výkonnosť v oblasti eko – inovácií. Informácie o Eko – inovačnom indexe v krajinách Európskej únie zverejňuje Observatórium pre inovačné investície (angl. Eco – innovation observatory) (Eco – innovation observatory, 2021). Observatórium pre inovačné investície rozdelilo krajiny Európskej únie v súvislosti s Eco – investičným indexom do troch kategórií, ktorými sú krajiny považované za lídrov v oblasti zelených inovácií, krajiny na priemernej úrovni v oblasti zelených inovácií a krajiny zaostávajúce za priemernou úrovňou v oblasti zelených inovácií. Medzi lídrov podľa výskumu Observatória pre inovačné investície patrí Luxemburské veľkovojevodstvo, ktoré sa v roku 2020 umiestnilo na prvom mieste z krajín Európskej únie s počtom bodov 171. Na druhom mieste v kategórii lídrov v oblasti ekologických inovácií sa umiestnilo Fínsko s počtom bodov 157 a na treťom mieste Rakúsko s počtom bodov 150. V kategórii krajín s priemernou úrovňou v oblasti zelených inovácií sa umiestnilo na prvom mieste Taliansko (124 bodov), na druhom mieste Portugalsko (115 bodov) a na treťom mieste Slovinsko (113 bodov). Medzi krajiny, ktoré zaostávajú za priemernou úrovňou v oblasti zelených inovácií, patrí aj Slovenská republika s počtom bodov 82. Za

Slovenskou republikou sa medzi krajinami zaostávajúcimi za priemernou úrovňou v oblasti zelených inovácií umiestnili ďalšie krajiny Vyšehradskej skupiny (V4), napr. Maďarská republika s počtom bodov 69 a Poľsko s počtom bodov 63. Celkovo v rebríčku eko – inovačnej výkonnosti jednotlivých členských krajín Európskej únie skončilo Slovensko v roku 2020 na 22. mieste.

Obr. 1: Eko – inovačný index krajín Európskej únie za rok 2020



Zdroj: Eko – inovačný index, 2020

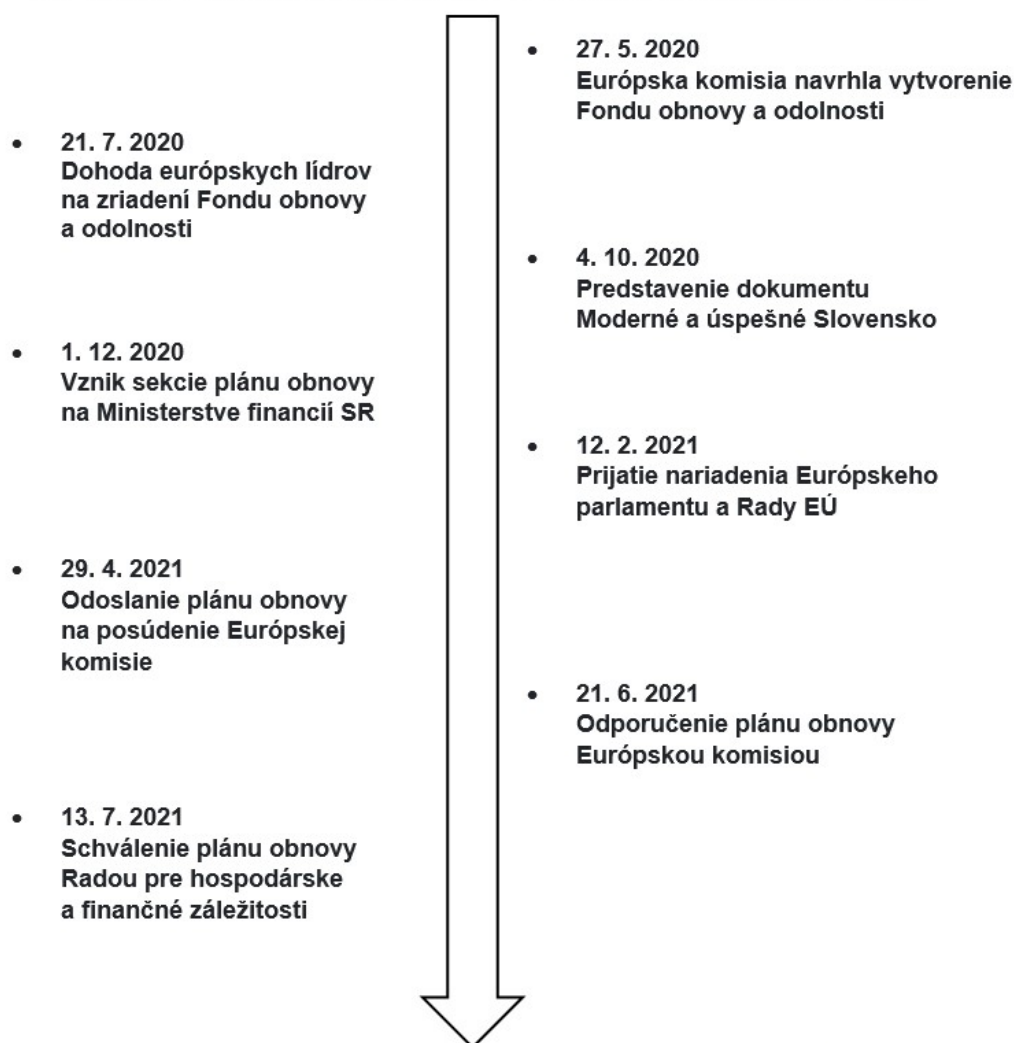
Napriek horšiemu hodnoteniu sa v súčasnosti však Slovensko chystá na viaceré eko - inovačné projekty čerpať finančné prostriedky z Plánu obnovy a odolnosti SR, ktorý bol schválený Európskou komisiou v júni 2021 (Slovenský plán obnovy a odolnosti SR, 2021).

3 Plán obnovy a odolnosti SR

Na Slovensku je veľké množstvo stratégií a politík, v praxi ale zatiaľ chýbajú opatrenia, ktoré by ich pomohli naplniť (ERAPORTAL, 2021). Jedným z prostriedkov, ako môže Slovensko prispieť k naštartovaniu rýchleho a udržateľného rastu hospodárstva aj kvality života na Slovensku, je Plán obnovy a odolnosti SR. Jeho vývoj znázorňuje schéma 1 a je komplexnou odpoveďou na dôsledky krízy spojenej s pandémiou COVID-19, ako aj reakciou na identifikované hlavné výzvy a systémové nedostatky slovenskej ekonomiky. Je postavený na odporúčaní Európskej komisie, z Programového vyhlásenia vlády a Národného programu reforiem. V júni 2021 Európska komisia vydala kladné posúdenie slovenského plánu obnovy a odolnosti (Schéma 1). Po pozitívnom vyhodnotení plánu obnovy Slovenska v júli 2021 došlo k schváleniu Radou pre hospodárske a finančné záležitosti, čím sa Slovensko stalo jednou z prvých krajín, ktorá získala financie na realizáciu kľúčových reforiem a investícií v rámci plánu obnovy, ktoré sú dôležité pre udržateľnú a konkurencieschopnú budúcnosť Slovenska a pre rýchle zotavenie z krízy (Ekonomika, 2021).

Schéma 1: Vývoj plánu obnovy a odolnosti SR

VÝVOJ PLÁNU OBNOVY A ODOLNOSTI SR



IMPLEMENTÁCIA REFORIEM A INVESTÍCIÍ V RÁMCI PLÁNU OBNOVY A ODOLNOSTI

Zdroj: Plán obnovy, 2021

Plán obnovy vývoja a odolnosti SR 2021 sa zameriava na päť kľúčových oblastí verejných politík (Plán obnovy, 2021):

- zelená ekonomika (2 301 mil. eur),
- lepšie zdravie (1 533 mil. eur),
- efektívna verejná správa a digitalizácia (1 110 mil. eur),
- kvalitné vzdelávanie (892 mil. eur),
- veda, výskum a inovácie (739 mil. eur).

Je rozdelený na 18 komponentov, ktoré zahŕňajú reformy a investície s dôrazom na udržateľnosť, životné prostredie, inklúziu vo vzdelávaní, modernú zdravotnú starostlivosť, zlepšenie podnikateľského prostredia ako aj zdravé verejné financie.

Cieľom Zelenej ekonomiky v rámci Plánu obnovy a odolnosti SR je podporiť environmentálnu udržateľnosť, kvalitu života a prispieť k rozvoju zelených inovácií. Komponentmi Zelenej ekonomiky sú (MF SR, 2021):

1. Obnoviteľné zdroje energie a energetická infraštruktúra

Investície do podpory výstavby nových kapacít obnoviteľných zdrojov energií a modernizácie existujúcich zariadení vyrábajúcich elektrinou z obnoviteľných zdrojov energií v celkovom objeme 220 MW inštalovaného výkonu prispievajú k znižovaniu uhlíkovej náročnosti energetiky a podporia dosiahnutie cieľa Európskej únie na úrovni 32 % podielu obnoviteľných zdrojov energií na konečnej spotrebe energie do roku 2030. Digitálne investície do elektrizačnej sústavy podporia rýchlejšiu, spoľahlivejšiu a nákladovo efektívnejšiu integráciu obnoviteľných zdrojov.

2. Obnova budov

Energetickú hospodárnosť, kvalitu ovzdušia a adaptáciu na zmenu klímy zvýši výstavba nových úsporných verejných budov nemocníc a škôl a obnova existujúcich budov vo verejnom aj súkromnom vlastníctve (vrátane 30 tisíc rodinných domov) s dôrazom na zlepšenie tepelnoizolačných vlastností, výmenu neefektívnych zdrojov tepla a teplej vody a aplikáciu adaptačných opatrení na zmenu klímy. Podpora inteligentných systémov riadenia budov prispeje k zníženiu ich energetickej náročnosti. Investície z plánu obnovy by mali významne prispieť k cieľu znížiť spotrebu energie v budovách do roku 2050 o 40 % a súčasne znížiť emisie z budov o 79 % v porovnaní s rokom 2020.

3. Udržateľná doprava

Reformami v oblasti strategického plánovania dopravnej infraštruktúry a nadväzujúcimi investíciami do ekologickej dopravy sa vytvorí čistejší, inteligentnejší, bezpečnejší a efektívnejší dopravný sektor. Prostredníctvom opatrení v pláne obnovy sa zvýši podiel ekologických foriem dopravy na celkovej deľbe prepravnej práce a zvýši sa aj objem prepraveného tovaru v ekologickej intermodálnej doprave, čím sa významne zníži produkcia CO₂ v sektore dopravy, ktorý patrí k sektorom s najvyšším rastom emisií. K znižovaniu emisií v doprave prispeje aj vybudovanie kostrovej siete mestskej a diaľkovej infraštruktúry pre vozidlá s alternatívnym pohonom.

4. Dekarbonizácia priemyslu

Cieľom pri transformácii ekonomiky na nízkouhlíkovú je zníženie emisií skleníkových plynov z priemyselnej výroby a priemyselných procesov. Zníženie emisií by malo byť dosiahnuté najmä zavádzaním inovácií a princípov obehového hospodárstva do priemyselných procesov, zvýšením využívaním dostupných techník, modernizáciou energeticky a materiálovo náročných prevádzok, či prechodom na čistejšie spôsoby výroby energie a produktov aj prostredníctvom využívania zdrojov energie bez emisií skleníkových plynov.

5. Adaptácia na zmenu klímy

Adaptačnými reformami a investíciami sa zvýši dlhodobá odolnosť ekosystémov v krajine ako reakcia na zmeny klímy, a to rozširovaním bezzásahových častí chránených území a národných parkov s najvyšším stupňom ochrany, renaturáciou vodných tokov a znižovaním vplyvu prírodných katastrof. Zadefinovaním v reformách sa zabezpečí udržanie krajinných štruktúr, čo bude mať zásadný význam pre ekologickú stabilitu krajiny v kontexte klimatickej zmeny a ochranu biodiverzity. Vytvorí sa tak rámec pre efektívnejší manažment vodných tokov, lepšie podmienky na dosiahnutie ich priaznivého stavu, zvýši sa schopnosť krajiny zadržiavať vodu a zabezpečí sa protipovodňová ochrana sídel a krajiny. Ochrana prírody bude doplnená o rozvojové plány mäkkého turizmu v dvoch národných parkoch, ktoré podporia ekologickú rekreáciu a vybudujú kvalitnú infraštruktúru pre rozmanité a moderné národné parky na Slovensku. Podpora prirodzených ekosystémov zabezpečí odolné lesné ekosystémy, ktoré prispejú k väčšej biodiverzite a uhlíkovej neutralite.

4 Investície do zelených inovácií

Ochrana životného prostredia sa dynamicky vyvíja a stáva sa rozhodujúcou súčasťou života spoločnosti (Rusko, 2019). Environmentálne podnikanie by sa malo podnecovať aj tým, že sa bude pomáhať prípadným podnikateľom pri zisťovaní podnikateľských príležitostí, ktoré vyplývajú z presunu k efektívnemu využívaniu zdrojov. (Lešková, Čorba, Majerník, 2014) Zvýšenie dopytu môže napomôcť tomu, aby sa environmentálne technológie, výrobky a služby začali bežne využívať (Majerník, Chovancová, 2014). Pozornosť na environmentálnu udržateľnosť dnes predstavuje zásadný problém aj pre podniky pôsobiace v iných ako zelených odvetviach. Spoločnosti menia svoje postoje nielen preto, že sú nútené národnými a nadnárodnými zákonmi alebo tlakom spotrebiteľov, ale aj preto, že prijatie stratégií environmentálneho manažérstva vytvára príležitosti na trhu (Calza, Parmentola, Tutore, 2017) poskytnúť spotrebiteľovi výrobky šetrné k životnému prostrediu, a tým sa udržať v konkurenčnom prostredí s dosahovaním ekonomických cieľov. Spoločnosti preto musia vyvinúť zelené inovačné postupy, aby splnili očakávania zainteresovaných strán (Soewarno, Tjahjadi, Fithrianti, 2019). Stratégia „zelenej inovácie“ umožňuje spoločnostiam reorganizovať svoje činnosti začlenením zelených konceptov do svojich podnikových procesov (Huang, Li, 2018). Zelená inovácia zahŕňa mnoho aspektov podnikateľských aktivít, ako je obstarávanie, výroba, prevádzka a predaj poháňané novou technológiou a procesmi (Zhang, Gong, Tang Liu, Zheng, 2019).

Význam riadenia jednotlivých aspektov podnikateľských aktivít v kontexte zelených inovácií v posledných rokoch rastie a prináša so sebou množstvo výhod, ale i nevýhod pre podnikateľov. Výhody a nevýhody zavedenia zelených inovácií do jednotlivých oblastí inovácií produktu, výrobných procesov, prevádzky alebo predaja sú zhrnuté v tabuľke 2.

Tab. 2: *Výhody a nevýhody v jednotlivých oblastiach inovácií pre podniky*

| Oblasť zelenej inovácie | Výhoda zavedenia zelenej inovácie | Nevýhoda zavedenia zelenej inovácie |
|-------------------------|---|--|
| Produkt | <ul style="list-style-type: none"> širšia ponuka inovatívnych produktov zvýšený záujem spotrebiteľov o produkty šetrné k životnému prostrediu zvýšená kvalita produktov šetrných k životnému prostrediu | <ul style="list-style-type: none"> vysoké náklady na výskum a vývoj produktov so zreteľom na ochranu životného prostredia |
| Výrobný proces | <ul style="list-style-type: none"> spotreba materiálu s ohľadom na ochranu životného prostredia energetická hospodárnosť spotreba energie s ohľadom na ochranu životného prostredia znižovanie odpadu | <ul style="list-style-type: none"> vysoké náklady na výrobný proces zvýšené náklady na zavedenie inovácie |
| Prevádzka | <ul style="list-style-type: none"> zvýšenie produktivity a efektívnosti riadenia pracovných síl | <ul style="list-style-type: none"> zvýšené náklady na zavedenie inovácie |
| Predaj | <ul style="list-style-type: none"> rozsiahle pole pôsobenia v konkurenčnom prostredí prostredníctvom digitalizácie marketingu | <ul style="list-style-type: none"> zvýšené náklady na zavedenie inovácie |

Zdroj: Vlastné spracovanie

Napriek dlhodobým výhodám prechod na výrobu s efektívnejším využívaním zdrojov vyžaduje zvýšené investície, na ktoré malé, stredné podniky nemusia byť vždy nevyhnutne kapitálovo pripravené.

5 Dotácie na zelené investície

S plánom obnovy a odolnosti SR prichádza príležitosť pre podniky podať žiadosť o dotácie na podporu zeleného podnikania a zavedenia zelených inovácií, o ktoré bude možné požiadať od roku 2022. Dotácia predstavuje nenávratné poskytnutie prostriedkov zo štátneho rozpočtu, z rozpočtov miest, obcí a vyšších územných celkov, zo štátnych fondov, od vládnych organizácií, Európskych spoločenských (Sklenka a kol., 2019). Oblasť dotácií upravuje viacero právnych predpisov:

- zákon č. 358/2015 Z. z. o úprave niektorých vzťahov v oblasti štátnej pomoci a minimálnej pomoci a o zmene a doplnení niektorých zákonov od 1. 1. 2016,
- zákon č. 528/2008 Z. z. o pomoci a podpore poskytovanej z fondov Európskej únie v znení neskorších predpisov,
- zákon č. 523/2004 Z. z. o rozpočtových pravidlách verejnej správy a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov (zákon o rozpočtových pravidlách verejnej správy),
- zákon č. 583/2004 Z. z. o rozpočtových pravidlách územnej samosprávy a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov (zákon o rozpočtových pravidlách územnej samosprávy).

Dotácie sú neodmysliteľnou súčasťou podnikateľského prostredia. Dotácia predstavuje priamu formu štátnej pomoci, ktorej proces poskytnutia môžeme zhrnúť do troch etáp (Schéma 2), pričom v rámci tohto procesu vystupuje poskytovateľ dotácie a žiadateľ dotácie, ktorý je zároveň aj prijímateľom dotácie.

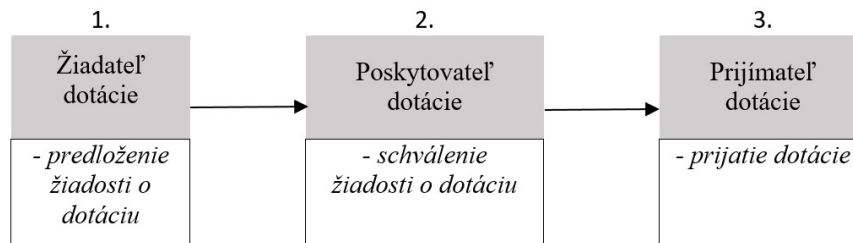
V prípade poskytnutia dotácie zo štátneho rozpočtu je poskytovateľom dotácie podľa § 8a zákona o rozpočtových pravidlách verejnej správy správca kapitoly, orgán štátnej správy,

ktorý je svojimi príjmami a výdavkami zapojený na rozpočet správcu kapitoly, alebo ak tak ustanovia osobitné zákony, iná rozpočtová organizácie. Úlohou poskytovateľa dotácie je schválenie poskytnutia dotácie žiadateľovi (prijímateľovi) po splnení podmienok vymedzených v ustanovení § 8a ods. 4 zákona o rozpočtových pravidlách verejnej správy a písomne ho upovedomiť na zámer a udelenie dotácie.

Žiadateľom o poskytnutie dotácie a teda aj prijímateľom dotácie zo štátneho rozpočtu môžu byť subjekty verejnej správy, štátny podnik (aj keď nie je subjektom verejnej správy), právnická a fyzická osoba – podnikateľ, fyzická osoba a právnická osoba, ktorá je žiadateľom o dotáciu na účely financovania aktivít zameraných na podporu Slovákov žijúcich v zahraničí a iné právnické osoby (§ 8a ods. 6 zákona o rozpočtových pravidlách verejnej správy).

Žiadateľ dotácie môže požiadať okrem dotácií zo štátneho rozpočtu aj o dotácie z rozpočtov obcí a miest alebo vyšších územných celkov, ktorých podmienky poskytnutia upravuje zákon o rozpočtových pravidlách územnej samosprávy. O tieto dotácie môže požiadať aj iná obec, mesto alebo vyšší územný celok.

Schéma 2: Etapy procesu poskytnutia dotácie



Zdroj: Vlastné spracovanie

Účtovanie zúčtovacích vzťahov z dotácií podnikateľov (žiadateľov o dotáciu) účtujúcich v sústave podvojného účtovníctva upravuje ustanovenie § 52a Opatrenia Ministerstva financií Slovenskej republiky č. 23 054/2002-92, ktorým sa ustanovujú podrobnosti o postupoch účtovania a rámcovej účtovej osnove pre podnikateľov účtujúcich v sústave podvojného účtovníctva v znení neskorších predpisov (opatrenie o postupoch účtovania). Členenie dotácií z hľadiska ich poskytovateľa sa premietlo aj do členenia účtov dotácií, a to:

- 346 – Dotácie zo štátneho rozpočtu,
- 347 – Ostatné dotácie.

Z tohto dôvodu sa na účte 346 – Dotácie zo štátneho rozpočtu účtuje dotácia poskytovaná zo štátneho rozpočtu alebo z prostriedkov Európskej únie a obsahovou náplňou účtu 347 – Ostatné dotácie sa účtuje dotácia poskytovaná z iných zdrojov ako zo štátneho rozpočtu alebo z prostriedkov Európskej únie (§ 52a ods. 1 opatrenie o postupoch účtovania). Nárok na dotáciu, ako odplata za minulé alebo budúce splnenie určitých podmienok, sa účtuje na ťarchu účtu 346 – Dotácie zo štátneho rozpočtu alebo 347 – Ostatné dotácie, ak je takmer isté, že sa splnia všetky podmienky súvisiace s dotáciou a súčasne, že sa dotácia poskytne.

Samotná právna úprava v oblasti dotácií vyžaduje od žiadateľa akceptovanie pravidiel hospodárenia s dotáciami, medzi ktoré patrí najmä účelnosť poskytnutia dotácie (§ 19 zákon o rozpočtových pravidlách verejnej správy, § 13 zákon o rozpočtových pravidlách územnej samosprávy). Žiadateľ o dotáciu môže poskytnuté peňažné prostriedky použiť len na účel, na ktorý mu boli pridelené a určené. Presne stanoveným účelom použitia dotácie sa zabráni neúmyselnému pochybeniu zo strany žiadateľa a prípadnému udeleniu sankcií a pokút.

6 Záver

Snahy o naplnenie trvalo udržateľného rozvoja môžu spôsobiť dynamický prechod z konzumného prostredia do ekologického prostredia, ktoré zavedením zelených inovácií do hospodárskej politiky predstavuje spôsob, ako nevyčerpať životné prostredie pre budúce generácie a zároveň dosahovať aj hospodársky rast. Kohézna politika Európskej únie sleduje výkonnosť a úspešnosť investícií do zavádzania zelených inovácií prostredníctvom Eko – inovačného indexu, podľa ktorého zatiaľ Slovenská republika patrí medzi krajiny Európskej únie, ktoré zaostávajú za priemernou úrovňou v oblasti zelených inovácií.

Z dôvodu, že podniky potrebujú pôsobiť v priaznivom prostredí umožňujúcom rozvíjať sa environmentálnym smerom, vláda Slovenskej republiky nasmerovala do priamej finančnej podpory zelených inovácií zdroje cez niekoľko operačných programov, ktoré pomáhajú malým a stredným podnikom pokryť vysoké náklady na zavedenie inovácie a spolu za podpory schváleného Plánu obnovy a odolnosti SR v rámci zelenej ekonomiky požiadať o dotácie na zelené inovácie.

Ak má byť podpora zeleného podnikania a zelených inovácií na Slovensku úspešná, malé a stredné podniky by mali byť v prvom rade riadne oboznámené s tým, že podnikanie šetrné k životnému prostrediu je pre nich aj ekonomicky výhodné. Podnikateľské prostredie by malo byť aj motivované k prijatiu zelenej inovácie, pretože prispievajú k trvalo udržateľnému rozvoju, a tým aj k eliminácii negatívnych dopadov na ochranu životného prostredia.

Literatúra

- [1] Calza, F., Parmentola, A., & Tutore, I. (2017). Types of Green Innovations: Ways of Implementation in a Non-Green Industry. *Sustainability*, 9(13), 1-16.
- [2] Eco – innovation observatory. (2021). Eco – innovation Action Plan [on-line]. Dostupné na: https://ec.europa.eu/environment/ecoap/about-eco-innovation/policies-matters/new-eco-innovation-observatory-monitoring-member-states_en
- [3] Eko – inovačný index. (2020). The Eco – innovation scoreboard and the eco – innovation index [on-line]. Dostupné na: https://ec.europa.eu/environment/ecoap/indicators/index_en
- [4] Ekonomika. (2021). Peniaze dostaneme medzi prvými. Ministri financií EÚ odobrili plán obnovy [on-line]. Dostupné na: <https://ekonomika.sme.sk/c/22700916/peniaze-dostaneme-medzi-prvymi-rada-europskej-unie-odobrila-slovensky-plan-obnovy.html>
- [5] Eraportal. (2021). Slovensko zaostáva v ekologických inováciách [on-line]. Dostupné na: <https://eraportal.sk/aktuality/slovensko-zaostava-v-ekologickych-inovaciach/>
- [6] Európska komisia. (2014). *Competitiveness and Innovation Framework Programme*. [on-line]. Dostupné na: <https://ec.europa.eu/cip>.
- [7] Index eco – inovácií. (2018). [on-line]. Dostupné na: <https://www.enviroportal.sk/indicator/detail?id=2345>
- [8] Huang, J., Li, Y. (2018). How resource alignment moderates the relationship between environmental innovation strategy and green innovation performance. *Journal of Business and Industrial Marketing*, 33(3), 316-324.
- [9] James, P. (1997). The sustainability circle: A new tool for product development and design. *The Journal of Sustainable Product Design*, 2(2), 52-57.
- [10] Lešková, Ľ., Čorba, J. & Majerník, M. (2014). Zelený akčný plán MSP – príležitosti a bariéry implementácie. *Zelená energia – Environment – Udržateľný rozvoj : zborník príspevkov z 1. medzinárodnej vedeckej konferencie: Poprad, 23. januára 2014, Prešov*, 51-59
- [11] Majerník, M., Chovancová, J. (2014). *Nástroje environmentálneho manažérstva v teórii a praxi*. Košice: Petit press.

-
- [12] MF SR. (2021). Plán obnovy a odolnosti [on-line]. Dostupné na: https://www.mfsr.sk/files/archiv/1/Plan_obnovy_a_odolnosti.pdf
- [13] Plán obnovy. (2021). Plán obnovy [on-line]. Dostupné na: <https://www.planobnovy.sk/>
- [14] Opatrenia Ministerstva financií Slovenskej republiky č. 23 054/2002-92, ktorým sa ustanovujú podrobnosti o postupoch účtovania a rámcovej účtovej osnove pre podnikateľov účtujúcich v sústave podvojného účtovníctva v znení neskorších predpisov
- [15] Rusko, M. (2019). Inovácie a technológie v kontexte trvalo udržateľného rozvoja. *Nástroje environmentálnej politiky – recenzovaný zborník z IX. Medzinárodnej vedeckej konferencie*, 80-86.
- [16] Sklenka a kol. (2019). *Účtovníctvo podnikateľských subjektov II*. 2. doplnené a prepracované vydanie. Bratislava: Wolters Kluwer.
- [17] Slovenský plán obnovy a odolnosti SR. (2021). Slovenský plán obnovy a odolnosti SR [on-line]. Dostupné na: https://ec.europa.eu/slovakia/sites/default/files/2020-06-21_rrf_assessment_factsheet_sk.pdf
- [18] Soerwarno, N., Tjahjadi, B. & Fithrianti, F. (2019). Green innovation strategy and green innovation: The roles of green organizational identity and environmental organizational legitimacy. *Management Decision*, 57(11), 3061-3078. Dostupné na: DOI:10.1108/MD-05-2018-0563
- [19] Zákon č. 358/2015 Z. z. o úprave niektorých vzťahov v oblasti štátnej pomoci a minimálnej pomoci a o zmene a doplnení niektorých zákonov od 1. 1. 2016
- [20] Zákon č. 528/2008 Z. z. o pomoci a podpore poskytovanej z fondov Európskej únie v znení neskorších predpisov
- [21] Zákon č. 583/2004 Z. z. o rozpočtových pravidlách územnej samosprávy a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov
- [22] Zákon č. 523/2004 Z. z. o rozpočtových pravidlách verejnej správy a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov
- [23] Zelený akčný plán pre MSP. (2021). Zelený akčný plán pre MSP a podpora zeleného podnikania v SR. [on-line]. Dostupné na: http://www.sbagency.sk/sites/default/files/zeleny_akcny_plan_pre_msp_a_podpora_zeleneho_podnikania_v_sr.pdf
- [24] Zhang, Z., Tang, J., Liu, Z. & Zheng, X. (2019). The joint dynamic green innovation and pricing strategies for a hybrid system of manufacturing and remanufacturing with carbon emission constraints. *Kybernetes*, 48, 1699-1730.

Právne a účtovné aspekty vkladu podniku ako typu kombinácie podnikov v Slovenskej republike

Martina Podmanická¹

Abstrakt

Vklad podniku je súčasťou širšej problematiky spájania podnikov do väčších ekonomických či právnych celkov. V medzinárodnej účtovnej terminológii je spájanie podnikov známe pod názvom podnikové kombinácie. Cieľom príspevku je komplexne prezentovať a analyzovať problematiku vkladu podniku ako jedného z typov kombinácií podnikov v Slovenskej republike z právneho a účtovného hľadiska. Príspevok objasňuje transakciu vkladu podniku ako jednu z možných kombinácií podnikov; ozrejmuje vzťahy medzi vkladateľom podniku a prijímateľom vkladu, ktorých pochopenie je nevyhnutné pre správne účtovné zobrazenie transakcie predaja podniku alebo jeho časti; ponúka komplexné riešenie prevodu vecí, práv a majetkových hodnôt tvoriacich podnik v súlade s Obchodným zákonníkom, zároveň predostiera i komplexné účtovné riešenie danej problematiky tak z hľadiska vkladateľa ako i prijímateľa vkladu podniku alebo jeho časti, ktoré zase vyplýva z platnej účtovnej legislatívy.

Kľúčové slová

podnik, majetok, záväzky, vkladateľ, prijímateľ vkladu

Abstract

A contribution of a business is a part of a broader issue of certain types of undertakings joining into larger economic or legal units. This is known as business combinations in international accounting terminology. The aim of this paper is to comprehensively present and analyse the issue of the contribution of a business as one of the types of business combinations in the Slovak Republic from a legal and accounting point of view. The paper clarifies the contribution of a business transaction as one of the possible business combinations; explains the relationship between the contributor and the contribution recipient because their understanding is necessary for the correct accounting solution of this transaction; offers a comprehensive solution for the transfer of things, rights and property values forming a business in accordance with the Commercial Code. The paper also presents a comprehensive accounting solution to this issue from the point of view of both the contributor and the contribution recipient of a business or its part according to the currently valid accounting legislation.

Key words

business, assets, liabilities, contributor, contribution recipient

JEL classification

M40, M41

1 Úvod

Vklad podniku alebo časti podniku je špecifickým typom nepenažného vkladu. Vklad podniku alebo časti podniku rovnako ako iné typy nepenažných vkladov môže byť do obchodnej spoločnosti realizovaný tak pri vzniku novej spoločnosti, ako aj pri zvyšovaní

¹ Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra účtovníctva a audítorstva, Dolnozemska cesta 1, 852 35 Bratislava, martina.podmanicka@euba.sk.

základného imania existujúcej spoločnosti. Vklad podniku nie je transakciou, ktorá by sa uskutočňovala často. Vklad podniku alebo časti podniku sa v Slovenskej republike považuje za kombináciu podnikov. (Farkaš, 2020) K zvýšenému výskytu kombinácií podnikov dochádza predovšetkým vo fáze recesie a expanzie ekonomického cyklu. Keďže v súčasnosti vplyvom faktorov ako napr.: zníženie exportu, slabší investičný dopyt a spotreba, pomalší rast zamestnanosti a miezd zaznamenávame v Slovenskej republike výraznejšie spomalenie ekonomiky, očakávame práve v tomto období zvýšený výskyt kombinácií podnikov najrôznejšieho typu. Priamoúmerne s počtom realizovaných kombinácií podnikov tohto typu vo svete i v Slovenskej republike narastá i význam problematiky riešenej v predkladanom príspevku.

Vklad podniku alebo časti podniku je súčasťou širšej problematiky spájania podnikov do väčších ekonomických či právnych celkov. Spájanie podnikov do väčších celkov so sebou zväčša prináša zvýšenie hospodárnosti a efektívnosti činnosti podnikateľských subjektov. V medzinárodnej účtovnej terminológii je spájanie podnikov známe pod názvom podnikové kombinácie (angl. business combinations).

Vklad podniku alebo jeho časti je jednou z možností, ako si obstaráť podiel na základnom imaní v inej obchodnej spoločnosti. (Máziková, Ondrušová and Seneši, 2016) Vklad podniku alebo časti podniku preto považujeme za vlastnícku transakciu. (Vomáčková, 2004)

Z ekonomického hľadiska vkladateľa je vklad podniku alebo časti podniku investíciou do novovzniknutej alebo existujúcej spoločnosti. Vkladateľ vkladá podnik alebo časť podniku a získava zaň majetkovú účasť v spoločnosti, ktorá je prijímateľom vkladu. Pri tejto transakcii môže byť vložený podnik vymenený za podiel na základnom imaní s rôznou mierou intenzity vplyvu na podnik prijímateľa vkladu, od nevýznamného až po rozhodujúci vplyv na tento podnik. Vklad podniku môže byť teda realizovaný aj s cieľom vzniku či rozšírenia skupiny podnikov. V prípade, že vkladateľ podniku alebo časti podniku vďaka realizovanému vkladu získava v spoločnosti prijímateľa vkladu rozhodujúci vplyv, daná transakcia predstavuje u vkladateľa podniku kapitálovú akvizíciu. Vkladom podniku vkladateľ môže nadobudnúť dcérsku účtovnú jednotku a tak ovládnuť podnik prijímateľa vkladu a súčasne bude naďalej ovládať a využívať svoj pôvodný podnik, ktorý použil na vklad. Prijímateľ vkladu, vzniknutá spoločnosť alebo existujúca spoločnosť, ktorá si prijatím vkladu zvýšila svoje základné imanie, sa v konečnom dôsledku nestáva nadobúdateľom, ale naopak nadobúdaným podnikom, hovoríme, že dochádza ku spätnej akvizícii. Subjektu, ktorý je identifikovaný ako nadobúdateľ podnikovej kombinácie, následne vzniká povinnosť zostaviť konsolidovanú účtovnú závierku za konsolidovaný celok. Do konsolidovanej účtovnej závierky sú okrem dcérskych účtovných jednotiek zahrňované aj pridružené a spoločné podniky. Povinnosť zostaviť konsolidovanú účtovnú závierku nemá každá účtovná jednotka, ale iba materská účtovná jednotka a aj to nie vždy. Ak však materskej účtovnej jednotke vznikne podľa zákona o účtovníctve povinnosť zostaviť konsolidovanú účtovnú závierku, zostaví ju výlučne podľa IFRS v znení prijatom EÚ.

Predmetom vkladu môže byť tak zdravý prosperujúci podnik, ktorému sa dlhodobo darí, ako i podnik, ktorý stagnuje, či prechádza zložitým obdobím. Dôvody pre vklad podniku sú taktiež početné, ako napr.: nadmerné pracovné vyťaženie vlastníkov, zodpovednosť plynúca zo samotného kolobehu podnikateľskej činnosti, zefektívnenie štruktúry skupiny podnikov, zjednodušenie riadenia podnikov, vylepšenie majetkovej a finančnej situácie skupiny podnikov, docielenie vykázania majetku a záväzkov v reálnej hodnote, či vykázanie dlhodobého nehmotného majetku, ktorý interne vytvoril vkladateľ podniku alebo v konečnom dôsledku i to, že vkladateľ podniku naďalej zostáva v kontakte s vkladateľom podnikom, dokonca sa môže i aktívne podieľať na jeho riadení, čo je zásadný rozdiel v porovnaní s predajom podniku, kedy predávajúci predajom podniku stráca právo rozhodovať o ďalšom fungovaní predávaného podniku. Vkladom podniku tak môže vkladateľ získať vstup na iné trhy

z hľadiska segmentu, potenciálnych zákazníkov, geografického umiestnenia, ale aj prístup k obchodnému menu či k obchodnej značke.

Z pohľadu prijímateľa vkladu ide o podobnú transakciu ako je kúpa podniku alebo časti podniku. U prijímateľa vkladu dochádza k prírastku jednotlivých zložiek majetku a záväzkov a k zvýšeniu základného imania prípadne k zvýšeniu iných položiek vlastného imania. Výhodou tohto typu kombinácie podnikov pre prijímateľa vkladu podniku je, že vkladom podniku môže získať prosperujúci funkčný podnik, ktorý generuje príjmy, môže posilniť svoju pozíciu v danom ekonomickom odvetví, rozšíriť portfólio svojich produktov a služieb, zvýšiť obrat, či získať väčší podiel na trhu. Z ekonomického hľadiska prijímateľa vkladu vždy ide o tzv. majetkovú akvizíciu. Vklad podniku alebo jeho časti do základného imania nadobúdajúcej obchodnej spoločnosti musí byť zapísaný v príslušnom obchodnom registri. Vklad podniku alebo časti podniku rovnako ako ostatné typy kombinácií podnikov je náročná operácia tak z právneho ako aj účtovného hľadiska.

Cieľom článku je komplexne prezentovať a analyzovať problematiku vkladu podniku ako jedného z typov kombinácií podnikov v Slovenskej republike z právneho a účtovného hľadiska tak, ako je riešená v platnej právnej úprave tejto problematiky v súčasnosti, predovšetkým v súlade so zákonom č. 513/1991 Zb. Obchodný zákonník v znení neskorších predpisov (ďalej len „Obchodný zákonník“), zákonom č. 431/2002 Z. z. o účtovníctve v znení neskorších predpisov (ďalej len „zákon o účtovníctve“), opatrením Ministerstva financií Slovenskej republiky č. 23054/2002-92 zo 16. decembra 2002, ktorým sa ustanovujú podrobnosti o postupoch účtovania a rámcovej účtovej osnove pre podnikateľov účtujúcich v sústave podvojného účtovníctva, v znení neskorších predpisov (ďalej len „postupy účtovania pre podvojnú účtovníctvo“).

Na dosiahnutie stanoveného cieľa sme komplexne analyzovali nielen ustanovenia vyššie uvedených právnych noriem, ktoré upravujú danú problematiku z právneho a účtovného aspektu, ale i knižné publikácie autorov (Farkaš, 2020 a Vomáčková, 2004), ktorí sa danej problematike dlhodobo venujú.

Pre správne účtovné zobrazenie vkladu podniku alebo jeho časti je mimoriadne dôležité pochopenie vzťahov medzi vkladateľom podniku alebo jeho časti a prijímateľom vkladu z ekonomického hľadiska. Nakoľko účtovníctvo má verne a pravdivo zobrazovať danú transakciu, ak nechápeme podstatu transakcie a jej právnym dôsledkom, je takmer vylúčené, aby sme verne a pravdivo zobrazili danú transakciu v účtovníctve podnikateľa.

Účtovné riešenie transakcie vkladu podniku sa rôzni v závislosti od toho, či účtovná jednotka účtuje v sústave jednoduchého alebo podvojného účtovníctva. V našom príspevku sa zaoberáme účtovným riešením len tých účtovných jednotiek, ktoré účtujú v sústave podvojného účtovníctva. Právny aspekt vkladu podniku riešený v Obchodnom zákonníku sa týka podnikateľov vymedzených v úvodných ustanoveniach, teda bez ohľadu na sústavu účtovníctva, v ktorej podnikateľ vedie účtovníctvo.

2 Definícia podniku

Existuje niekoľko spôsobov ako vymedziť podnik. Každá právna norma disponuje vlastnou definíciou podniku.

Podľa IFRS 3 *Podnikové kombinácie* je podnik súbor činností a aktív, ktoré možno spravovať a riadiť tak, aby investorom alebo ostatným vlastníkom, členom alebo účastníkom poskytovali úžitok vo forme dividend, dosahovania nižších nákladov alebo vo forme iných ekonomických úžitkov. Aby sa v zmysle IFRS 3 *Podnikové kombinácie* mohla transakcia alebo udalosť považovať za podnikovú kombináciu, treba najskôr analyzovať, či získané aktíva alebo skupiny aktív a prevzaté záväzky tvoria podnik. Podnik sa všeobecne skladá zo vstupov, procesov aplikovaných na tieto vstupy a výstupov, ktoré vytvárajú alebo budú vytvárať výnosy. Aj keď podnik zvyčajne má výstup, na splnenie definície podniku podľa IFRS 3 *Podnikové*

kombinácie výstup nie je nevyhnutný. Aby sa jednotka mohla považovať za podnik, musí mať dva základné prvky – vstupy a procesy.

Z účtovného hľadiska podnik predstavuje majetok a záväzky vykázané v súvahe. K podniku však patria aj také práva a povinnosti, ktoré nie sú vykázané v súvahe, ale v poznámkach účtovnej závierky ako napr. informácie o skutočnostiach sledovaných na podsúvahových účtoch, informácie o iných aktívach a iných pasívach, či významné položky ostatných finančných povinností. Účtovná hodnota podniku je potom rozdiel účtovných hodnôt jednotlivých položiek majetku a záväzkov. Účtovná hodnota podniku je rovnaká ako účtovná hodnota jeho vlastného imania. V tejto súvislosti treba rozlišovať medzi účtovnou hodnotou podniku, reálnou hodnotou podniku a hodnotou podniku ako celku. (Farkaš, 2020)

Podľa § 5 Obchodného zákonníka je podnikom súbor hmotných, osobných a nehmotných zložiek podnikania, pričom k podniku patria veci, práva a iné majetkové hodnoty, ktoré patria podnikateľovi a slúžia na prevádzkovanie podniku alebo vzhľadom na svoju povahu majú tomuto účelu slúžiť. Z pohľadu obchodného práva ide teda o všetky aktíva spoločnosti. Z tejto definície je zrejmé, že podnik je objektom právnych vzťahov, nie jeho subjektom.

Podnik je výsledkom činnosti podnikateľského subjektu, ktorým môže byť fyzická osoba (podnikateľ, jednotlivец) alebo právnická osoba (obchodná spoločnosť alebo družstvo). Podnikateľský subjekt je ten, ktorý rozhoduje o veľkosti, štruktúre, činnosti, zameraní, smerovaní či finančnom zdraví podniku. Podnik možno predať, kúpiť, prenajať, vložiť ako vklad do obchodnej spoločnosti, darovať, dediť či založiť. Podľa Obchodného zákonníka možno predať či vložiť aj časť podniku, ktorá tvorí samostatnú organizačnú zložku.

3 Právne hľadisko vkladu podniku v Slovenskej republike

Pri založení obchodnej spoločnosti alebo pri zvýšení jej základného imania je vklad spoločníkov možné v súlade s Obchodným zákonníkom splatiť nielen peňažnými prostriedkami (ďalej len „peňažný vklad“), ale aj inými peniazmi ocenenými hodnotami (ďalej len „nepeňažný vklad“). Vkladom do spoločnosti sa spoločník podieľa na výsledku podnikania spoločnosti. Podrobnosti o nepeňažných vkladoch upravuje Obchodný zákonník.

Nepeňažný vklad musí byť splatený pred zápisom výšky základného imania do obchodného registra. Nepeňažným vkladom môže byť len majetok, ktorého hospodárska hodnota sa dá určiť. Je zakázané, aby nepeňažným vkladom bol záväzok spoločníka vykonať v budúcnosti nejaké práce alebo poskytnúť nejaké služby v prospech spoločnosti. Nepeňažným vkladom môže byť hmotný majetok, nehmotný majetok, finančný majetok, pohľadávka, špecifickým typom nepeňažného vkladu je podnik alebo časť podniku.

Ak sa vkladá podnik alebo časť podniku, použijú sa vo vzťahu k prechodu práv a povinností primerane ustanovenia o zmluve o predaji podniku.

Je dôležité, aby boli podniku alebo časti podniku priradené všetky práva a povinnosti, všetok majetok a záväzky, ktoré s ním súvisia, aby neboli niektoré úmyselne či neúmyselne vynechané.

Na prijímateľa vkladu prechádzajú práva aj záväzky z existujúcich právnych vzťahov, napr. práva a záväzky z nájomných, poisťných i úverových zmlúv. Prevod práv znamená zmenu v osobe veriteľa. Namiesto vkladateľa sa veriteľom stane príjemca vkladu. Spôsob splatenia nepeňažného vkladu závisí od jeho podstaty a tiež od toho, či sa zmena vlastníctva predmetu nepeňažného vkladu zapisuje do osobitnej evidencie (napr. kataster nehnuteľností, register ochranných známk, evidencia vozidiel).

Na prijímateľa vkladu prechádzajú práva a povinnosti z pracovnoprávných vzťahov k zamestnancom vkladateľského podniku. Zamestnanci vkladateľa sa stávajú zamestnancami prijímateľa vkladu, pričom na prijímateľa vkladu prechádzajú všetky povinnosti z pôvodného zamestnávateľa bez ohľadu na to, či vznikli z pracovného pomeru na základe pracovnej zmluvy alebo dohody o práci vykonávanej mimo pracovného pomeru. Na prijímateľa vkladu

prechádzajú i všetky práva vyplývajúce z priemyselného alebo iného duševného vlastníctva, ktoré sa týkajú podnikateľskej činnosti vkladateľského podniku s výnimkou prípadov, ak by to odporovalo zmluve o poskytnutí výkonu práv z priemyselného alebo iného duševného vlastníctva alebo povahy týchto práv. Zmluvou o poskytnutí výkonu práv z priemyselného vlastníctva je licenčná zmluva na predmety priemyselného vlastníctva. K prechodu práv, na výkon ktorých je nadobúdateľ licenčnou zmluvou oprávnený, nedôjde, pokiaľ s prechodom poskytovateľ licencie nesúhlasí. Pokiaľ na prijímateľa vkladu prechádzajú i pohľadávky, tak prechod pohľadávok sa spravuje ustanoveniami o postúpení pohľadávok. S pohľadávkou prechádza na prijímateľa vkladu aj jej príslušenstvo (úroky, úroky z omeškania, náklady spojené s uplatnením pohľadávky) a všetky práva s ňou spojené (záložné právo, ručenie). Vkladateľ je povinný bez zbytočného odkladu oznámiť dlžníkom prechod pohľadávok na prijímateľa vkladu. Ak splnenie pohľadávky je zabezpečené záložným právom, ručením alebo iným spôsobom, vkladateľ je povinný o prechode pohľadávky bez zbytočného odkladu podať správu osobe, ktorá zabezpečenie záväzku poskytla. Vkladateľ je rovnako povinný odovzdať prijímateľovi vkladu všetky doklady a poskytnúť všetky potrebné informácie, ktoré sa týkajú prevedenej pohľadávky.

Prevzatie peňažných záväzkov prijímateľom vkladu znamená pre vkladateľa skutočnosť, že sa zbaví povinnosti zaplatiť dlh, pričom túto povinnosť na seba preberá prijímateľ vkladu, ktorý sa stáva novým dlžníkom. Na prechod záväzku sa nevyžaduje súhlas veriteľa. Prijímateľovi vkladu vzniká oznamovacia povinnosť oznámiť veriteľom prevzatie záväzkov.

Je dôležité, aby sa prijímateľ vkladu zaviazal prevziať všetky záväzky vkladateľa. Toto je nevýhoda vkladu podniku. Na prijímateľa vkladu totiž spolu s právami prechádzajú aj záväzky vkladateľa, ktorých rozsah nemusí byť v momente vkladu preukázateľne zistiteľný, pričom vkladateľ len ručí za splnenie prevedených záväzkov.

Zákonný prechod práv a záväzkov súvisiacich s vkladateľským podnikom z vkladateľa na prijímateľa vkladu sa však týka len práv a záväzkov súkromnoprávnej povahy, ktoré vznikli na základe noriem súkromného práva, nie práv a záväzkov, ktoré vznikli na základe noriem verejného práva. To znamená, že dochádza len k prevodu povinností súkromnoprávnej povahy a nie je možné previesť povinnosti, ktoré vznikli na základe predpisov verejného práva. Na prijímateľa vkladu teda neprechádzajú daňové povinnosti, záväzky voči štátnemu rozpočtu, povinnosť platiť clo, záväzky z titulu sociálneho či zdravotného poistenia, pokuty uložené orgánmi verejnej správy a iné záväzky verejnoprávnej povahy. Na prijímateľa vkladu neprechádza ani živnostenské oprávnenie, či iné oprávnenie alebo povolenie udelené vkladateľovi na podnikateľskú činnosť.

Vlastnícke práva ku vkladom alebo ich častiam splateným pred vznikom spoločnosti prechádzajú na spoločnosť dňom jej vzniku. Časti vkladov spoločníkov splatené pred vznikom spoločnosti spravuje zakladateľ, ktorý je tým poverený v spoločenskej zmluve (ďalej len „správca vkladu“). Spoločenská zmluva môže správou vkladov poveriť aj banku alebo pobočku zahraničnej banky, aj keď nie je zakladateľom spoločnosti. Ak je nepeňažným vkladom nehnuteľnosť alebo podnik, prípadne časť podniku, ktorého súčasťou je nehnuteľnosť, je vkladateľ povinný odovzdať správcovi vkladu písomné vyhlásenie vkladateľa opatrené osvedčením o pravosti podpisu pred podaním návrhu na zápis spoločnosti do obchodného registra. Odovzdaním tohto vyhlásenia správcovi vkladu sa tento vklad považuje za splatený. Po vzniku spoločnosti je osoba spravujúca vklady povinná odovzdať ich bez zbytočného odkladu spoločnosti. Ak spoločnosť nevznikne, je povinná ich vrátiť. Vyhlásenie vkladateľa je pre prijímateľa vkladu podkladom pre podanie návrhu na vklad vlastníckeho práva do katastra nehnuteľností. Pri riešení problematiky vkladu podniku je potrebné riešiť práve správu vkladu, nakoľko podnik predstavuje funkčný celok a je potrebné zabezpečiť, aby v období medzi založením a vznikom spoločnosti, kedy správca vkladu sám nemôže podnikáť, nakoľko nemá

pred svojím právnym vznikom potrebné podnikateľské oprávnenia, nedošlo vplyvom nefunkčnosti procesov v podniku k jeho znehodnoteniu.

Pri vklade podniku alebo jeho časti do spoločnosti je vhodné, ak vkladateľ a príjemca vkladu uzatvorí napr. zmluvu o vklade podniku, ktorá vyšpecifikuje jednotlivé prevádzané zložky podniku – veci, práva, iné majetkové hodnoty a záväzky tvoriace predmet vkladu, ako i stanoví moment, v ktorom je vklad podniku splatený. Ak nedôjde k uzavretiu zmluvy o vklade, je možné vyhotoviť aj vyhlásenie o odovzdaní a prevzatí podniku a zahrnúť doň súpis všetkých zložiek tvoriacich vkladateľský podnik a odovzdať takéto vyhlásenie správcovi vkladu. (Kolembus, 2014)

Nepeňažný vklad do spoločnosti a určenie peňažnej sumy, v akej sa nepeňažný vklad započítava na vklad spoločníka, sa musia uviesť v spoločenskej zmluve, zakladateľskej zmluve alebo v zakladateľskej listine. Platí to nielen pri založení spoločnosti, ale aj neskôr pri následnom zvýšení základného imania spoločnosti. Dôležité je, aby bol predmet nepeňažného vkladu ocenený správne. Preto sa na určenie hodnoty nepeňažného vkladu vyžaduje znalecký posudok. Ten musí okrem hodnoty nepeňažného vkladu obsahovať aj opis nepeňažného vkladu, spôsob jeho ocenenia, údaj o tom, či jeho hodnota zodpovedá emisnému kurzu upísaných akcií splácaných týmto vkladom alebo hodnote prevzatého záväzku na vklad do spoločnosti. Hodnota vkladu vyjadruje mieru, akou sa vkladateľ podieľa na základnom imaní spoločnosti.

4 Účtovné hľadisko vkladu podniku v Slovenskej republike

Účtovníctvo by v súlade so všeobecne uznávanou zásadou prednosti podstaty pred formou malo pri účtovnom riešení problematiky vkladu podniku uprednostniť ekonomickú podstatu transakcie vkladu pred jej právnym riešením. (Vomáčková, 2004) Vecná podstata transakcie vkladu podniku spočíva v tom, že sa jedná o transakciu s podnikom ako ekonomickým celkom, ktorý vykonáva svoju podnikateľskú činnosť, disponuje určitým množstvom rôznych druhov majetku, pričom množstvo a štruktúra tohto majetku závisí od druhu a rozsahu jeho činnosti. Majetok, ktorý subjekt potrebuje pre svoju činnosť, získava z rôznych zdrojov. Činnosť podniku predstavuje vo svojej podstate transformačný proces, v ktorom sa vložené vstupy spotrebúvajú a ich účelovou transformáciou vznikajú finálne výkony. Väčšina položiek majetku a záväzkov v rámci transformačného procesu kontinuálne vzniká a zaniká.

Pre správne účtovné zobrazenie vkladu podniku je dôležité stanoviť najmä hodnotu podniku ako nepeňažného vkladu, ocenenie úbytku majetku a záväzkov u vkladateľa podniku a následne ocenenie prírastku majetku a záväzkov u prijímateľa vkladu.

Hodnota podniku ako nepeňažného vkladu sa v súlade s ustanoveniami Obchodného zákonníka musí stanoviť znaleckým posudkom. Peňažnú sumu, v akej sa nepeňažný vklad započítava na vklad spoločníka účtovné predpisy nazývajú uznaná hodnota vkladu.

Zistenie hodnoty podniku je mimoriadne náročné a komplexné zadanie, nakoľko každý podnik je jedinečný, je treba zohľadňovať nielen súčasnú hodnotu majetku a záväzkov, ale aj jeho výnosový potenciál, investície do podniku, štruktúru majetku a záväzkov. Je pochopiteľné, že je v záujme vkladateľa, aby hodnota vkladateľského podniku bola čo najvyššia, jednak preto, aby vkladateľ dosiahol z uvedenej transakcie zisk a jednak preto, že touto transakciou vkladateľ očakáva zhodnotenie najmä svojho nepeňažného majetku. Napokon vecná podstata vkladu podniku, ktorou je získanie podielu na vlastnom imaní prijímateľa vkladu výmenou za vkladateľský podnik sa účtovne prejaví práve v tom, že ocenenie finančnej investície u vkladateľa nie je v sume účtovnej hodnoty vkladateľského podniku (rozdiel účtovnej hodnoty vkladateľských jednotlivých zložiek majetku a záväzkov), ale v hodnote podniku ako celku zistenej znaleckým posudkom príslušným výpočtom.

Na druhej strane prijímateľ vkladu si uvedomuje, že hodnota podniku ako celku je vyššia než účtovná hodnota vkladaneho podniku a s vysokou pravdepodobnosťou i ako jeho reálna hodnota (rozdiel reálnych hodnôt vkladanych jednotlivých zložiek majetku a záväzkov).

Hodnota vkladaneho podniku ako celku sa zvyčajne zisťuje podnikateľskou metódou, ktorá v podstate zodpovedá metode budúcich odúročených peňažných tokov (angl. discounted cash flow), pričom platí, že hodnota podniku ako celku zistená touto metódou môže byť vyššia alebo aj nižšia než je reálna hodnota vkladaneho podniku. Hodnota podniku ako celku by mala zohľadniť, že podnik ako ekonomický celok obsahuje jedinečné zloženie majetku, ktoré čo najlepšie zodpovedá činnosti podniku, rovnako môže obsahovať aj také zložky majetku, ktoré nie sú vykázané v súvahe, nakoľko nie je ich možné vždy identifikovať a spoľahlivo oceniť, zamestnáva kvalifikovaných, skúsených zamestnancov s dobrou pracovnou morálkou, pôsobí v prostredí spoľahlivých obchodných partnerov na strane odberateľov i dodávateľov, či vo výhodnej lokalite vzhľadom na infraštruktúru. Práve prítomnosť uvedených elementov naznačuje, že v podniku je prítomný synergický efekt, a preto je hodnota podniku ako celku spravidla vyššia ako je jeho reálna hodnota. Vyjadrením synergického efektu v účtovníctve prijímateľa vkladu podniku je goodwill.

Goodwill je špecifický druh dlhodobého nehmotného majetku, ktorý v porovnaní s inými druhmi nehmotného majetku má niekoľko osobitostí. Nemôže existovať ako samostatná položka, len v spojitosti s inými položkami majetku a len v prípade, ak ide o ocenenie podniku ako celku a to pri zmene vlastníctva podniku alebo jeho časti. Goodwill, resp. záporný goodwill súvisí s podnikom, nie s individuálnymi položkami majetku a záväzkov. Preto pri vklade podniku alebo jeho časti hodnota podniku ako celku môže obsahovať goodwill, resp. záporný goodwill, zatiaľ čo pri vklade individuálnych položiek majetku ich uznaná hodnota goodwill, resp. záporný goodwill neobsahuje. (Farkaš, 2020)

Vo väčšine prípadov sa hodnota podniku ako celku vyplývajúca zo znaleckého posudku a peňažná suma, v akej sa podnik započítava na vklad spoločníka (t. j. hodnota tvoriaca zvýšenie základného imania u prijímateľa vkladu), rovnajú. Nastávajú však aj situácie, keď tomu tak nie je. Medzi vkladateľom podniku a prijímateľom vkladu môže dôjsť k dohode, že hodnota započítaná na vklad (t. j. uznaná hodnota vkladu) bude nižšia (vyššia byť nemôže) než je hodnota vkladaneho podniku ako celku zistená znaleckým posudkom. (Baštinová, Tužinský, 2011)

Hodnotu vkladaneho podniku zistenú znaleckým posudkom je možné u prijímateľa vkladu rozložiť medzi základné imanie (t. j. hodnotu započítanú na vklad spoločníka, ktorú účtovné predpisy označujú ako uznanú hodnotu vkladu) a iné príspevky, medzi ktoré patria napr. hodnota splateného príspevku do kapitálového fondu z príspevkov, prídely do rezervného fondu, prídely do emisného ážia, ak sú dohodnuté v spoločenskej zmluve, zakladateľskej zmluve alebo zakladateľskej listine. Účtovné predpisy totiž chápu pojem vklad širšie ako Obchodný zákonník. Obchodný zákonník pojmom vklad chápe len vklad do základného imania. Účtovné predpisy o vkladoch hovoria nielen v súvislosti so základným imaním, ale aj v súvislosti napríklad:

- s ostatnými kapitálovými fondmi, keď na účte 413 – Ostatné kapitálové fondy sa účtujú peňažné a nepeňažné príspevky do kapitálového fondu z príspevkov;
- so zákonným rezervným fondom, v prípade keď ho delia podľa toho, či bol vytvorený z kapitálových vkladov alebo zo zisku;
- s rezervným fondom na vlastné akcie a vlastné podiely a inými rezervnými fondmi, ktoré sú vyžadované Obchodným zákonníkom a
- s emisným ážiom, pričom účtovné predpisy ho nenazývajú priamo vkladom, i keď nepriamo sa z ustanovení postupov účtovania pre podvojnú účtovníctvo odvodiť dá. (Farkaš, 2020)

Základné imanie účtovnej jednotky ako peňažné vyjadrenie súhrnu peňažných a nepeňažných vkladov všetkých spoločníkov do spoločnosti má v rámci vlastného imania špecifické postavenie najmä preto, že podiel spoločníka na základnom imaní spoločnosti je určujúci pre výpočet hlasovacích práv v účtovnej jednotke a tiež pre výpočet podielu na budúcich ziskoch účtovnej jednotky. Základné imanie je taktiež spojené s administratívnymi nákladmi, nakoľko sa musí zapisovať do obchodného registra a najmä jeho zníženie podlieha reštrikciám. Preto okrem vyššie uvedeného je najmä z dôvodu väčšej voľnosti pri rozhodovaní o použití položiek vlastného imania s výnimkou základného imania praktické pre prijímateľa vkladu rozložiť hodnotu podniku ako nepeňažného vkladu na časť, ktorú vloží do základného imania, a ktorá podlieha reštrikciám a na časť, ktorú vloží do iných položiek vlastného imania, ktoré takýmto reštrikciám nepodliehajú. (Farkaš, 2020)

Vklad podniku alebo jeho časti nie sú dôvodom pre zostavenie mimoriadnej účtovnej závierky u vkladateľa ani u prijímateľa vkladu. Z dôvodu preukázateľnosti je však žiaduce, aby bola u vkladateľa ku dňu vkladu vykonaná inventarizácia všetkého vkladaneho majetku a záväzkov podniku, nakoľko môže slúžiť ako podklad pre vymedzenie majetku a záväzkov vkladaneho podniku. Inventúrny súpis majetku a záväzkov zároveň predstavuje presnú identifikáciu predmetu vkladu, pretože vymedzuje majetok a záväzky, ktoré ku dňu vkladu vo vkladanom podniku existujú.

Účtovanie vkladu podniku alebo časti podniku účtovnou jednotkou, ktorá účtuje v sústave podvojného účtovníctva je v Slovenskej republike upravené v postupoch účtovania pre podvojnú účtovníctvo v § 27a Účtovanie nepeňažných vkladov a nepeňažných príspevkov.

4.1 Účtovanie vkladu podniku u vkladateľa

Pri vklade podniku alebo časti podniku sa z účtovníctva vkladateľa vkladu podniku vyradia jednotlivé zložky majetku a záväzkov v účtovnej hodnote so súvzťažným zápisom na účet 367 – Záväzky z upísaných a nesplatených cenných papierov a vkladov. Rozdiel medzi hodnotou nepeňažného vkladu započítanou na vklad spoločníka (ďalej len „uznaná hodnota vkladu“) a jej zvýšením o iné príspevky (napr. splatený príspevok do kapitálového fondu z príspevkov, prídel do rezervného fondu alebo emisného ážia), ak sú dohodnuté v príslušnej zmluve (v spoločenskej zmluve, zakladateľskej zmluve alebo zakladateľskej listine) a účtovnou hodnotou vkladaneých jednotlivých zložiek majetku a záväzkov, sa účtuje podľa charakteru na ľarchu nákladové účtu 568 – Ostatné finančné náklady alebo v prospech výnosového účtu 668 – Ostatné finančné výnosy. V závislosti od rozdielu medzi účtovnou hodnotou vkladaneho majetku a záväzkov (účtovná hodnota vloženého podniku) a uznanou hodnotou vkladu zvýšenou o iné príspevky vykazuje vkladateľ z vkladu podniku zisk alebo stratu. Pre vkladateľa je vklad podniku teda výsledkovou transakciou.

Čo sa týka ocenenia jednotlivých vkladaneých položiek majetku a záväzkov pri vklade podniku, tu je situácia jednoznačná. Úbytok majetku a záväzkov sa uskutočňuje v takých cenách, v akých bol majetok či záväzky ocenené v účtovníctve vkladateľa.

O finančnej investícii z dôvodu vkladu podniku vkladateľ účtuje na príslušný účet finančnej investície a na účet 367 – Záväzky z upísaných a nesplatených cenných papierov a vkladov. Na tomto príslušnom účte finančnej investície sa účtujú aj iné príspevky, ak sú dohodnuté v príslušnej zmluve. Môžeme teda povedať, že na príslušné účtu sa účtuje hodnota vkladaneho podniku ako celku zistená znaleckým posudkom.

Súčasťou procesu vkladu podniku u vkladateľa je i uskutočnenie mimoriadnej inventarizácie majetku, záväzkov a vlastného imania, nakoľko inventúrny súpis budú podkladom pre súpis jednotlivých zložiek odovzdávaného podniku. Inventúrou sa odhalí majetok i záväzky nezahrnuté do vkladu, respektíve chýbajúci majetok, čím sa predíde problémom pri odovzďavaní podniku prijímateľovi vkladu. Vkladom podniku alebo časti podniku sa vkladateľ stáva spoločníkom príjemcu vkladu alebo zvyšuje svoj existujúci podiel,

ak už bol spoločníkom v tejto spoločnosti. Vkladateľovi ubudne vkladateľský majetok a záväzky v účtovnej hodnote a tieto sú nahradené finančnou investíciou vo výške uznannej hodnoty vkladu upravenej o iné príspevky. Je zrejmé, že nie všetok majetok a záväzky smú byť predmetom nepeňažného vkladu, napr. pohľadávky a záväzky týkajúce sa daní a odvodov nemôžu byť predmetom vkladu. Tie zostávajú v súvahe vkladateľa aj naďalej, po vklade podniku. Vklad podniku alebo časti podniku totiž neznamená koniec existencie alebo činnosti vkladateľa podniku. Vkladateľovi i po vklade podniku ostáva právna subjektivita i jednotlivé zložky majetku a záväzkov, ktoré neprešli spolu s vkladom podniku. Všetky vložené položky majetku spolu s prevedenými záväzkami sú nahradené položkou príslušnej finančnej investície.

4.2 Účtovanie vkladu podniku u prijímateľa vkladu

Pri nepeňažnom vklade, ktorým je podnik alebo časť podniku sa v účtovníctve prijímateľa vkladu podniku účtujú prijímané jednotlivé zložky majetku a záväzkov tvoriace vklad podniku alebo časti podniku na vecne príslušné účty v ocenení podľa zákona o účtovníctve, t. j. v reálnej hodnote bez ohľadu na to, aká bola uznaná hodnota vkladu zvýšená o prípadné iné príspevky. Zákon o účtovníctve nevyžaduje, aby bola reálna hodnota jednotlivých položiek majetku a záväzkov stanovená znaleckým posudkom, môže ju stanoviť aj samotná účtovná jednotka – prijímateľ vkladu podniku alebo časti podniku. V prípade vkladu je však podľa Obchodného zákonníka znalecký posudok povinný. Prijímateľ vkladu potrebuje poznať reálnu hodnotu každej jednotlivéj položky majetku a záväzkov, pretože každú položku musí zaúčtovať samostatne. Zoznam jednotlivých vkladateľských položiek majetku a záväzkov je nevyhnutnou súčasťou znaleckého posudku.

Podľa Farkaša (2020) hodnoty uvedené v znaleckom posudku by mali byť dve:

- hodnota vkladateľského podniku ako celku ako súčet uznannej hodnoty vkladu a hodnoty prípadných iných príspevkov (vyhláška o stanovení všeobecnej hodnoty majetku nazýva túto metódu ocenenia podniku podnikateľskou metódou),
- reálne hodnoty jednotlivých položiek majetku a záväzkov vkladateľského podniku a to kvôli povinnosti zaúčtovať každú jednu jednotlivú položku majetku a záväzkov u prijímateľa vkladu samostatne (vyhláška o stanovení všeobecnej hodnoty majetku nazýva túto metódu majetkovou metódou).

Samostatnou témou pri oceňovaní majetku a záväzkov u prijímateľa vkladu je dlhodobý nehmotný majetok vytvorený vlastnou činnosťou vkladateľa, ktorý sa s výnimkou nákladov na vývoj a softvéru nesmie u vkladateľa aktivovať. To znamená, že vkladateľ nemá tento nehmotný majetok vykázaný v súvahe, pretože ho vytvoril vlastnou činnosťou, predmetom vkladu však byť môže, nakoľko reálne existuje. Postupy účtovania uvádzajú, že identifikovaný a spoľahlivo oceneľný dlhodobý nehmotný majetok vytvorený vlastnou činnosťou vkladateľa sa u prijímateľa vkladu účtuje na príslušný účet dlhodobého nehmotného majetku.

V účtovníctve prijímateľa vkladu podniku alebo časti podniku sa rozdiel medzi reálnou hodnotou jednotlivých zložiek majetku a záväzkov a uznanou hodnotou vkladu účtuje ako goodwill alebo záporný goodwill. Pri výpočte tohto rozdielu sa k uznannej hodnote vkladu pripočíta aj hodnota splateného príspevku do kapitálového fondu z príspevkov, prídela do rezervného fondu alebo emisného ážia, ak sú dohodnuté v spoločenskej zmluve, zakladateľskej zmluve alebo zakladateľskej listine. Goodwill sa účtuje na ťarchu účtu 015 – Goodwill a záporný goodwill sa účtuje v prospech účtu 015 – Goodwill. Vklad podniku alebo časti podniku je teda pre prijímateľa vkladu súvahová transakcia.

Pri účtovaní goodwillu sa zisťuje, v akej výške sa v budúcnosti v súvislosti s goodwillom zvýšia ekonomické úžitky a v súvislosti so záporným goodwillom znížia ekonomické úžitky. Ak budúce zvýšenie ekonomických úžitkov bude pravdepodobne nižšie ako je výška goodwillu zaúčtovaná na účte 015 – Goodwill, príslušná časť goodwillu sa odpíše pri vklade podniku alebo časti podniku. Vzniknutý záporný goodwill sa jednorazovo odpíše v prospech účtu 551 –

Odpisy dlhodobého nehmotného majetku a dlhodobého hmotného majetku so súvzťažným zápisom na t'archu účtu 075 – Oprávky ku goodwillu. Podľa zákona o účtovníctve, ak sa nedá životnosť goodwillu spoľahlivo odhadnúť, musí ho účtovná jednotka odpísať najneskôr do piatich rokov od jeho obstarania. Na prvotné zaúčtovanie goodwillu alebo záporného goodwillu sa nevzťahuje požiadavka účtovania o odloženej dani. Účtovanie o odloženej dani sa vzťahuje na dočasný rozdiel ku goodwillu alebo zápornému goodwillu, ktorý vznikol po jeho prvotnom zaúčtovaní, napr. z dôvodu rôznych daňových odpisov a účtovných odpisov; ak pri prvotnom účtovaní goodwillu alebo záporného goodwillu nevznikol dočasný rozdiel.

Odložená daňová pohľadávka a odložený daňový záväzok vznikajúci pri vklade podniku alebo časti podniku sa u prijímateľa vkladu účtuje so súvzťažným zápisom na účet 015 – Goodwill.

5 Záver

Podnik ako objekt vlastníckeho práva môže byť aj predmetom vkladu. Predkladaný príspevok rieši súčasný stav problematiky vkladu podniku z hľadiska obchodnej a účtovnej legislatívy v príslušnej oblasti.

Z právneho hľadiska sa na vklad podniku alebo časti podniku vo vzťahu k prechodu práv a povinností použijú primerane ustanovenia o zmluve o predaji podniku. Pri vklade podniku na prijímateľa vkladu prechádzajú všetky práva a záväzky, na ktoré sa vklad vzťahuje, všetky práva vyplývajúce z priemyselného alebo iného duševného vlastníctva, ktoré sa týkajú podnikateľskej činnosti vkladaneho podniku, práva a povinnosti vyplývajúce z pracovnoprávných vzťahov k súčasným zamestnancom podniku. Prechod pohľadávok sa spravuje ustanoveniami o postúpení pohľadávok, na prechod záväzkov sa nevyžaduje súhlas veriteľa, vkladateľ však ručí za splnenie prevedených záväzkov prijímateľom vkladu, pričom prijímateľ vkladu je bez zbytočného odkladu povinný veriteľom oznámiť prevzatie záväzkov a vkladateľ zas dlžníkom prechod pohľadávok na prijímateľa vkladu.

Účtovné riešenie vkladu podniku účtovnou jednotkou účtujúcou v sústave podvojného účtovníctva je v Slovenskej republike upravené v postupoch účtovania pre podvojnú účtovníctvo v nadväznosti na zákon o účtovníctve. Kľúčovým pre účtovné riešenie problematiky vkladu podniku alebo jeho časti je pochopenie skutočnosti, že vklad podniku musíme vnímať ako transakciu s podnikom ako ekonomickým celkom. Vecná podstata vkladu podniku, ktorou je získanie podielu na vlastnom imaní prijímateľa vkladu výmenou za vkladaneho podnik, sa účtovne prejaví práve v tom, že ocenenie finančnej investície u vkladateľa nie je v sume účtovnej hodnoty vkladaneho podniku, ale v hodnote podniku ako celku zistenej príslušným výpočtom. Hodnota podniku ako nepeňažného vkladu musí byť stanovená znaleckým posudkom. Pre vkladateľa je vklad podniku výsledkovou transakciou, pretože v závislosti od rozdielu medzi účtovnou hodnotou vkladaneho majetku a záväzkov a uznanou hodnotou vkladu zvýšenou o iné príspevky vykazuje vkladateľ z vkladu podniku zisk alebo stratu. V účtovníctve prijímateľa vkladu podniku sa jednotlivé prijímané zložky majetku a záväzkov tvoriace vklad podniku alebo časti podniku účtujú na vecne príslušné účty v reálnej hodnote bez ohľadu na to, aká bola uznaná hodnota vkladu zvýšená o prípadné iné príspevky. Pri vklade podniku teda spravidla vznikne goodwill resp. záporný goodwill ako druh nehmotného majetku, ktorý kvantifikuje špecifické podmienky, v ktorých podnik uskutočňuje svoju činnosť a ktorý vznikne ako rozdiel medzi reálnou hodnotou jednotlivých zložiek majetku a záväzkov a uznanou hodnotou vkladu zvýšenou o iné príspevky. U prijímateľa vkladu je vklad podniku súvahovou transakciou.

Literatúra

- [1] Baštinčová, A., Tužinský, M. (2011). *Splatná a odložená daň z príjmov podľa národnej a nadnárodnej úpravy účtovníctva*. Bratislava: Iura Edition.
- [2] Farkaš, R. (2020). *Účtovná závierka obchodných spoločností*. Bratislava: Wolters Kluwer.
- [3] IFRS 3 Podnikové kombinácie v znení neskorších predpisov.
- [4] Kolembus, A. (2014). Vklad podniku do obchodnej spoločnosti. *Dane a účtovníctvo v praxi*, 14(10), 57-71.
- [5] Krupová, L. (2012). Podnikové kombinácie podľa IFRS 3/1. *Účtovníctvo, audítorstvo a daňovníctvo v praxi*, 12(2), 39-47.
- [6] Máziková, K., Ondrušová, L. & Seneši, N. (2016). *Účtovníctvo vlastníckych transakcií*. Bratislava: Wolters Kluwer.
- [7] Opatrenie Ministerstva financií Slovenskej republiky č. 23054/2002-92 zo 16. decembra 2002, ktorým sa ustanovujú podrobnosti o postupoch účtovania a rámcovej účtovej osnove pre podnikateľov účtujúcich v sústave podvojného účtovníctva, v znení neskorších predpisov.
- [8] Sklenka, M., Šlosárová, A., Hornická, R., & Blahušiaková, M. (2019). *Účtovníctvo podnikateľských subjektov II* (2. doplnené a prepracované vydanie). Bratislava: Wolters Kluwer.
- [9] Vomáčková, H. (2004). *Účetnictví akvizicí, fúzí a jiných vlastnických transakcí (vyšší účetnictví)*, 2. vydání, výrazně přepracované a aktualizované. Praha: Polygon.
- [10] Zákon č. 513/1991 Zb. Obchodný zákonník v znení neskorších predpisov.
- [11] Zákon č. 431/2002 Z. z. o účtovníctve v znení neskorších predpisov.

Aplikácia demografických prognóz na analýzu pôrodnosti

Daniela Sivašová¹

Abstrakt

Cieľom príspevku je využitie demografických prognóz a projekcie vybraných demografických ukazovateľov dynamiky. Vybraným ukazovateľom bol ukazovateľ pôrodnosti na Slovensku za jednotlivé kraje, ktoré boli následne sčítaním premietnuté do sumárnych čísel. Príspevok obsahuje analýzu vybraných demografických ukazovateľov a následne prognózu a vývoj týchto ukazovateľov až do roku 2035. Na základe údajov z minulosti a prítomnosti je zaujímavé vidieť vývoj obyvateľstva a vybraných ukazovateľov, akým sa celá populácia uberá. Prognóza bude na úrovni strednodobej, čo z časového hľadiska, resp. horizontu znamená obdobie 15 rokov, teda od roku 2021 do roku 2035 vrátane.

Kľúčové slová

demografické ukazovatele, pôrodnosť, úmrtnosť, prognóza, projekcia

Abstract

The aim of the paper is the use of demographic forecasts and the projection of selected demographic indicators of dynamics. The selected indicators were the birth rate indicators in Slovakia for individual regions, which were then reflected in the census in summary numbers. The paper contains an analysis of selected demographic indicators and then the forecast and development of these indicators until 2035. Based on data from the past and present, it is interesting to see the development of the population and selected indicators of the entire population. The forecast will be at the medium-term level, which in terms of time, respectively, horizon means a period of 15 years, ie from 2021 to 2035 inclusive.

Keywords

demographic indicators, birth rate, mortality, prognosis, projection

JEL classification

C 10, J 11

1 Úvod

Popis a analýza vývoja populácie, ktorá je prognózovaná slúži k získaniu a utriedeniu informácií o doterajšom vývoji. Zámerom prognóz obyvateľstva jednotlivých krajín sveta alebo aj celosvetovo spolu je odhaliť vývojové stability, overiť správnosť vymedzenia reprodukčného systému obyvateľstva a taktiež vytvoriť vhodné informačné podmienky pre odhad parametrov prognózy (KUČERA, 1998).

Skúmané sú vo väčšine prípadov najmä hlavné demografické komponenty – plodnosť/pôrodnosť, úmrtnosť a migrácia. Pre hlbšie analýzy sa skúma aj sobášnosť a rozvodovosť, avšak tie sú menej používané, resp. skúmané pri prognózach populácie.

Populácia je okrem toho aj v neprestajnom toku prírastkov a úbytkov obyvateľstva, ktoré majú za následok to, že každým rokom populácia starne (očakáva sa zmena štruktúry obyvateľstva) a klesajú počty obyvateľov.

¹ Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra štatistiky, Dolnozemska cesta 1, 852 35 Bratislava, daniela.sivasova@euba.sk.

Prognózy obyvateľstva, resp. populácie sú spracovávané v dvoch možnostiach: bez migrácie a s migráciou. V mojom príspevku budem abstrahovať od prognózy s migráciou z dôvodu jej nepredvídateľného vývoja. Navyše údajov o migrácii nie je dostatočné množstvo a ak aj sú, tak tieto údaje nie sú úplné, presné a nekopírujú skutočnú realitu migrácie na Slovensku, čiže vnútornú migráciu a zahraničnú migráciu, preto po údajovej stránke nie sú úplne relevantné.

2 Populačné prognózy a projekcie

Populačné prognózy a projekcie sú empiricky založené odhady budúceho počtu obyvateľov danej populácie, ktoré vychádzajú zo súčasných populačných trendov. Môžu sa líšiť geografickým pokrytím, časovým horizontom, typom výstupov alebo účelom. Populačné odhady sa môžu vzťahovať na obyvateľstvo jedného štátu alebo jeho častí (kraje, mestá) alebo na obyvateľstvo väčších makro regiónov či celého sveta. Poskytujú informácie nielen o celkovom počte obyvateľov, ale aj údaje podľa štruktúry (zvyčajne podľa pohlavia a veku, ďalej napr. podľa národnosti, vzdelania či ekonomických alebo sociálnych skupín) (PAVLÍK, a iní, 1986). Načrtávajú možný budúci vývoj na základe predpokladov o pôrodnosti, úmrtnosti a migrácie. Populačné odhady nemusia nutne smerovať do budúcnosti, ale môžu sa vzťahovať aj k minulosti, napr. intercenzálne odhady (PAVLÍK, a iní, 1986).

Rozdiel medzi prognózou a projekciou býva častým predmetom diskusií, definícií totiž existuje niekoľko. Mnohí vedci medzi prognózou a projekciou nevytyčujú v podstate žiadny rozdiel, iní ich považujú za dva trochu odlišné postupy (napr. Keyfitz, Pittenger, Keilman, Pavlík, T. Kučera). Keyfitz (1972) opisuje projekciu ako číselné výsledky ľubovoľne zvolených predpokladov, zatiaľ čo prognóza odráža reálny budúci vývoj.

"Prognóza je nepodmienená, na vedeckom poznaní založená výpoveď o očakávanom a v čase jej vzniku najpravdepodobnejším budúcom vývoji sledovaného javu. (KUČERA, 1998)"

"Projekcia ako produkt určitej činnosti predstavuje výpoveď o perspektívnom vývoji, ktorý je dôsledkom naplnenia ľubovoľných predpokladov bez explicitného nároku na ich realnosť. (KUČERA, 1998)"

Cieľom prognóz je teda poskytnúť čo najspoľahlivejšiu predpoveď budúceho populačného vývoja. Prognóza odpovedá na otázku, čo sa s danou populáciou najpravdepodobnejšie stane. Na rozdiel od prognózy je projekcia podmienená. Je to určitý model, ktorý ukazuje, ako by vyzeral budúci vývoj danej populácie za určitých predpokladov. Tými môžeme rozumieť konkrétne úrovne plodnosti, úmrtnosti a migrácie, alebo rôzne kombinácie ich zmien. Projekcia tak odpovedá na otázku, čo sa s danou vekovou štruktúrou stane za určitých podmienok.

Pre zostavenie prognózy je potrebné poznať vstupnú štruktúru obyvateľstva podľa veku, tzv. východiskovú populáciu. Tá sa viaže k určitému dátumu, napr. 31. 12., ktorý je *prahom prognózy*. Vzhľadom k inému demografickému správaniu mužov a žien je vstupná štruktúra delená tiež podľa pohlavia. Rok, ku ktorému sa vzťahuje finálna populačná štruktúra prognózy sa nazýva *horizont prognózy* (napr. rok 2050). Populačné štruktúry za roky medzi prahom a horizontom prognózy sú počítané po tzv. projekčných krokoch. Najčastejšie sa počíta po jednoročných alebo päťročných projekčných krokoch. Dĺžka projekčného kroku sa rovná šírke vekových skupín. Okrem východiskovej štruktúry obyvateľstva je na zostavenie prognózy potrebné poznať tiež parametre plodnosti, úmrtnosti a migrácie (v prípade prognózy s migráciou).

Populačné prognózy sa môžu deliť podľa toho, akého veľkého územia sa týkajú. Zostaviť prognózy možno od najmenších územných jednotiek až po prognózy zahŕňajúce obyvateľstvo celého sveta. Rozlišujú sa tak prognózy za jednotlivé mestá, okresy, kraje, štáty, kontinenty alebo za celý svet.

Pri zostavovaní regionálnych prognóz za viac regiónov v rámci jedného vyššieho celku zároveň musí byť obyvateľstvo členené nielen podľa pohlavia a veku, ale aj podľa regiónu. Ak je prognóza počítaná v jednu dobu iba za jeden región, potom sa rieši rovnako ako zostavovanie národnej prognózy.

Populačné prognózy a projekcie za lokálne úrovne (napr. mestá) sú často založené na extrapolácii kvôli obmedzenosti demografických a migračných dát, avšak s dostupnosťou kľúčových demografických údajov sa postupne rozšírilo užívanie kohortne-komponentnej metódy tiež na menšie územné celky (CHOI, 2010).

Prognózy za slovenské kraje sú založené na kohortne-komponentnej metóde (rovnako ako národné prognózy), uplatňujú jednoročné projekčné kroky a nadväzujú na strednú variantu prognózy za celé Slovensko, čo sa týka očakávaného vývoja parametrov.

Prognózy robia napríklad aj naši českí susedia, kde vydali „Projekce krajů od 2009“ s horizontom do roku 2065, ktorá však nezahŕňala migráciu z dôvodu jej nepredvídateľného vývoja. „Projekce krajů 2013“ s horizontom do roku 2050 už bola vypočítaná vrátane migrácie a od vzniku samostatnej Českej republiky sa tak stala prvou regionálnou prognózou ČSÚ, ktorá migráciu zahŕňala. V projekcii nebol odlišený druh migrácie (vnútorné alebo zahraničné) (NĚMEČKOVÁ, a iní, 2011) (NĚMEČKOVÁ, a iní, 2014). Prognóza za celú krajinu a prognózy krajov sú spracovávané oddelene; súčet populácie krajov v jednotlivých rokoch prognózy teda nie je rovný populácii krajiny.

Populácia daného územia rastie alebo sa zmenšuje prostredníctvom interakcie štyroch demografických procesov: plodnosti, úmrtnosti, imigrácie a emigrácie. K odhadu budúcej populácie sú potrebné predpoklady, akým spôsobom sa bude súčasná úroveň plodnosti, úmrtnosti, imigrácia a emigrácie v budúcnosti meniť (KANEDA, a iní, 2014). Populačné prognózy sú teda empiricky založené výpočty budúceho počtu a štruktúry obyvateľstva. Najspoľahlivejšie sú v čase svojho vzniku, preto by sa podľa medzinárodných odporúčaní mali robiť ich opakovania každých 2-5 rokov. Miera neistoty prognózy rastie s časom a výrazne sa zvyšuje po 30-40 prognózovaných rokoch, keď väčšinu populácie tvoria osoby, ktoré sa v dobe vzniku prognózy ešte nenarodili (O'NEILL, a iní, 2001). Podľa časového hľadiska sa prognózy zvyčajne delia na:

- *krátkodobé* (s horizontom do 10 rokov)
- *strednodobé* (10-30 rokov)
- *dlhodobé* (nad 30 rokov).

Horná hranica zvyčajne nie je jasne určená, avšak s predlžovaním obdobia prognózy rastie riziko jej odchýlenia sa od reálneho vývoja (PAVLÍK, a iní, 1986). Zo základných populačných prognóz vychádzajú prognózy odvodené, ktoré sa týkajú len určitej časti populácie (napr. žiakov a študentov, ekonomicky aktívneho obyvateľstva, seniorov, domácností atď.).

2.1 Význam populačných prognóz

Populačné prognózy majú široké praktické uplatnenie. Hlavným účelom tvorby prognóz je prispieť k lepšiemu plánovaniu a lepším rozhodnutiam do budúcnosti (HOEM, 1973). Populačné prognózy môžu upozorňovať na hlavné trendy, ktoré ovplyvňujú ekonomický rozvoj, a taktiež môžu pomôcť vytvárať politiky vhodné pre rôzne projekčné scenáre. Dopyt po populačných prognózach vychádza od troch hlavných skupín: vedeckej sféry, vlády a medzinárodných organizácií a taktiež od všeobecnej verejnosti vrátane súkromnej sféry (LUTZ, a iní, 1996). Predovšetkým vlády (ale aj súkromný sektor) môžu využívať populačné prognózy na odhad budúceho dopytu po potravinách, vode, energiách a službách, a tiež k predpovediam budúcich demografických charakteristík. Veľké uplatnenie majú populačné prognózy pri územnom plánovaní, ekonomickom plánovaní, strategickom riadení alebo v sociálnej politike.

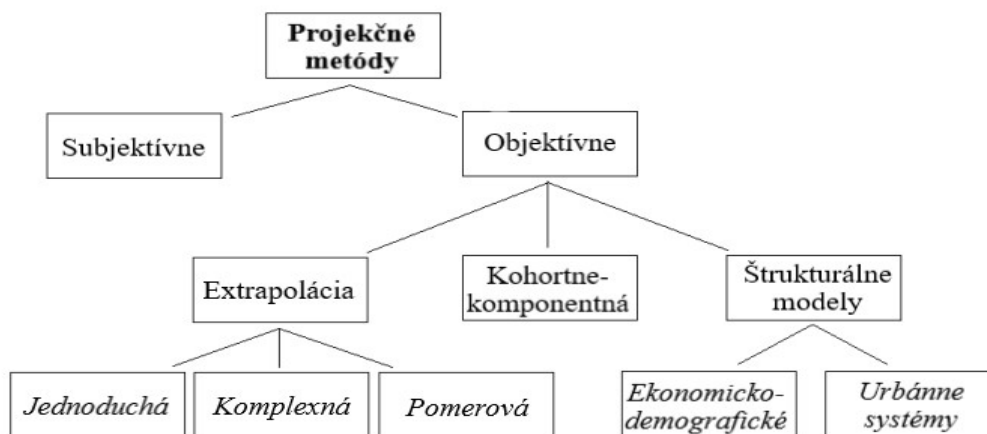
2.2 Využívané metódy pri populačnom prognózovaní

Existuje nespočetné množstvo členenia projekčných metód. Tieto klasifikácie môžu byť založené na type používaných dát, zámere prognostika či stupni sofistikovanosti metódy používanej na analýzu dát (ARMSTRONG, 1978). Pri populačnom prognózovaní sa uplatňujú

rôzne metódy s využitím informácií o súčasnom i minulom vývoji obyvateľstva. Líšia sa požiadavky na dáta aj stupňom prepracovanosti.

Podľa Armstronga (1978, s. 67) je zásadný rozdiel medzi metódami subjektívnymi a objektívnymi. Subjektívne metódy sú tie, v ktorých procesy použité k analýze dát neboli dobre špecifikované. Chýba im jasne definovaný postup analýzy dát a výpočet prognózy. Nazývajú sa tiež implicitné, neformálne alebo intuitívne metódy. Naopak objektívne metódy sú tie, v ktorých boli procesy použité k analýze dát dobre popísané. Známe sú ako metódy explicitné, štatistické alebo formálne. Ich vlastnosťou je, že na rozdiel od subjektívnych metód môžu byť opakovane použité, tzn. vďaka formálne presnému popisu sa môže postup zopakovať a aplikovať aj inými vedcami pri zostavovaní inej prognózy. Teoreticky, pri opakovanom zostavení rovnakej prognózy podľa danej metódy by mal prognostik dôjsť k presne rovnakým výsledkom (ARMSTRONG, 1978).

Hoci sa subjektívne metódy často používajú na rôzne typy predpovedí, konkrétne pre populačné prognózovanie sa bežne nevyužívajú. Typológiu metód ukazuje uvedená schéma.



Aj napriek svojmu charakteru obsahujú objektívne metódy mnoho subjektívnych prvkov. Vyžadujú totiž subjektívne voľby ohľadom premenných, dátových zdrojov, dĺžky predpovedaného obdobia a pod. Aplikácia akejkoľvek projekčnej metódy tak vyžaduje nejaký úsudok. Všeobecne platí, že čím zložitejšie je metóda, tým väčšiu úlohu má úsudok.

3 Konštrukcia kohortne-komponentného modelu

Samotná konštrukcia kohortne-komponentného modelu by sa dala rozdeliť na dve hlavné časti. V prvej je potrebné odvodiť tabuľkový koeficient prežitia a násobiť ním počty osôb v príslušných vekových skupinách, čím dôjde k posunu súborov žijúcich do vyšších vekových skupín pre nasledujúci projekčný krok. Potom je nutné vypočítať predpokladaný počet živonarodených podľa pohlavia, čím sa získa počet žijúcich vo veku 0

Posun žijúcich v rámci vekových skupín

Budúce počty žijúcich, teda odhady počtu osôb, ktoré sú vo východiskovom okamihu už nažive, získame posunom žijúcich medzi vekovými skupinami. Princíp spočíva v prevode počtu žijúcich osôb v dokončenom veku x v čase k na počet žijúcich v dokončenom veku $(x + 1)$ v čase $(k + 1)$. K tomu slúži koeficient prežitia, zvyčajne označený ako s_x , ktorý možno získať z úmrtnostných tabuliek podľa nasledujúceho vzorca:

$$s_x = \frac{L_{x+1}}{L_x}$$

kde L_x je tabuľkový počet žijúcich vo veku x .

Počty osôb v jednotlivých vekových skupinách sa potom jednoducho vynásobia príslušným koeficientom prežitia, čím dochádza k ich posunu do nasledujúcej vekovej skupiny. Je nevyhnutné, aby sa koeficient prežitia znásobil iba s príslušným počtom osôb v zodpovedajúcom veku, resp. s kohortou, ku ktorej sa výhradne vzťahuje (t.j. koeficient prežitia S_{20} sa násobí len s počtom obyvateľov v dokončenom veku 20 rokov).

Platí, že:

$$p_{x+1}^{k+1} = p_x^k * s_x,$$

kde p_x^k je počet obyvateľov vo veku x v kroku k .

Výpočet živonarodených

Pre doplnenie vekovej štruktúry je však potrebné poznať tiež počty osôb, ktoré sa v budúcnosti ešte len narodia, a ktoré sa dožijú konca intervalu. Dochádza preto k aplikácii špecifických mier plodnosti na príslušné kohorty žijúcich žien v reprodukčnom veku, čo slúži na výpočet odhadu celkového počtu narodených detí. Počet narodených je následne rozdelený na dievčatá a chlapcov pomocou pomeru pohlavia pri narodení, a ďalej je prostredníctvom zodpovedajúcich koeficientov prežitia narodených prevedený na počty žijúcich v prvom roku života. Na výpočet celkového počtu živonarodených detí sa používa aritmetický priemer predošlej a aktuálnej populácie žien vo veku x :

$$B_x^{k+1} = \frac{1}{2} (p_x^{k\bar{z}} + p_x^{k+1\bar{z}}) * f_x,$$

kde B_x^{k+1} je počet živonarodených detí ženám vo veku x v $(k+1)$ kroku;
 $p_x^{k\bar{z}}$ je počet žijúcich žien vo veku x v kroku k ;
 f_x je miera plodnosti žien vo veku x .

Pokiaľ sa uvažuje, že deti majú iba ženy v reprodukčnom veku (15-49 rokov), celkový počet narodených v kroku $(k+1)$ získame nasledujúcim výpočtom:

$$B^{k+1} = \sum_{x=15}^{49} B_x^{k+1}$$

Ak tento vzorec rozpíšeme podľa vyššie uvedeného vzorca, dostaneme vzťah

$$B^{k+1} = \frac{1}{2} \sum_{x=15}^{49} (p_x^{k\bar{z}} + p_x^{k+1\bar{z}}) * f_x$$

Po prevedení substitúcií a úprave tak platí:

$$B^{k+1} = \frac{1}{2} \sum_{x=14}^{49} p_x^{k\bar{z}} * (f_x + s_x^{\bar{z}} * f_{x+1})$$

Následne je potrebné rozdeliť počty živonarodených detí podľa pohlavia. K tomu môžeme využiť ukazovateľ feminity Φ , ktorý je definovaný ako podiel počtu živonarodených dievčat k celkovému počtu živonarodených detí. Počty živonarodených dievčat a chlapcov sú potom určené nasledujúcimi vzorcami:

$$B^{k+1} = \frac{\Phi}{2} \sum_{x=14}^{49} p_x^{k,\bar{z}} * (f_x + s_x^{\bar{z}} * f_{x+1}) = B^{k+1} * \Phi$$

$$B^{k+1,m} = \frac{(1-\Phi)}{2} \sum_{x=14}^{49} p_x^{k,\bar{z}} * (f_x + s_x^{\bar{z}} * f_{x+1}) = B^{k+1} * (1-\Phi)$$

Počty narodených sa následne prevedú na počty žijúcich v dokončenom veku 0 rokov pomocou koeficienta dožitia narodených, resp. pravdepodobnosti dožitia od narodenia po dokončený vek 0.

$$P_0^{k+1,\bar{z}} = \frac{\Phi * l_0^{\bar{z}}}{2 * l_0^{\bar{z}}} \sum_{x=14}^{49} p_x^{k,\bar{z}} * (f_x + s_x^{\bar{z}} * f_{x+1}) = B^{k+1,\bar{z}} * \frac{l_0^{\bar{z}}}{l_0^{\bar{z}}}$$

$$P_0^{k+1,m} = \frac{(1-\Phi) * l_0^m}{2 * l_0^m} \sum_{x=14}^{49} p_x^{k,\bar{z}} * (f_x + s_x^{\bar{z}} * f_{x+1}) = B^{k+1,m} * \frac{l_0^m}{l_0^m}$$

Zahrnutie migrácie do projekčného kroku

V praxi sa však väčšinou stretávame so systémami migračne otvorenými. Zahrnutie migrácie do prognózy má tým väčší význam, čím menší je územný celok, za ktorý sa prognóza počíta.

Prognózovania regionálnej populácie je možné buď považovať za súčasť vyššieho, migračne uzavretého celku - tomu potom zodpovedá multiregionálny model reprodukcie, alebo v prípade, že neexistuje vhodná, migračne uzavretá a nadradená populácia, je možné migráciu do klasického projekčného modelu zahrnúť dvoma spôsobmi (KUČERA, 1998).

V prvom prípade sa samostatne vypočíta prognóza prirodzenou zmenou a konečné odhady populácie sa potom upravia o predpokladané salda migrácie (podľa veku a pohlavia).

V druhom prípade, ktorý je presnejší a tiež zložitejší, dochádza k priebežnému zahrňovaniu salda migrantov do prognózovanej populácie. To znamená, že sa uvažuje ich plodnosť a úmrtnosť. Tento spôsob zahrnutie migrácie má dva kroky: najprv je nutné vypočítať migračné saldo a jeho polovicu pripočítať k vstupnej vekovej štruktúre; následne sa na týchto migrantov nechajú pôsobiť rovnaké demografické procesy ako na pôvodnú, východiskovú populáciu.

Druhá polovica migračného salda sa potom pripočíta k výslednej štruktúre obyvateľstva. Predpokladom je, že všetky osoby, ktoré v daný okamih spadajú do rovnakej kategórie, vykazujú rovnaké reprodukčné správanie, a teda pravdepodobnosť uskutočnenia toho istého javu je rovnaká. Ďalším predpokladom je, že sa migranti s'ahujú rovnomerne v priebehu projekčného kroku.

4 Očakávaný vývoj parametra prognózy – pôrodnosť a plodnosť

V súčasnosti pôrodnosť, resp. plodnosť najviac ovplyvňujú vývoj obyvateľstva v demograficky vyspelejších krajinách. Odhad ďalšieho vývoja pôrodnosti /plodnosti je dôležitou rozhodujúcou zložkou demografických prognóz. Základným predpokladom je zastavenie poklesu a postupný nárast plodnosti.

Ako prvá bola zostavená tabuľka a graf za jednotlivé roky prognózy spolu s počtom celkového počtu narodených detí. Ak by sa prihliadalo iba na to, že k dispozícii sú iba poznatky o budúcom jemnom vzraste úhrnnej plodnosti, mohlo by sa predpokladať, že aj počet pôrodov sa bude zvyšovať. Boli určené nasledovné hypotézy:

H₀: podiel počtu narodených na populácii bude vyšší v nasledujúcom roku

H₁: podiel počtu narodených na populácii bude nižší v nasledujúcom roku

Tab. 1: Prognóza počtu narodených

| Rok | Počet narodených | Rok | Počet narodených |
|------|------------------|------|------------------|
| 2021 | 55 648 | 2029 | 45 242 |
| 2022 | 54 186 | 2030 | 44 391 |
| 2023 | 52 724 | 2031 | 43 662 |
| 2024 | 51 269 | 2032 | 43 106 |
| 2025 | 49 871 | 2033 | 42 691 |
| 2026 | 48 541 | 2034 | 42 436 |
| 2027 | 47 321 | 2035 | 42 368 |
| 2028 | 46 223 | | |

Zdroj: vlastné výpočty, MS Excel

Pretože boli urobené prognózy za jednotlivé kraje osobitne a výsledné hodnoty boli sčítaniami hodnôt krajov, nedá sa použiť jeden vzorec na konečný výsledok a preto boli dosadené do vzorca hodnoty za jeden kraj napr. Prešovský kraj.

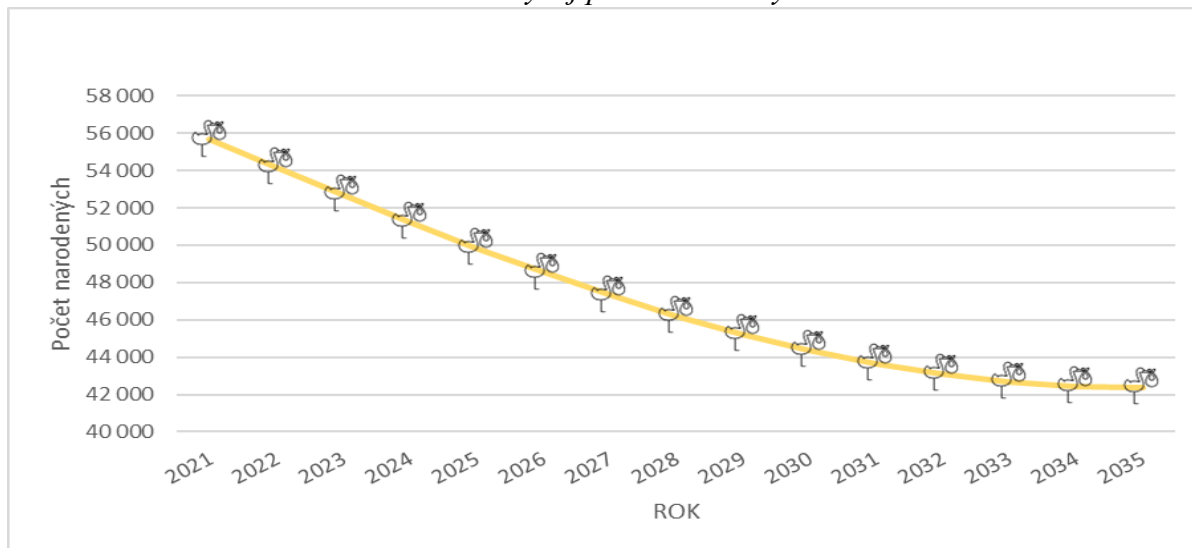
Sčítaním všetkých medzivýsledkov za kraje nám vyšli počty narodených detí na nasledujúce obdobia. Výsledky sú v Tab. 1.

$$B_x^{k+1} = \frac{1}{2} (195\,243 + 195\,513) * 0,05022^2$$

$$B_x^{k+1} = 9836,25 \doteq 9\,836, \text{ atd'}$$

² Hodnota 195 243 je počet žien vo veku 15-49 za rok 2020
Hodnota 195 513 je počet žien vo veku 15-49 za rok 2021

Obr. 1: Vývoj počtu narodených



Zdroj: vlastné spracovanie, MS Excel

Následne bola otestovaná hypotéza s najčastejšou hladinou významnosti $\alpha = 0,05$. Testovacia štatistika bola vypočítaná pre podiely s použitím vzorca:

$$Z = \frac{(p_1 - p_2)}{\sqrt{\frac{p_1 * (1 - p_1)}{n_1} + \frac{p_2 * (1 - p_2)}{n_2}}}$$

Určila sa hodnota testovacej štatistiky za najbližší rok, a to na rok 2021.

$$Z = \frac{(0,01054 - 0,01018)}{\sqrt{\frac{0,01054 * (1 - 0,01054)}{5\,457\,873} + \frac{0,01018 * (1 - 0,01018)}{5\,462\,814}}}$$

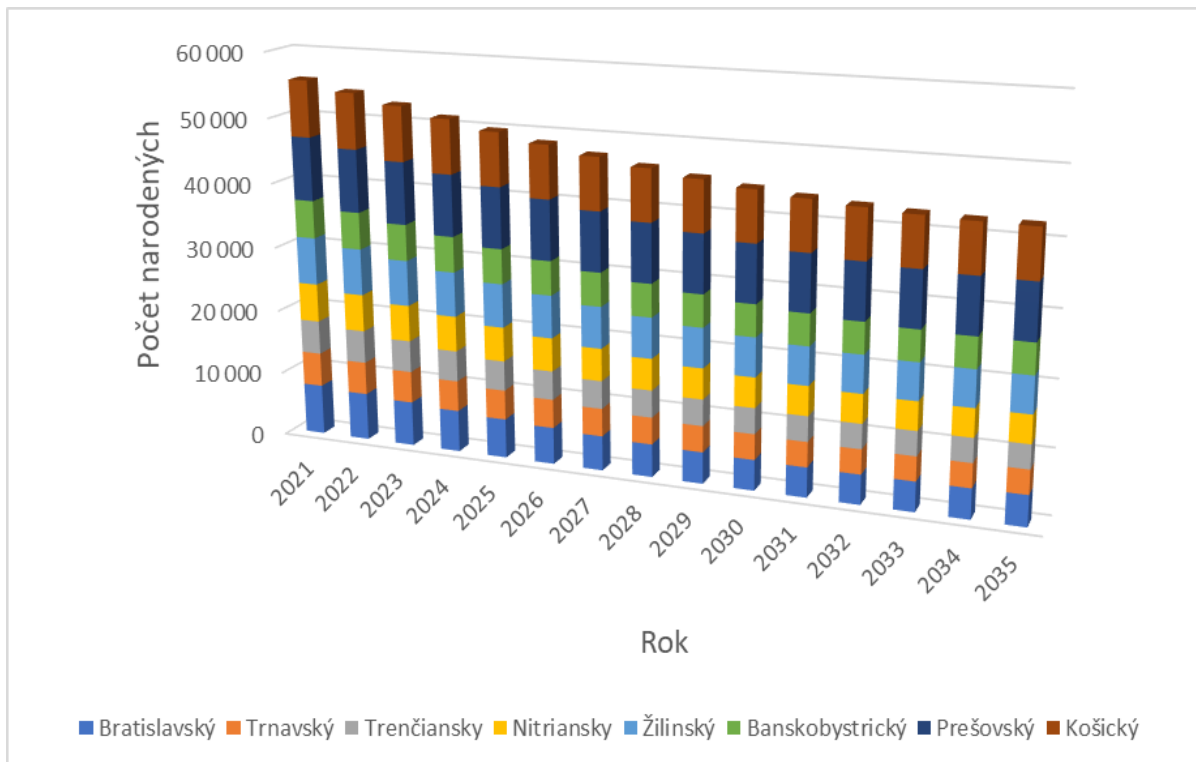
$Z = 4,4185$ a kritická hodnota pri $z_{0,95} = 1,645$.

Vypočítaná hodnota testovacej štatistiky je väčšia ako kritická hodnota, patrí do kritickej oblasti, môžeme teda na hladine významnosti 0,05 zamietnuť nulovú hypotézu, čo znamená, že podiel počtu narodených v nasledujúcom roku bude na hladine významnosti 0,05 nižší, ako v predchádzajúcom roku.

Rovnaké testovacie štatistiky a overovanie hypotéz by sme mohli robiť aj za ďalšie roky, avšak na základe nami vypočítanej prognózy môžeme predpokladať, že klesajúci trend bude pokračovať aj naďalej.

Hoci by sme mohli aj na základe analýzy predošlých rokov tvrdiť, že rastom úhrnej plodnosti sa bude zvyšovať aj počet pôrodov, do ďalších rokov to však tak nebude. Predpokladá sa, že počet obyvateľov Slovenska sa bude znižovať a teda logicky z toho vyplýva, že aj počet pôrodov pri miernom náraste úhrnej plodnosti sa bude v konečnom dôsledku znižovať.

Keďže sme pracovali s čiastkovými dátami za jednotlivé kraje a následne ich sumarizovali, zobrazíme si aj vývoj počtu pôrodov za kraje Slovenska jednotlivo. Pomocou nich si môžeme zobrazit' podiely za jednotlivé kraje



Obr. 2: Počet narodených na Slovensku

Zdroj: vlastné spracovanie, MS Excel

Z vytvorenia podielového grafu môžeme usúdiť, že najvyšší podiel na počte pôrodov za Slovensko bude mať Prešovský kraj po celé prognózované obdobie, a to vo výške približne 17-19%. Najnižší podiel majú kraje Trnavský a Trenčiansky, ktoré sa počas rokov budú v podieloch meniť, tzn. že napríklad v roku 2031 bude mať najnižší podiel kraj Trnavský a v roku 2032 kraj Trenčiansky. Ich podiel na celkovom počte pôrodov bude približne 9%. Rozdiely tam však budú minimálne.

Parametre plodnosti boli odhadnuté pomocou analýzy vývoja plodnosti a trendoch predošlých období na Slovensku v rokoch 1995-2020.

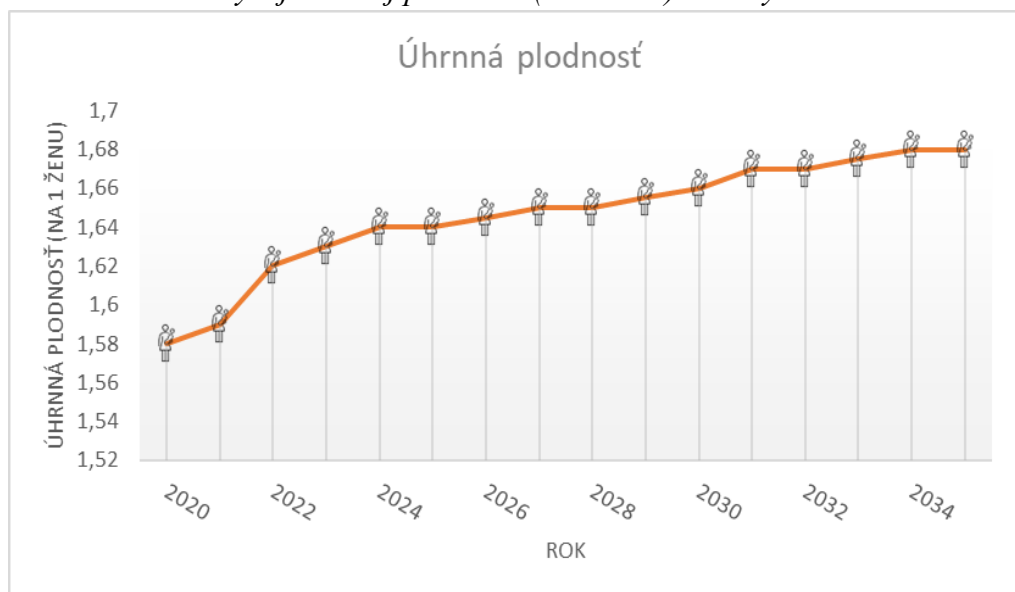
Následne boli stanovené hodnoty miery plodnosti pre vekové kategórie žien v ich reprodukčnom období (všeobecne od α do $\beta-1$, t.j. 15-49 rokov) za jednotlivé kraje. Pri aplikácii výsledných rozhodovacích mier (plodnosti) je predpokladaný ďalší vývoj bez výrazných zmien. Predpokladom môže byť aj zvýšenie plodnosti, ale s menšou intenzitou. V súvislosti s tým sa taktiež očakáva, že priemerný vek matiek sa bude pri narodení dieťaťa tiež zvyšovať.

Tab. 1: Prognóza úhrnnej plodnosti (na 1 ženu) na Slovensku

| Rok | Úhrnná plodnosť | Rok | Úhrnná plodnosť |
|------|-----------------|------|-----------------|
| 2021 | 1,59 | 2029 | 1,655 |
| 2022 | 1,62 | 2030 | 1,66 |
| 2023 | 1,63 | 2031 | 1,67 |
| 2024 | 1,64 | 2032 | 1,67 |
| 2025 | 1,64 | 2033 | 1,675 |
| 2026 | 1,645 | 2034 | 1,68 |
| 2027 | 1,65 | 2035 | 1,69 |
| 2028 | 1,65 | | |

Zdroj: vlastné výpočty, MS Excel

Obr. 3: Vývoj úhrnnej plodnosti (na 1 ženu) za roky 2021-2035



Zdroj: vlastné spracovanie, MS Excel

Na základe uvedenej tabuľky prognózy úhrnnej plodnosti a vyobrazenom grafe môžeme potvrdiť, že úhrnná plodnosť bude mať rastúci charakter. Bude stúpať veľmi mierne alebo dokonca stagnovať. Podľa uvedenej prognózy bude stagnovať prvýkrát v rokoch 2024 a 2025 a následne aj v niektorých nasledujúcich rokoch.

Vzhľadom na to, že sme mali k dispozícii poznatky o náraste priemerného veku rodičky, aj tu sme si chceli zobrazit', ako to bude v ďalších rokoch pokračovať.

Na základe vypočítaných mier plodnosti a následnom formovaní a menení počtu obyvateľov sme získali prognózu, ktorá je uvedená v Tab.2. Nárast priemerného veku rodičky by sa mal v priebehu 15 rokov zvýšiť o približne 2,4 roka veku života rodičky, čo môžeme vidieť aj na Obr. 4.

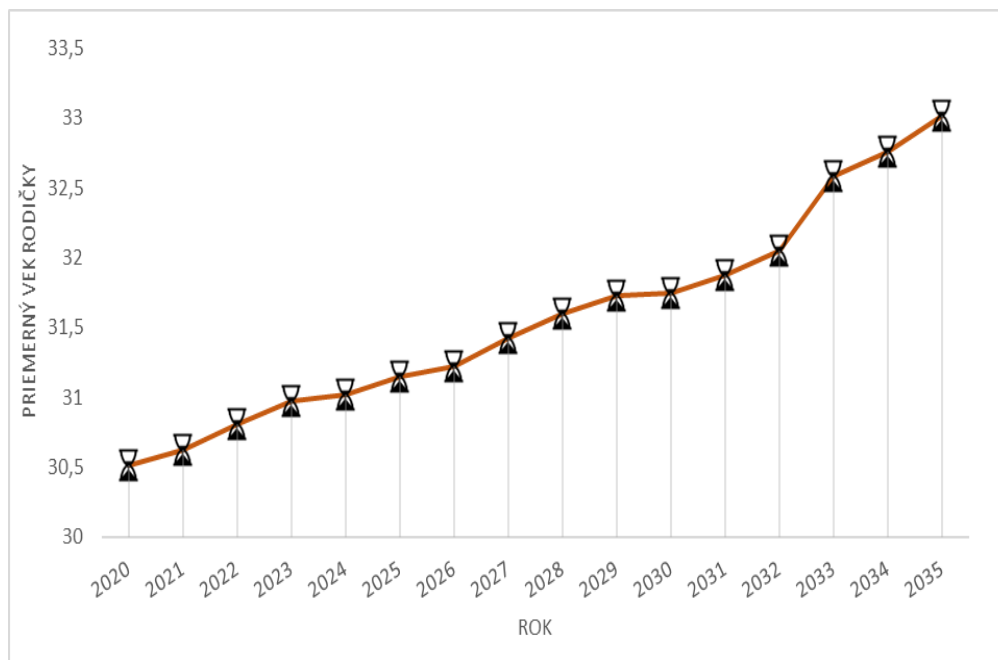
Môže to byť spôsobené štýlom života a teda, že ženy si zakladajú v dnešnej a budúcej dobe napr. na formovaní vlastnej kariéry. Veľký vplyv má aj dĺžka štúdia v porovnaní s minulosťou a teda ženy sa neskôr dostávajú do „života dospelých“. Priemerný vek rodičky bude mať v nasledujúcich rokoch rastúci charakter.

Tab. 3: Prognóza priemerného veku rodičky na Slovensku

| Rok | Priemerný vek rodičky | Rok | Priemerný vek rodičky |
|------|-----------------------|------|-----------------------|
| 2021 | 30,62 | 2029 | 31,73 |
| 2022 | 30,81 | 2030 | 31,75 |
| 2023 | 30,97 | 2031 | 31,87 |
| 2024 | 31,02 | 2032 | 32,05 |
| 2025 | 31,15 | 2033 | 32,58 |
| 2026 | 31,22 | 2034 | 32,76 |
| 2027 | 31,42 | 2035 | 33,01 |
| 2028 | 31,6 | | |

Zdroj: vlastné výpočty, MS Excel

Obr. 4: Vývoj priemerného veku rodičky za roky 2021-2035 na Slovensku



Zdroj: vlastné spracovanie, MS Excel

Z tejto analýzy a ďalších prognóz môžeme zhodnotiť pozitívny rast úhrnej plodnosti. Relatívne najviac by sa mala zvýšiť intenzita plodnosti u žien nad 40 rokov, hoci v tejto vekovej skupine ostáva aj tak stále najnižšia. Najvyššia intenzita plodnosti by mala ostať vo vekovej skupine 25-29 rokov.

5 Záver

Úlohou demografie je okrem analýzy súčasného stavu demografických ukazovateľov ako je pôrodnosť, robiť tiež odhady vývoja týchto ukazovateľov v nasledujúcich rokoch. Vývoj pôrodnosti a plodnosti na Slovensku ovplyvní budúci demografický vývoj slovenskej populácie. Kvalitný odhad vychádza z údajov o minulom a súčasnom stave daného skúmaného ukazovateľa, ale budúci vývoj nie je determinovaný len týmto stavom. Budúce predpovedanie správania sa ľudí v oblasti reprodukcie prináša so sebou aj určitú neistotu z budúcnosti. Preto demografické inštitúcie robia prognózy populačného vývoja vo viacerých variantoch.

Príspevok bol spracovaný v rámci riešenia grantovej úlohy VEGA 1/0561/21: Vplyv krízy COVID-19 na demografiu podnikov a zamestnanosť v SR a EÚ

Literatúra

- [1] ARMSTRONG, J. S. (1978). *Long-range forecasting: from crystal ball to computer*. New York.
- [2] BONGAARTS, J., & POTTER, R. (1983). *Fertility, biology and behavior: an analysis of the proximate determinants*. New York: Academic Press.
- [3] FRANKLIN, B. (1981). *Observations concerning the increase of mankind, peopling of countries*.
- [4] HERMANN, F. V. (1964). *Population forecasting methods: a report on forecasting and estimating methods*.
- [5] HOEM, J. M. (1973). *Levels of error in population forecasts*. Oslo: Norský.
- [6] CHOI, S. (2010). *Application of the cohort component model to development of local population projections*. Minnesota: Príspevok prezentovaný na 51. konferenci Association of Collegiate Schools of Planning.
- [7] KALIBOVÁ, K. (2002). *Úvod do demografie*. Praha: Nakladatelství Karolinum.
- [8] KLUFOVÁ, R., & POLÁKOVÁ, Z. (2010). *Demografické metody a analýzy*.
- [9] KOSCHIN, F. (2005). *Demografie poprvé*. Oeconomica: VSE Praha - Fakulta informatiky a statistiky.
- [10] KUČERA, M. (1994). *Populace české republiky*. Praha: Česká demografická společnost, Sociologický ústav AV ČR.
- [11] KUČERA, T. (1998). *Regionální populační prognózy: teorie a praxe prognózování vývoje lidských zdrojů v území*. Praha: Přírodovědecká fakulta, Katedra demografie a geodemografie.
- [12] LUTZ, W., GOLDSTEIN, J. R., & PRINZ, CH. (1996). *Alternative approaches to population projection*.
- [13] MARTINOT-LAGARDE, P. (2001). *The intricacy of demography and politics: the case of population projections*.
- [14] MLÁDEK, J. (2006). *Demografická analýza Slovenska*. Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislave.
- [15] NĚMEČKOVÁ, M. & ŠTYGLEROVÁ, T. (2011). *Projekce obyvatelstva v krajích a oblastech České republiky do roku 2065*.
- [16] PAVLÍK, Z., RYCHTAŘÍKOVÁ, J., & ŠUBRTOVÁ, A. (1986). *Základy demografie*. Praha: Academia.
- [17] www.scitanie.sk/storage/app/media/dokumenty/Legislativny_zamer_zakona_o_scitani_obyvatelov_domov_a_bytov_v_roku_2021.pdf.

Komparácia podmienok uplatňovania daňového bonusu na deti v susedných krajinách V4 a v Rakúsku

Renáta Stanley¹

Abstrakt

Daňová legislatíva poskytuje daňovníkom rôzne daňové zvýhodnenia, ktorými si majú možnosť znížiť svoj základ dane v daňovom priznaní alebo na mesačnej báze v mzdách. Suma daňového zvýhodnenia je rozdielna v závislosti od štátu a tiež daňovej politiky danej krajiny. Cieľom tohto príspevku je prezentovať a charakterizovať daňové zvýhodnenia, ktoré poskytuje fyzickým osobám daňová legislatíva Slovenskej republiky vo forme daňového bonusu a následné porovnanie s obdobnými daňovými zvýhodneniami poskytovanými v krajinách Vyšehradskej štvorky a susednej krajiny Rakúska. Všetky spracované dáta sú sumarizované a porovnané na praktickej prípadovej štúdií, na základe ktorej je možné posúdiť krajinu s najvýhodnejšími daňovými benefitmi v oblasti daňového bonusu, čo považujeme za najväčší prínos a výsledky v tejto oblasti, nakoľko táto problematika nebola takto komplexne doposiaľ spracovaná žiadnym autorom a vzhľadom na neustále zmeny v legislatíve je vysoko aktuálna.

Kľúčové slová

Daňový bonus, daňový základ, daňovník

Abstract

Tax legislation provides taxpayers with various tax benefits, which allow them to reduce their tax base in the tax return or on a monthly basis in wages. The amount of the tax benefit varies depending on the country and also the tax policy of the country. The aim of this paper is to present and characterize the tax benefits provided to individuals by the tax legislation of the Slovak Republic in the form of a tax bonus and subsequent comparison with similar tax benefits provided in the Visegrad countries and neighboring Austria. All processed data are summarized and compared on a practical case study, based on which it is possible to assess the country with the most advantageous tax benefits in the field of tax bonus, which we consider the greatest benefits and results in this area, as this issue has not been so comprehensively processed by any author and it is highly topical due to constant changes in legislation.

Key words

Tax bonus, tax base, tax payer

JEL classification

H21, H24

1 Úvod

Pojem daňový bonus bol prvýkrát na území Slovenskej republiky použitý v roku 2003, čím nahradil predošlú nezdaniteľnú časť základu dane na vyživované dieťa. Od tohto času prešiel daňový bonus viacerými zmenami. Medzi najvýraznejšie patria práve zmeny uskutočnené v roku 2021, kedy sa zmenila výška daňového bonusu pre rôzne vekové kategórie až 2 krát.

¹ Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra účtovníctva a auditorstva, Dolnozemska cesta 1, 852 35 Bratislava, renata.stanley@euba.sk.

Daňový bonus patrí medzi daňové zvýhodnenia, ktoré ponúka fyzickým osobám daňový systém Slovenskej republiky. Daňový bonus si môže uplatniť fyzická osoba ako daňovník na každé vyživované dieťa žijúce v spoločnej domácnosti s daňovníkom. Podmienkou uplatnenia daňového bonusu je to, že v spoločnej domácnosti má nárok na daňový bonus, vždy iba jeden z rodičov. Ak vznikne daňovníkovi nárok na daňový bonus, daňová legislatíva poskytuje dva spôsoby vyplatenia daňového bonusu. Prvým spôsobom je vyplatenie daňového bonusu zamestnávateľom mesačne ku mzde zamestnanca a druhým spôsobom vyplatenia daňového bonusu je prostredníctvom finančného riaditeľstva raz ročne prostredníctvom podania daňového priznania.

K 1.1.2021 bola stanovená suma daňového bonusu vo výške 23,22 eur mesačne pokiaľ vyživované dieťa dovŕšilo 6 rokov života a 46,44 eur pokiaľ vyživované dieťa nedovŕšilo 6 rokov života. Od 1. 7. 2021 vstúpila do účinnosti nová veková kategória pre dieťa vo veku od 6 do 15 rokov kde suma daňového bonusu predstavuje 39,47 eur. Slovenská daňová legislatíva nerozlišuje sumu daňového bonusu podľa počtu detí žijúcich s daňovníkom v spoločnej domácnosti, iba vekovú hranicu.

Tab. 1 Suma mesačného daňového bonusu v SR v roku 2021

| Mesačná suma daňového bonusu od 1.1.2021 do 30.6.2021 na dieťa: | |
|--|-------|
| do 6 rokov | 46,44 |
| nad 6 rokov | 23,22 |
| Mesačná suma daňového bonusu od 1.7.2021 a trvá, na dieťa: | |
| do 6 rokov | 46,44 |
| nad 6 rokov do 15 rokov | 39,47 |
| nad 15 rokov | 23,22 |

Zdroj: Vlastné spracovanie

V súvislosti so zmenou výšky daňového bonusu je dôležité uviesť novinku nároku "obedov zadarmo" účinnú od 1.8.2021, ktorá je previazaná s nárokom na zvýšený daňový bonus pre každé dieťa vo veku 6 až 15 rokov. Deťom rodičov, ktorí nemajú nárok na zvýšený daňový bonus, poskytne Ministerstvo práce, sociálnych vecí a rodiny SR dotáciu na stravu, pričom podmienky uplatnenia sú uvedené priamo na webových stránkach spomínaného ministerstva.

Nárok na daňový bonus upravuje § 33 zákona č. 595/2003 Z. z. o dani z príjmov v znení neskorších predpisov. Jednou z hlavných podmienok, kedy má daňovník ako fyzická osoba nárok na daňový bonus je, že v príslušnom zdaňovacom období dosiahol zdaniteľné príjmy podľa § 5 a § 6 ods. 1 a 2 aspoň vo výške 6-násobku stanovenej minimálnej mzdy za príslušné zdaňovacie obdobie. V roku 2021 bola minimálna mzda stanovená vo výške 623 eur. Z predchádzajúceho textu vyplýva, že daňovník musí dosiahnuť zdaniteľné príjmy za príslušné zdaňovacie obdobie v minimálnej výške 3 738 eur.

Predmetom príspevku budú ďalej podmienky pre uplatnenie daňového bonusu v krajinách V4 a Rakúsku. Pre účely prepočtu cudzích mien na menu eur vychádzame z kurzu ECB platného v čase písania článku, t.j. ku 13.10.2021. Jednotlivé prepočty kurzov cudzích mien potrebné pre účely tohto článku sú nasledovné:

- pre českú menu je 1 eur = 25,369 CZK,
- pre poľskú menu je 1 eur = 4,5772 PLN
- pre maďarskú menu je 1 eur = 360,20 HUF

2 Daňový bonus v krajinách V4 a v Rakúsku

2.1 Daňový bonus v Českej republike

Český daňový systém podobne ako ten slovenský, ponúka svojim daňovníkom rôzne daňové zvýhodnenia. Jedným z takýchto daňových zvýhodnení, ktoré upravuje zákon č. 586/1992 Sb. Zákon České národní rady o daních z příjmů (ďalej len „zákon o daniach z príjmov ČR“), je daňový bonus na vyživované dieťa, ktoré žije s daňovníkom v jednej domácnosti.

Prvou podmienkou, ktorou daňovníkovi vzniká nárok na uplatnenie daňového bonusu je, že daňovník musí byť daňovým rezidentom Českej republiky. Nárok na uplatnenie daňového bonusu plyní aj pre daňových nerezidentov pod podmienkou dosiahnutia 90 % príjmov zo zdrojov na území Českej republiky z celkových príjmov, ktoré daňovník dosiahol v zdaňovacom období, čo platí obdobne pre všetky ostatné skúmané krajiny.

Ďalšou podmienkou nároku na uplatnenie daňového bonusu je výška príjmu, ktorý daňovník dosiahol v zdaňovacom období. Daňový bonus na vyživované dieťa má nárok si uplatniť ten daňovník, ktorého zdaniteľné príjmy zo závislej činnosti a podnikania v zdaňovacom období presiahli minimálne 6-násobku minimálnej mzdy. Minimálna mzda v roku 2021 je v Českej republike stanovená vo výške 15 200 Kč (599,16 eur) sumy sú prepočítané kurzom ECB, teda súhrn príjmov daňovníka za zdaňovacie obdobie by mali prekročiť 91 200 Kč (3 594,94 eur).

Podobne ako v Slovenskej republike, tak aj v Českej republike nastala počas roka 2021 zmena, tu však v podobe zvýšenia daňového zvýhodnenia na 2 a viac detí s platnosťou od 1.7.2021. Prehľad súm daňového bonusu za rok 2021 uvádzame v nasledovnej tabuľke:

Tab. 2: Suma mesačného daňového bonusu v ČR v roku 2021

| Nárok na daňový bonus mesačne na: | Výška daňového bonusu do 30.6.2021 | Výška daňového bonusu od 1.7.2021 |
|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 1 dieťa | 1 267 Kč (49,94 eur) | 1 267 Kč (49,94 eur) |
| 2 dieťa | 1 617 Kč (63,74 eur) | 1 860 Kč (73,32 eur) |
| 3 a každé ďalšie dieťa | 2 017 Kč (79,51 eur) | 2 320 Kč (91,45 eur) |

Zdroj: vlastné spracovanie

Tieto vyššie sumy daňového bonusu sa uplatnia aj spätne od 1.1.2021, avšak rozdiel medzi pôvodnou výškou a novou za 6 mesiacov bude vyplatený až pri ročnom zúčtovaní za rok 2021, t. j. v roku 2022.

2.2 Daňový bonus v Poľsku

Aj Poľská legislatíva poskytuje nárok na zníženie sumy dane z príjmov, tzv. úľavu, pokiaľ daňovník v priebehu kalendárneho roka vykonával starostlivosť o vyživované dieťa, pôsobil ako zákonný zástupca vyživovanému dieťaťu, ktoré žilo s daňovníkom v spoločnej domácnosti a vykonával pestúnsku starostlivosť na základe rozhodnutia súdu alebo rozhodnutia miestneho úradu. Nárok na zníženie dane z príjmov majú podľa zákona z 26. júla 1991 o dani z príjmov fyzických osôb tak daňoví rezidenti, ako aj daňoví nerezidenti.

Uplatnenie zníženia sumy dane sa u fyzických osôb vykonáva každý mesiac alebo raz za rok, pokiaľ daňovník v predmetnom kalendárnom roku vykonával starostlivosť o vyživované dieťa žijúce s daňovníkom v spoločnej domácnosti. V zúčtovaní je možné nielen odpočítať úľavu od výšky dane, ktorá sa má zaplatiť, ale aj žiadať o vrátenie nevyužitej úľavy v hotovosti

alebo na bankový účet, ak si ju daňovník nemohol odpočítať napríklad z dôvodu nízkej odmeny.

Poľská daňová legislatíva upravuje podmienky maximálnej výšky zdaniteľných príjmov pre uplatnenie tejto úľavy. Pokiaľ daňovník žije v spoločnej domácnosti s manželkou/manželom, podmienkou uplatnenia nároku na zníženie dane je výška zdaniteľných príjmov manželov nepresahujúca 112 000 PLN (24 470,18 Eur). Pokiaľ daňovník vykonáva starostlivosť o vyživované dieťa ako slobodný alebo rozvedený rodič, prípadne vdovec, podmienkou uplatnenia nároku na zníženie dane je nepresiahnutie výšky zdaniteľných príjmov 56 000 PLN (12 235,09 Eur) za príslušné zdaňovacie obdobie.

Výška sumy, ktorou daňovník mesačne znižuje svoju daň sa odvíja od počtu vyživovaných detí žijúcich v spoločnej domácnosti s daňovníkom nasledovne:

- 92,67 PLN (20,25 Eur) – na prvé a druhé vyživované dieťa
- 166,67 PLN (36,41 Eur) – na tretie vyživované dieťa
- 225 PLN (49,16 Eur) – na štvrté a každé ďalšie vyživované dieťa

2.3 Daňový bonus v Rakúsku

Daňová legislatíva Rakúska a to konkrétne federálny zákon zo 7. júla 1988 o zdaňovaní príjmu fyzických osôb EStG 1988 (ďalej len „zákon o daniach z príjmu fyzických osôb AT“), ponúka svojim daňovníkom rôzne daňové zvýhodnenia v podobe rôznych typov daňových bonusov na vyživované deti. Nárok na daňový bonus má každý daňovník, ktorého 90 % zo všetkých zdaňovacích príjmov v príslušnom zdaňovacom období plynuli zo zdrojov na území Rakúska. Dôležité je však spomenúť, že ak by dieťa nežilo v Rakúsku, nemá nárok na tento daňový bonus, hoci by jeho rodičia žili aj pracovali v Rakúsku.

V roku 2020 zaviedlo Rakúsko výpočet výšky nároku na uplatnenie daňového bonusu na základe indexu životnej úrovne krajiny. Index životnej úrovne krajiny vydáva pravidelne Európska únia, ktorý je používaný Rakúskom na výpočet koeficientu zníženia rodinných prídavkov a daňových bonusov, pokiaľ vyživované deti nemajú trvalý pobyt na území Rakúska. Výška príspevku na dieťa bola v Rakúsku v roku 2021 stanovená vo výške 58,40 eur mesačne na každé vyživované dieťa, ktoré žije s daňovníkom v spoločnej domácnosti.

V roku 2019 zaviedlo Rakúsko nové daňové zvýhodnenia poskytované svojim daňovníkom. Ide o daňový bonus pre rodiny **Familienbonus Plus**. Nárok na daňový bonus má každý daňovník, ktorému boli v príslušnom zdaňovacom období vyplatené rodinné prídavky na každé vyživované dieťa žijúce v spoločnej domácnosti s daňovníkom. Na rozdiel od Slovenskej republiky nárok na uplatnenie daňového bonusu majú obidvaja manželia, pričom každý z manželov má nárok na uplatnenie polovice daňového bonusu. Výška sumy daňového bonusu Familienbonus Plus daňová legislatíva Rakúska rozdeľuje na dve kategórie podľa výšky veku dieťaťa:

- do 18. roku života dieťaťa,
- po 18. roku života dieťaťa.

V prvom prípade, keď vyživované dieťa žijúce v spoločnej domácnosti s daňovníkom nedovršilo 18. rok života v príslušnom zdaňovacom období, výška sumy daňového bonusu je 125 eur mesačne respektíve 1 500 eur ročne.

V druhom prípade kedy vyživované dieťa dovršilo 18. rok života v zdaňovacom období bude výška daňového bonusu Familienbonus Plus predstavovať sumu 41,68 eur mesačne, respektíve 500 eur ročne.

Ďalšiu možnosť zníženia základu dane majú daňovníci na každé vyživované dieťa prostredníctvom daňového bonusu **Alleinvertienerer**. Podmienkou nároku na uplatnenie tohto typu daňového bonusu je neprekročenie všetkých zdaniteľných príjmov v príslušnom zdaňovacom období sumu 6 000 eur.

Daňová legislatíva Rakúska myslí aj na daňovníkov, ktorí sami vychovávajú vyživované dieťa žijúce s daňovníkom v spoločnej domácnosti. Daňový bonus **Allenerzieher** je určený pre osamelých rodičov a žiteľov detí ako slobodné a rozvedené matky a otcovia, vdovy a vdovci.

2.4 Daňový bonus v Maďarsku

V zákone Zákon CXVII z roku 1995 o dani z príjmov fyzických osôb je takáto forma daňového bonusu označená ako **rodinná zľava**.

Nárok na uplatnenie daňového bonusu na vyživované dieťa na území Maďarska majú daňovníci, ktorí majú nárok na rodinné prídavky na dieťa vychovávané v spoločnej domácnosti s daňovníkom. Nárok na uplatnenie daňového bonusu vzniká 91. dňom tehotenstva. Za vyživované dieťa sa považuje dieťa do ukončenia povinnej školskej dochádzky. Po skončení povinnej školskej dochádzky sa vyživované dieťa preklasifikuje na závislú osobu až do 23-ho roku života, pokiaľ študuje na strednej alebo vysokej škole a pripravuje sa na budúce povolanie.

Daňovníkovi, ktorému vznikol nárok na uplatnenie daňového bonusu vo forme rodinnej zľavy upravuje daňová legislatíva pre fyzické osoby výšku sumy tohto mesačného daňového bonusu nasledovne (sumy uvedené v EUR sú prepočítané kurzom ECB):

- Jedno dieťa žijúce v spoločnej domácnosti – 10 000 HUF (27,76 EUR)
- Dve deti žijúce v spoločnej domácnosti – 20 000 HUF (55,52 EUR)
- Tri a viac detí žijúcich v spoločnej domácnosti – 33 000HUF (91,62 EUR)

Pokiaľ v spoločnej domácnosti vykonávajú starostlivosť o vyživované dieťa alebo deti dvaja daňovníci, zákon o dani z príjmov fyzických osôb Maďarska im umožňuje sumu daňového bonusu rozdeliť medzi obidvoch daňovníkov. Každý z daňovníkov má možnosť si určiť výšku sumy daňového bonusu, ktorú si chce uplatniť. Pokiaľ jednému z daňovníkov nevznikne nárok na uplatnenie daňového bonusu, druhý daňovník mu poskytne časť sumy daňového bonusu, ktorú si neuplatňuje.

3 Prípadová štúdia

Na nasledujúcej prípadovej štúdii si priblížime sumy daňových bonusov na vyživované dieťa, na ktoré majú fyzické osoby nárok v nami vybraných štátoch. Pre výpočet použijeme jednotnú výšku ročného zdaniteľného príjmu, ktorý plynul len zo závislej činnosti. Pri výpočte budeme počítat' s dvomi variantmi, kedy s daňovníkom bude v spoločnej domácnosti žiť jedno dieťa pri variante A a pri variante B budeme vychádzať z údajov, že s našim daňovníkom žijú v spoločnej domácnosti tri deti. V nasledujúcom výpočte budeme abstrahovať od ostatných možností zníženia dane, pre zníženie dane z príjmov použijeme iba daňové zvýhodnenia na vyživované dieťa respektíve deti. Pre každú konkrétnu krajinu platí, že dieťa/deti žijú s daňovníkom v danej krajine v spoločnej domácnosti.

Pri výpočte údajov vychádzame z aktuálneho stavu súm daňových bonusov platných od 1.7.2021. V krajinách, v ktorých hlavná mena je iná ako euro, sú sumy prepočítané kurzom ECB k 13.10.2021.

3.1 Variant A

V prvom **Variante A** budeme počítat' s tým, že fyzická osoba, ktorej sa daň z príjmov počíta, nedosiahla výšku príjmov viac ako 6000 eur v roku 2021. Pre zjednodušenie výpočtov odvodového zaťaženia a sústredenie sa na postatu, budeme vychádzať z jednotnej sumy dane z príjmov vo výške 1 000 eur. Daňovník vychováva spolu s manželkou v spoločnej domácnosti jedno vyživované dieťa vo veku 2 rokov, na ktoré si uplatňuje nárok na daňový bonus v plnej výške. Daňový bonus si v našom príklade rozhodla uplatniť fyzická osoba jednorázovo v daňovom priznaní.

V nasledujúcej tabuľke č. 3 vypočítame výšku zníženia sumy dane z príjmov na základe údajov, ktoré sme si určili.

Tab. 3: Výpočet výšky ročného daňového bonusu v eur - Variant A

| | Slovenská republika | Česká republika | Rakúsko | Poľsko | Maďarsko |
|---|---------------------|-----------------|-------------------------------|---------------|---------------|
| Daň z príjmov | 1 000 | 1 000 | 1 000 | 1 000 | 1 000 |
| Výška daňového bonusu | 557,28 | 599,28 | (700,80+1500+494) 2 694,80 | 243,00 | 333,12 |
| Daň z príjmov po úľave na daň. bonus | 442,72 | 400,72 | - 1 694,80 | 757,00 | 666,88 |

Zdroj: Vlastné spracovanie

Ako môžeme vidieť v tabuľke č. 3, každá z vybraných krajín poskytuje iné výšky súm daňových bonusov. V našom príklade najvyššiu sumu daňového bonusu si môže uplatniť fyzická osoba, ktorá žije a vykonáva pracovnú činnosť na území Rakúska. Z uvedeného vyplýva, že fyzická osoba pracujúca v Rakúsku, bude mať v našom príklade nárok na vrátenie dane vo výške 1 694,80 eur, nakoľko suma daňových zvýhodnení pre dieťa a rodinu je vyššia ako suma, ktorú má daňovník zaplatiť na dani z príjmov. Je to spôsobené tým, že fyzické osoby pracujúce na území Rakúska majú nárok na viaceré typy daňových bonusov. V našom príklade mala fyzická osoba nárok na klasický daňový bonus v sume 700,80 eur a takisto Familienbonus Plus na vyživované dieťa žijúce v spoločnej domácnosti v sume 1 500 eur. Keďže fyzická osoba nedosiahla v roku 2021 príjem vyšší ako 6 000 eur, vzniká fyzickej osobe nárok na daňový bonus *Allenverdienerer* v sume 494 eur. Ostatné štáty ponúkajú taktiež aj ďalšie rodinné zvýhodnenia a príspevky, avšak nie sú súčasťou takéhoto jedného balíka ako v Rakúsku a sú tam vždy viaceré kritéria a podmienky, ktoré treba splniť, aby mohli byť vyplatené, na rozdiel od Rakúska, kde sú vyplatené automaticky, preto sú v tejto prípadovej štúdii zobrazené. Ak by sme ich tu neuviedli, čistá suma daňového bonusu by bola len vo výške 700,80 eur, čo by predstavovalo aj tak najvyššiu sumu daňového bonusu spomedzi sledovaných krajín.

Naopak najvyššiu sumu dane z príjmov bude mať v našom príklade fyzická osoba pracujúca na území Poľska a to v sume 666,88 eur. Je to spôsobené tým, že výška daňového bonusu sa zvyšuje úmerne s počtom detí žijúcich v spoločnej domácnosti s fyzickou osobou a výraznejšie sa zvýši až pri troch deťoch.

V prípade Slovenskej republiky bude mať fyzická osoba nárok na zvýšenú sumu daňového bonusu, nakoľko dieťa nedovršilo 6 rokov života vo výške 557,28 eur a daň z príjmov po odpočítaní daňového bonusu vychádza 442,72 eur.

V prípade Českej republiky rovnako ako v Poľsku sa výška daňového bonusu odvíja od počtu detí žijúcich v spoločnej domácnosti s fyzickou osobou. Nakoľko v našom prípade žije s fyzickou osobou jedno vyživované dieťa bude výška daňového bonusu v sume 599,28 eur. Výška dane po úľave predstavuje sumu 400,72 eur.

Maďarsko odvíja výšku daňového bonusu rovnako od počtu detí žijúcich v spoločnej domácnosti, kde výška daňového bonusu na 1 dieťa je v sume 333,12 eur, z čoho vychádza výška dane po úľave v sume 666,88eur.

3.2 Variant B

V druhom **Variante B** dosiahla fyzická osoba v roku 2021 zdaniteľný príjem plynúci zo závislej činnosti vo výške 24 000 eur. Pre zjednodušenie výpočtu vychádzame z jednotného základu pre výpočet dane z príjmov v sume 5 000 eur. S fyzickou osobou žijú v spoločnej domácnosti tri deti vo veku 1, 12, 17 rokov, na ktoré si uplatňuje nárok na daňový bonus v plnej výške a to raz ročne v daňovom priznaní.

V nasledujúcej tabuľke č. 4 vypočítame výšku zníženia základu dane na základe údajov, ktoré sme si určili.

Tab. 4: Výpočet výšky ročného daňového bonusu v eur - Variant B

| | Slovenská republika | Česká republika | Rakúsko | Poľsko | Maďarsko |
|---|---------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| Daň z príjmov | 5 000 | 5 000 | 5 000 | 5 000 | 5 000 |
| Výška daňového bonusu | | | 700,80 | | |
| | | | + | | |
| | 557,28 | 599,28 | 700,80 | 243,00 | 333,12 |
| | + | + | + | + | + |
| | 473,64 | 879,84 | 700,80 | 243,00 | 666,24 |
| | + | + | + | + | + |
| | 278,64 | 1097,40 | 1 500 | 436,92 | 1 099,44 |
| | (1 309,56) | (2 576,52) | 1 500 | (922,92) | (2 098,80) |
| | | | + | | |
| | | | 1500 | | |
| | | | (6 602,40) | | |
| Daň z príjmov po úľave na daň. bonus | 3 690,44 | 2 423,48 | - 1 602,40 | 4 077,08 | 2 901,20 |

Zdroj: Vlastné spracovanie

Rovnako ako v prvom prípade aj pri variante B má nárok na najvyššiu sumu daňového bonusu fyzická osoba, ktorá pracuje a žije s deťmi na území Rakúska a to v sume 6 602,40 eur. Na rozdiel od prvého prípadu fyzická osoba, ktorá pracuje na území Rakúska nemá nárok na daňový bonus *Allenverdienerer*, nakoľko výška jej zdaniteľného príjmu bola v roku 2021 vyššia ako 6 000 eur. Keďže fyzická osoba mala nárok na vyššiu sumu daňového bonusu než je jej daňová povinnosť, môže si nárokovať na vrátenie dane vo výške 1 602,40 eur.

Na druhej strane rovnako ako v prvom prípade nárok na najnižšiu sumu daňového bonusu má fyzická osoba, ktorá pracuje na území Poľska a to v sume 922,92 eur. Výška sumy dane z príjmov po úľave je v prípade fyzickej osoby v Poľsku 4 077,08 eur.

Fyzická osoba pracujúca na území Slovenskej republiky si môže započítať sumu daňového bonusu vo výške 1 309,56 eur. Daň z príjmov na úhradu tak bude predstavovať sumu 3 690,44 eur.

V prípade fyzickej osoby pracujúcej na území Českej republiky sa výška sumy daňového bonusu zvyšovala úmerne s každým dieťaťom žijúcim v spoločnej domácnosti. Výške

daňového bonusu predstavovala v našom prípade sumu 2 576,52 eur a výška dane z príjmov po úľavách predstavovala sumu 2 423,48 eur.

V prípade fyzickej osoby z Maďarska výška daňového bonusu predstavovala sumu 2 098,80 eur a v našom prípade výška dane z príjmov po úľavách predstavovala sumu 2 901,20 eur.

3.3 Zhrnutie prípadovej štúdie

Každá z analyzovaných daňových legislatív poskytuje svojim daňovníkom rôzne výšky daňových bonusov na vyživované dieťa, ktoré po ich uplatnení znižujú výšku dane z príjmov na úhradu. Môžeme konštatovať, že každá z analyzovaných daňových legislatív upravuje rôzne podmienky uplatnenia daňového bonusu na vyživované dieťa. Každá z analyzovaných daňových legislatív umožňuje svojim daňovníkom uplatnenie nároku na daňový bonus, na vyživované dieťa zahrnuté mesačne do mzdy od zamestnávateľa alebo raz ročne v daňovom priznaní.

V nasledujúcej tabuľke č. 5 porovnáme podmienky vzniku nároku na uplatnenie daňového bonusu na vyživované dieťa na základe výšky zdaniteľných príjmov v príslušnom zdaňovacom období.

Tab. 5: Podmienky výšky zdaniteľného príjmu

| | Slovenská republika | Česká republika | Rakúsko | Poľsko | Maďarsko |
|--------------|---------------------|-----------------|---------|-----------------------------------|----------|
| Výška príjmu | > 3 738 eur | > 3 594,94 eur | - | < 24 470,18 eur/ 12 235,09 eur | - |

Zdroj: Vlastné spracovanie

Ako môžeme vidieť v tabuľke č. 5, daňové legislatívy vybraných štátov upravujú rôzne podmienky výšky zdaniteľných príjmov pri vzniku nároku uplatnenia daňového bonusu na vyživované dieťa. Daňové legislatívy Slovenskej a Českej republiky upravujú rovnaké podmienky minimálnej výšky príjmu pri vzniku nároku na uplatnenie daňového bonusu. Podmienkou pre vznik nároku je dosiahnutie zdaniteľných príjmov vo výške 6-násobku minimálnej mzdy. Keďže minimálne mzdy sú na Slovensku a Česku stanovené v rozdielnej výške, je rozdielna aj minimálna suma zdaniteľných príjmov pre vznik nároku na uplatnenie daňového bonusu.

Poľská daňová legislatíva upravuje na rozdiel od slovenskej a českej maximálnu výšku zdaniteľných príjmov pri vzniku nároku na uplatnenie daňového bonusu na vyživované dieťa. Daňová legislatíva rozdeľuje podmienku maximálnej výšky zdaniteľných príjmov na dve kategórie. Na rozdiel od predošlých daňových legislatív, daňové legislatívy Rakúska a Maďarska neupravujú podmienky výšky príjmu pre vznik nároku na uplatnenie daňového bonusu na vyživované dieťa.

V každej daňovej legislatíve má nárok na uplatnenie daňového bonusu každý daňový rezident aj daňový nerezident príslušného štátu. Daňový nerezidenti vybraných štátov majú nárok na uplatnenie daňového bonusu pokiaľ vykonávajú starostlivosť o vyživované dieťa žijúce s daňovníkom v spoločnej domácnosti v danej krajine. V nasledujúcej tabuľke č. 6 si zrekapitulujeme výšku sumy daňového bonusu na vyživované dieťa, ktoré poskytujú analyzované daňové legislatívy svojim daňovníkom prepočítaných na jeden mesiac a kurzom ECB v prípade cudzích mien. V prípade Slovenskej republiky a Česka sú údaje uvedené s legislatívou platnou od 1.7.2021, nakoľko v oboch krajinách došlo k zmenám práve k tomuto dátumu.

Tab. 6: Výška sumy mesačného daňového bonusu v analyzovaných štátoch od 1.7.2021

| Počet detí | Slovenská republika | Česká republika | Rakúsko | Poľsko | Maďarsko |
|------------|-----------------------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|
| 1 | 23,22/39,47/46,44 eur | 49,94 eur | 58,40 eur | 20,25 eur | 27,76 eur |
| 2 | 23,22/39,47/46,44 eur | 73,32 eur | 58,40 eur | 20,25 eur | 55,52 eur |
| 3 a viac | 23,22/39,47/46,44 eur | 91,45 eur | 58,40 eur | 36,41/49,16 eur | 91,62 eur |

Zdroj: Vlastné spracovanie

Ako môžeme vidieť v tabuľke č. 6, každá daňová legislatíva ponúka svojim daňovníkom rozdielne výšky súm daňového bonusu na vyživované dieťa. V prípade Slovenskej republiky daňová legislatíva neupravuje výšku sumy daňového bonusu na základe počtu vyživovaných detí žijúcich v spoločnej domácnosti s daňovníkom. Rozdielne výšky súm upravuje daňová legislatíva na základe veku vyživovaného dieťaťa. Pokiaľ vyživované dieťa nedovršilo 6 rokov života, výška sumy daňového bonusu je vo výške 46,44 eur. Pokiaľ vyživované dieťa dovŕšilo 6 rokov života a zároveň neprekročilo 15 rokov života výška sumy daňového bonusu je 39,47 eur a ak dieťa dovŕšilo viac ako 15 rokov suma daňového bonusu stanovená daňovou legislatívou od 1.7.2021 je vo výške 23,22 eur. Podľa vzoru krajín V4 sa však navrhuje, aby bol daňový bonus „odstupňovaný“ v závislosti od toho, či má daňovník jedno dieťa, dve deti alebo tri a viac detí za podmienky, že s ním žijú v spoločnej domácnosti.

Daňová legislatíva Českej republiky na rozdiel od slovenskej upravuje výšky súm daňového bonusu na základe počtu vyživovaných detí žijúcich v spoločnej domácnosti s daňovníkom. Pokiaľ s daňovníkom žije v spoločnej domácnosti jedno vyživované dieťa, výška daňového bonusu bola v roku 2021 stanovená v sume 49,94 eur. Pokiaľ s daňovníkom žijú v spoločnej domácnosti dve vyživované deti, výška daňového bonusu je od 1.7.2021 v sume 73,32 eur na druhé dieťa. Pokiaľ s daňovníkom žijú v spoločnej domácnosti 3 a viac detí, výška daňového bonusu je v sume 91,45 eur na tretie a každé ďalšie dieťa. Daňová legislatíva Českej republiky takisto ponúka svojim daňovníkom nárok na uplatnenie daňovej zľavy, ak ich vyživované dieťa navštevuje predškolské zariadenie. Výška daňovej zľavy závisí od výšky nákladov vynaložených na predškolské zariadenie.

Rakúska daňová legislatíva rovnako ako slovenská daňová legislatíva v rámci daňového bonusu neupravuje výšku daňového bonusu na základe počtu vyživovaných detí žijúcich v spoločnej domácnosti s daňovníkom. Daňový bonus je v sume 58,40 eur na každé vyživované dieťa. Je dôležité podotknúť, že rakúska daňová legislatíva ponúka ďalšie daňové zvýhodnenia.

Poľská daňová legislatíva ponúka rovnako ako slovenská uplatnenie nároku na daňový bonus mesačne. Na rozdiel od slovenskej, poľská daňová legislatíva určuje výšku sumy daňového bonusu na základe počtu detí, ktoré žijú s daňovníkom v spoločnej domácnosti.

4 Záver

Na základe získaných výsledkov, ktoré sme získali analýzou daňových legislatív vybraných štátov, môžeme konštatovať, že najlepšie daňové zvýhodnenia svojim daňovníkom z pomedzi vybraných štátov ponúka rakúska daňová legislatíva. Môžeme to pripísať sociálnej politike, ktorú Rakúsko v poslednom období praktizuje. Rakúska daňová legislatíva ako jediná z vybraných štátov ponúka viaceré možnosti uplatnenia nároku na daňový bonus na vyživované dieťa. Nevýhodou podľa nášho názoru je, že rakúska daňová legislatíva rozdeľuje výšku súm daňových bonusov podľa indexu životnej úrovne krajiny každoročne vydaného Európskou úniou. Po započítaní indexu životnej úrovne krajiny dochádza k diskriminácii občanov krajín, s nízkym indexom životnej úrovne krajiny. Podľa nášho názoru by slovenská daňová legislatíva mala prehodnotiť spôsob výpočtu výšky sumy daňového bonusu. Aktuálny spôsob výpočtu sumy daňového bonusu na vyživované dieťa je stanovený podľa veku vyživovaného dieťaťa.

Tento spôsob nie je podľa nášho názoru dostatočne motivujúci vychovávať viacej detí. Lepšou alternatívou je podľa nášho názoru rovnako ako v ostatných štátoch, výpočet sumy daňového bonusu podľa počtu vyživovaných detí žijúcich v spoločnej domácnosti s daňovníkom. Spôsob výpočtu sumy daňového bonusu na základe počtu vyživovaných detí žijúcich v spoločnej domácnosti s daňovníkom, by podľa nášho názoru viedlo k motivácii vychovávať viac ako jedno vyživované dieťa. Vyšší počet vyživovaných detí vedie k vyšším nákladom na chod domácnosti ale nakoľko by sa výška sumy daňového bonusu odvíjala od počtu vyživovaných detí, náklady by aspoň čiastočne kompenzovala výška daňového bonusu. Nakoľko v dnešnej dobe podľa Štatistického úradu Slovenskej republiky obyvateľstvo starne a demografická krivka je vysoká, vyšší počet vyživovaných detí by podľa nášho názoru viedol k zlepšeniu demografickej krivky Slovenskej republiky. Takisto by to podľa nášho názoru viedlo v budúcnosti k zlepšeniu ekonomiky Slovenskej republiky. Vyšším počtom vyživovaných detí by v budúcnosti vznikol vyšší počet pracovnej sily, čo by viedlo k zlepšeniu HDP Slovenskej republiky

Príspevok bol spracovaný ako jeden z výstupov riešenia projektu VEGA č. 1/0517/20
Virtuálne kryptosiete ako relevantný nástroj na elimináciu ekonomickej kriminality.

Literatúra

- [1] Andrejovska, A. (2019) Efektívna daňová sadzba v kontexte ekonomických determinantov. MONTENEGRIN JOURNAL OF ECONOMICS Zväzok: 15 Vydanie: 2 Strany: 31-40.
- [2] Cho, EYN (2017) Portfóliá prídavkov na deti v krajinách OECD. Výskum sociálnych indikátorov 132 (3), s. 1099-1115, <https://doi.org/10.1007/s11205-016-1334-1>
- [3] Jahoda, R., Godarova, J. (2012) Čo vieme o bonuse na dieťa v Českej republike a čo by sme chceli vedieť. 16. medzinárodná konferencia o moderných a súčasných trendoch výskumu verejného sektora, s. 110-118.
- [4] Lénártová, G. (2015). Daňové systémy, Ekonóm, Bratislava, 297s. ISBN 978-80-2254-029-2.
- [5] Paliderova, M., Bielikova, A., Spuchlakova, E. (2015) Aplikácia daňového bonusu Slovenská a Česká republika. 4. svetová konferencia o obchode, ekonomike a manažmente (VCBEM) 26, s. 404-410. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00812-6](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00812-6)
- [6] Vašeková, M., Mateášová, M. (2017) Analýza daňového zaťaženia v Slovenskej republike s dôrazom na odpisy. In Výročná konferencia o financiách a účtovníctve. Nové trendy v oblasti financií a účtovníctva: zborník zo 17. výročnej konferencie o financiách a účtovníctve [ACFA 2016]: [27. mája 2016, Vysoká škola ekonomická v Prahe, Česká republika] [elektronický zdroj]. - Cham: Springer.
- [7] Vostatek, J. (2016) Fiskalizácia prídavkov na deti. 21. medzinárodná konferencia o teoretických a praktických aspektoch verejných financií 2016, s. 326-331
- [8] Zákon č. 595/2003 Z. z. o dani z príjmov v znení neskorších predpisov.
- [9] Zákon č. 311/2001 Z. z. Zákonník práce v znení neskorších predpisov.
- [10] Zákon č. 586/1992 Sb. Zákon Českej národnej rady o daniach z príjmu v znení neskorších predpisov.
- [11] Zákon č. 117/1995 Sb. Zákon o státní sociální podpoře v znení neskorších predpisov.
- [12] Federálny zákon zo 7. júla 1988 o zdaňovaní príjmu fyzických osôb EStG 1988 v znení neskorších predpisov.
- [13] Zákon z 26. júla 1991 o dani z príjmu fyzických osôb v znení neskorších predpisov.
- [14] 1995. CXVII. zákon o dani z príjmu fyzických osôb v znení neskorších predpisov.

Analýza výskytu mnohopočetných zdravotných komplikácií pri ochorení diabetes mellitus 2. typu

Erik Šoltés¹, Patrícia Jánošíková²

Abstrakt

Článok analyzuje výskyt mnohopočetných zdravotných komplikácií pri ochorení diabetes mellitus 2. typu na základe vzorky 821 pacientov. Ide o štatistickú analýzu, ktorá vychádza z analýzy marginálnych stredných hodnôt ako aj z testovania a odhadovania lineárnych kombinácií parametrov binomického logistického regresného modelu prostredníctvom príkazov LSMEANS, CONTRAST a ESTIMATE v procedúrach PROC GENMOD a PROC LOGISTIC v programovacom jazyku SAS. Cieľom článku je identifikovať faktory, ktoré ovplyvňujú výskyt mnohopočetných komplikácií pri uvedenom ochorení a kvantifikovať ich vplyv. Výsledkom výskumu je aj identifikovanie najrizikovejších a najmenej rizikových skupín diabetikov z hľadiska výskytu mnohopočetných komplikácií a odhad pravdepodobnosti výskytu mnohopočetných komplikácií pre tieto skupiny pacientov.

Kľúčové slová

diabetes mellitus 2. typu, mnohopočetné zdravotné komplikácie, logistická regresia, marginálne stredné hodnoty, príkaz CONTRAST, príkaz ESTIMATE

Abstract

The article analyses the incidence of multiple health complications in type 2 diabetes mellitus based on a sample of 821 patients. It is a statistical analysis based on the analysis of least squares means as well as testing and estimating linear combinations of binomial logistic regression model parameters using LSMEANS, CONTRAST and ESTIMATE statements in PROC GENMOD and PROC LOGISTIC in the SAS programming language. The aim of the article is to identify the factors that influence the occurrence of multiple complications of the disease and quantify their impact. The result of the research is also the identification of the groups of diabetics with the highest and the lowest risk in terms of the occurrence of multiple complications and the estimation of the probability of the occurrence of multiple complications for these groups of patients.

Key words

type 2 diabetes mellitus, multiple health complications, logistic regression, marginal means, CONTRAST statement, ESTIMATE statement

JEL classification

C2, C25, I100

1 Úvod

Diabetes mellitus predstavuje celospoločenský problém a označuje sa ako epidémia tretieho tisícročia. Toto ochorenie má v súčasnosti približne pol miliardy ľudí na celom svete a Medzinárodná diabetická federácia (IDF – International Diabetes Federation) odhaduje, že do roku 2045 vzrastie počet pacientov s týmto ochorením na 700 miliónov (IDF, 2019).

¹ Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra štatistiky, Dolnozemska cesta 1, 852 35 Bratislava, erik.soltes@euba.sk.

² Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky, Dolnozemska cesta 1, 852 35 Bratislava, pjanosikova1@student.euba.sk.

Na Slovensku sa v roku 2019 liečilo na cukrovku 370 665 diabetikov, čo predstavuje 6 791,4 prípadov na 100 000 obyvateľov SR, pričom 90,9 % malo diabetes mellitus 2. typu (NCZI, 2021). Počet diabetických pacientov má aj na Slovensku rastúci trend. Zo správy NCZI (2021) vyplýva, že v období rokov 2009-2019 počet dispenzarizovaných pacientov s diabetes mellitus 2. typu prepočítaných na 100 000 obyvateľov priemerne ročne rástol o 1 %. Pozitívnu stránkou je, že v uvedenom období sa podiel tých pacientov s diabetes mellitus, ktorí majú sprievodné ochorenia, znižuje. Podľa NCZI (2021) najvýraznejší percentuálny pokles v roku 2019 oproti roku 2009 na Slovensku evidujeme pri očných komplikáciách (o 33 %), artériovej hypertenzii (o 33%) a obličkových komplikáciách (o 32 %). Medzi najčastejšie komplikácie a sprievodné ochorenia však stále patria poruchy metabolizmu lipidov (v roku 2019 38,1 na 1 000 diabetikov), artériová hypertenzia (35,7 prípadov na 1 000 diabetikov), diabetická neuropatia (19,4 prípadov na 1 000 diabetikov), očné komplikácie (13,3 prípadov na 1 000 diabetikov) a obličkové komplikácie (11,2 na 1 000 diabetikov).

V článku skúmame výskyt mnohopočetných zdravotných komplikácií u pacientov s diabetes mellitus 2. typu, pričom vychádzame z anonymizovanej databázy, ktorú nám poskytla doc. MUDr. Katarína Rašlová, CSc. z Metabolického centra. V našej analýze sme abstrahovali od pacientov, ktorí majú „len“ nervové komplikácie alebo obličkové komplikácie a analyzovali sme 841 pacientov, ktorí mali mnohopočetné komplikácie (483 pacientov) alebo mali diabetes mellitus 2. typu bez komplikácií (338 pacientov). Cieľom článku je identifikovať faktory, ktoré signifikantne ovplyvňujú výskyt mnohopočetných zdravotných komplikácií pri ochorení diabetes mellitus 2. typu alebo sú signifikantne asociované s týmto výskytom a posúdiť vplyv týchto faktorov. Vplyv identifikovaných faktorov je v článku kvantifikovaný prostredníctvom odhadnutých pomerov šancí a pravdepodobností výskytu mnohopočetných zdravotných komplikácií, a to pre rôzne skupiny pacientov. Na tento účel je v článku využitá logistická regresia a v rámci nej:

- analýza marginálnych stredných hodnôt, tzv. LS-means (least squares means), ktorá je realizovaná v procedúre PROC GENMOD v SAS Enterprise Guide;
- kontrastná analýza, ktorá je realizovaná prostredníctvom príkazu CONTRAST v rámci PROC LOGISTIC v programovacom jazyku SAS;
- predikcia, na ktorú je využitý príkaz ESTIMATE v rámci PROC LOGISTIC.

Článok má aplikačný charakter a vzhľadom na obmedzenie rozsahu sa nezaobrá metodikou. Čitateľ nájde potrebné teoretické poznatky k aplikácii binomickej logistickej regresii, ktorá je využitá v tomto článku, napr. v (Allison, 2012) alebo (Vojtková a Stankovičová, 2020). Kým logistická regresia je veľmi často využívaná, analýza marginálnych stredných hodnôt a kontrastná analýza sa v slovenskej odbornej literatúre zameranej na štatistiku aplikuje zriedkavo. Treba však povedať, že analýza marginálnych stredných hodnôt a kontrastná analýza sa pomerne intenzívne využívajú v prírodných vedách, napr. v ekológii a v environmentalistike (Quigley, et al., 2018; Rivers et al., 2017), v botanike (Byrne et al., 2017; Huzar-Novakowski and Dorrance, 2018), v biológii (Colin et al., 2018; Zhao et al., 2019) a v humánnych vedách, napr. v medicíne a v športovej medicíne (Bae et al., 2017; Bergelt et al., 2020) a v psychológii (Olivera-La Rosa et al., 2020).

Kým mnohé vedecké články využívajú analýzu marginálnych stredných hodnôt, aplikácia kontrastnej analýzy je oveľa menej rozšírená, a to aj napriek tomu, že ide o relatívne jednoduchú a efektívnu štatistickú metódu na testovanie rozdielov medzi skupinami stredných hodnôt. Ako uvádza Haans (2018) príčinou zriedkavého využívania tejto metódy (napriek svojim výhodám) je, že v mnohých štatistických softvérových balíkoch sa neimplementuje pohodlným spôsobom. Littell et al. (2010) však poskytujú detailný opis postupov aplikácie analýzy marginálnych stredných hodnôt a kontrastnej analýzy v softvéri SAS, najmä v rámci procedúry PROC GLM. Šoltés, Zelinová a Bilíková (2019) a Košíková a Šoltés (2020) ukazujú, že aplikácia predmetných príkazov LSMEANS, CONTRAST a ESTIMATE je

v programovacom jazyku SAS pomerne jednoduchá. Kým uvedené články využívajú tieto príkazy v rámci všeobecných lineárnych modelov (PROC GLM), tak v tomto článku sa uvedené príkazy aplikujú v rámci procedúry zovšeobecnených lineárnych modelov (PROC GENMOD) a procedúry logistickej regresie (ROC LOGISTIC). V týchto procedúrach sú určité špecifiká, o ktorých sa čitateľ môže dočítať napr. v (SAS Institute Inc., 2015a) alebo (SAS Institute Inc., 2015b).

Poznamenajme, že v našej analýze sme pre kategoriálne faktory (vysvetľujúce premenné) použili referenčné kódovanie, pri ktorom umelá premenná vytvorená pre príslušnú kategóriu toho-ktorého faktora nadobúda hodnotu 1, ak pacient patrí do príslušnej kategórie, a nadobúda hodnotu 0, ak pacient nepatrí do tejto kategórie. Pre referenčnú kategóriu sa nevytvára umelá premenná, pretože tá by bola lineárnou kombináciou umelých premenných vytvorených pre ostatné kategórie príslušného faktora. Ak všetky umelé premenné vytvorené pre príslušný faktor nadobúdajú hodnotu 0, tak ide o pacienta z referenčnej kategórie. Špecifiká iných spôsobov kódovania a príslušných interpretácií poskytuje napr. (Darlington a Hayes, 2016). O referenčnom kódovaní a kódovaní efektu vo vzťahu k zápisu príkazov CONTRAST a ESTIMATE pojednávajú Pasta (2005) a Lemus (2016).

2 Overenie významnosti vplyvu vybraných faktorov na šancu mnohopočetných komplikácií u pacientov s diabetes mellitus 2. typu a úprava vybraných faktorov

Výsledky prezentované v článku sa vzťahujú na model binomickej logistickej regresie s cieľovou premennou *Diag_Code*, ktorá nadobúda dve obmeny:

- 1 – mnohopočetné zdravotné komplikácie,
- 0 – bez zdravotných komplikácií.

a s vysvetľujúcimi premennými uvedenými v Tab. 1. Keďže početnosti niektorých obmien boli nedostačujúce, pristúpili sme k zlúčeniu niektorých obmien (pozri stĺpec Nové obmeny). Pre každú jednu kategoriálnu premennú sme určili referenčnú kategóriu. Referenčné kategórie sú v Tab. 1 zvýraznené.

Tab. 1: Kategoriálne vysvetľujúce premenné

| Názov premennej | Pôvodné obmeny | Nové obmeny |
|--|-------------------------|--------------------|
| Vek_Int Age_Int | 29-44 | 29-44 |
| | 45-54 | 45-54 |
| | 55-64 | 55-64 |
| | 65-74 | 65-74 |
| | 75-84 | 75-84 |
| | 85+ | 85+ |
| Krvný tlak diastolický Blood_Pressure_Diastolic | Veľmi nízky | low_blood_pressure |
| | Nízky tlak | |
| | Nižší normálny | z_normal |
| | Normálny | |
| | Prehypertenzia | prehypertension |
| | Vysoký tlak - stupeň 1. | hypertension123 |
| | Vysoký tlak - stupeň 2. | |
| | Vysoký tlak - stupeň 3. | |
| neuveďené | not_specified | |

| | | |
|-------------------------------------|---|-----------------|
| ATC lieky <i>ATC_Drug</i> | A10A – inzulíny a analógy | A10A |
| | A10BA – biguanidy | z_A10BA |
| | A10BB – deriváty sulfonylmočoviny | A10BB |
| | A10BD – biguanidy a sulfónamidy v kombinácii | A10BD |
| | C10A – liečivá znižujúce cholesterol a triacylglyceroly | C10A |
| | Iné | Others |
| BMI index <i>BMI_Code</i> | Podváha | Underweight |
| | Optimálna váha | z_normal |
| | Nadváha | Overweight |
| | Obezita | Obese |
| | Silná obezita | Extremely_obese |
| Pohlavie <i>Gender</i> | Muž | M |
| | Žena | W |

Zdroj: Vlastné spracovanie

Model s faktormi uvedenými v Tab. 1 bol štatisticky významný ($p < 0,0001$) a každý z týchto faktorov je na hladine významnosti 0,1 štatisticky významne asociovaný s rizikom mnohopočetných zdravotných komplikácií u pacientov s diabetes mellitus 2. typu (pozri Tab. 2). Pochopiteľne v prípade faktora *ATC_Drug* (kategória liekov, ktoré pacient užíva) nemôžeme hovoriť o kauzálnej závislosti, ale je to naopak, že pacient užíva dané lieky, pretože má príslušné komplikácie. Táto premenná je v pozícii kontrolnej premennej.

Tab. 2: Test významnosti vplyvu vybraných faktorov na šancu mnohopočetných komplikácií pri ochoreni diabetes mellitus 2. typu

| Type 3 Analysis of Effects | | | |
|-----------------------------|----|-----------------|------------|
| Effect | DF | Wald Chi-Square | Pr > ChiSq |
| ATC_Drug | 5 | 179.0085 | <.0001 |
| Blood_Pressure_Diast | 4 | 37.7415 | <.0001 |
| Age_Int | 5 | 30.6170 | <.0001 |
| BMI_Code | 4 | 10.8221 | 0.0286 |
| Gender | 1 | 3.3259 | 0.0682 |

Zdroj: Vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Posudzované faktory majú s výnimkou faktora *Gender* signifikantný vplyv aj na hladine významnosti 0,05. Po exponenciálnej transformácii bodového odhadu logitu pomeru šancí ($Estimate = 0,3424$ v Tab. 3) zistíme, že pri fixovaní ostatných faktorov, t. j. za podmienky *ceteris paribus*, majú muži o 40,8 % vyššiu šancu mnohopočetných komplikácií ako ženy. S 90 % pravdepodobnosťou je u mužov táto šanca o minimálne 3,4 % a maximálne o 91,8 % vyššia ako u žien. Na potvrdenie vplyvu pohlavia na výskyt mnohopočetných komplikácií a na presnejšiu kvantifikáciu tohto vplyvu by bolo potrebné náš záver potvrdiť, alebo naopak vyvrátiť, ďalším výskumom. V prípade ostatných faktorov sú závery jednoznačnejšie.

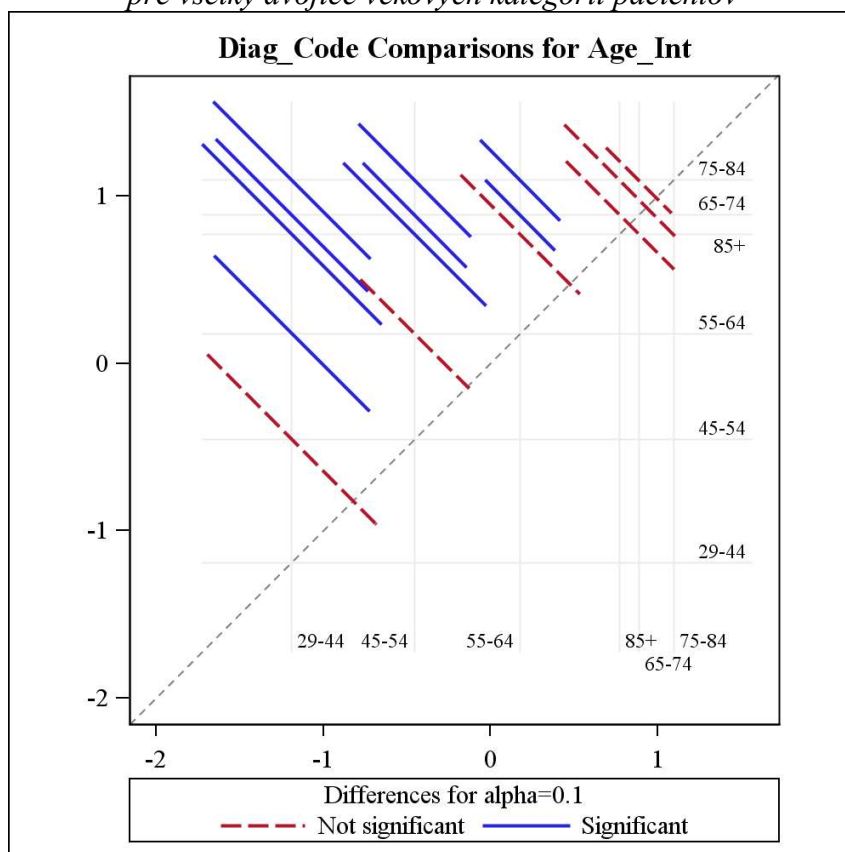
Tab. 3: Overenie zhody marginálnych stredných hodnôt logitu u mužov a žien

| Differences of Gender Least Squares Means | | | | | | | | |
|---|---------|----------|----------------|---------|---------|-------|---------|--------|
| Gender | _Gender | Estimate | Standard Error | z Value | Pr > z | Alpha | Lower | Upper |
| M | W | 0.3424 | 0.1877 | 1.82 | 0.0682 | 0.1 | 0.03357 | 0.6511 |

Zdroj: Vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Pozrime sa na vplyv veku na výskyt mnohopočetných zdravotných komplikácií u pacientov s diabetes mellitus 2. typu (Obr. 1).

Obr. 1: Overenie zhody marginálnych stredných hodnôt logitu pre všetky dvojice vekových kategórií pacientov



Zdroj: Vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Na základe porovnania marginálnych stredných hodnôt (LS-means) medzi jednotlivými dvojicami vekových kategórií (Obr. 1) zistíme, že medzi vekovými kategóriami 29-44 a 45-54 nie je signifikantný rozdiel ($p = 0,2331$). V tomto prípade môžeme tieto dve kategórie zlúčiť a vytvoriť novú kategóriu – 29-54-ročných pacientov. Na hladine významnosti 0,1 nie sú štatisticky významné rozdiely ani medzi vekovými kategóriami 45-54 a 55-64 a medzi vekovými kategóriami 55-64 a 85+. Pri týchto dvoch dvojiciach zatiaľ nepristúpime k zlučovaniu, pretože v prvom prípade je výsledok testu veľmi tesný ($p = 0,1096$) a v druhom prípade ($p = 0,1710$) vekové kategórie 55-64 a 85+ na seba nenadväzujú.

Nevýznamné rozdiely vidíme aj medzi všetkými dvojicami vekových kategórií 65-74, 75-84 a 85+ ($p = 0,3849$, $p = 0,4239$ a $p = 0,7706$). Keďže nejde len o dvojicu vekových kategórií, ale ide o tri obmeny, tento výsledok automaticky neznamená, že môžeme predpokladať zhodu marginálnych stredných hodnôt logitu medzi týmito tromi vekovými

kategóriami pacientov. Opodstatnenosť zlúčenia uvedených intervalov veku pacientov, preto overíme využitím príkazu CONTRAST v rámci procedúry PROC LOGISTIC. Na overenie hypotézy o zhode predmetných marginálnych stredných hodnôt

$$H_0 : \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$$

použijeme simultánne testovanie dvoch nulových hypotéz. Vyššie uvedenú zhodu 3 stredných hodnôt vieme zapísať rôznou dvojicou jednoduchých nulových hypotéz, napríklad týchto dvoch

$$H_0 : \mu_5 = \mu_6 \quad \text{a} \quad H_0 : \mu_4 = \frac{\mu_5 + \mu_6}{2}$$

Tieto hypotézy prepíšeme v tvare lineárnych kombinácií

$$H_0 : \mu_5 - \mu_6 = 0 \quad \text{a} \quad H_0 : \mu_4 - 0,5\mu_5 - 0,5\mu_6 = 0$$

a koeficienty stojace pri stredných hodnotách v lineárnej kombinácii využijeme v príkaze CONTRAST. Pri simultánnom testovaní sa využije jeden príkaz CONTRAST a zápis čiastkových hypotéz sa oddelí čiarkou. Potom pre náš prípad má príkaz CONTRAST takúto syntax:

CONTRAST '4-5-6' Age_Int 0 0 0 1 -1, Age_Int 0 0 0 1 -0.5 -0.5;

Po spustení príkazu získame výstup v Tab. 4.

Tab. 4: Overenie zhody marginálnych stredných hodnôt logitu pre vekové kategórie pacientov 65-74, 75-84 a 85+

| Contrast Test Results | | | |
|-----------------------|----|-----------------|------------|
| Contrast | DF | Wald Chi-Square | Pr > ChiSq |
| 4-5-6 | 2 | 1.0396 | 0.5946 |

Zdroj: Vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Na základe výsledku testu v Tab. 4 ($p = 0,5946$) nulovú hypotézu $H_0 : \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$ na hladine významnosti 0,1 nezamietame, a teda nemáme dostatok dôkazov, aby sme mohli predpokladať, že šanca mnohopočetných komplikácií u pacientov s diabetes mellitus 2. typu je vo vekových kategóriách 65-74, 75-84 a 85+ rôzna. Uvedené 3 vekové kategórie preto zlúčime.

Pôvodný počet 6 vekových kategórií sme vyššie uvedeným postupom zredukovali na 3 vekové kategórie, a to 29-54, 55-64 a 65+, medzi ktorými sú podľa Tab. 5 signifikantné rozdiely ($p = 0,0183$, $p < 0,0001$, $p = 0,0014$) z pohľadu šance mnohopočetných komplikácií.

Tab. 5: Overenie zhody marginálnych stredných hodnôt logitu pre všetky dvojice nových vekových kategórií pacientov

| Differences of Age_Int Least Squares Means | | | | | |
|--|----------|----------|----------------|---------|---------|
| Age_Int | _Age_Int | Estimate | Standard Error | z Value | Pr > z |
| 29-54 | 55-64 | -0.8405 | 0.3564 | -2.36 | 0.0183 |
| 29-54 | 65+ | -1.6106 | 0.3300 | -4.88 | <.0001 |
| 55-64 | 65+ | -0.7700 | 0.2410 | -3.20 | 0.0014 |

Zdroj: Vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Podľa odhadov logitov pomerov šancí (stĺpec *Estimate*) vieme podobne ako v prípade faktora *Gender* (Tab. 3) jednoducho kvantifikovať pomer šancí medzi jednotlivými dvojicami vekových kategórií. S využitím štandardných odchýlok (stĺpec *Standard Error*) vieme okrem bodových odhadov pomerov šancí vypočítať aj ich intervalové odhady. Z pohľadu mnohopočetných zdravotných komplikácií pri ochorení diabetes mellitus 2. typu je najrizikovejšia skupina pacientov vo veku 65+ a najmenej riziková je skupina pacientov 29 až 54-ročných, pričom pacienti vo veku 65+ majú približne 5-násobne vyššiu šancu mnohopočetných komplikácií ako pacienti vo veku 29 až 54 rokov. Poznamenajme, že uvedená interpretácia platí za podmienky fixovania ostatných faktorov uvedených v Tab. 1.

V prípade ostatných faktorov (*ATC_Drug*, *BMI_Code*, *Blood_Pressure_Diastolic*) sa na hladine významnosti 0,1 medzi niektorými dvojicami kategórií príslušného faktora tiež nepotvrdil štatisticky významný rozdiel, avšak z dôvodu logických súvislostí sme v týchto prípadoch nepristúpili k zlučovaniu kategórií.

3 Odhad modelu binomickej logistickej regresie a odhad pomerov šancí

Odhad parametrov modelu binomickej logistickej regresie získaný metódou maximálnej vierohodnosti a odhad pomerov šancí je uvedený v Tab. 6.

Tab. 6: Odhady parametrov modelu binomickej logistickej regresie a odhady pomerov šancí

| Analysis of Maximum Likelihood Estimates | | | |
|--|----------|------------|------------|
| Parameter | Estimate | Odds Ratio | Pr > ChiSq |
| Intercept | -0.8899 | . | 0.0012 |
| ATC_Drug A10A vs z_A10BA | 3.8669 | 47.794 | <.0001 |
| ATC_Drug A10BD vs z_A10BA | 3.3166 | 27.566 | <.0001 |
| ATC_Drug A10BB vs z_A10BA | 2.0694 | 7.920 | <.0001 |
| ATC_Drug C10A vs z_A10BA | 1.7584 | 5.803 | <.0001 |
| ATC_Drug Others vs z_A10BA | 1.3060 | 3.692 | <.0001 |
| Blood_Pressure hypertension 123 vs z_normal | 0.1264 | 1.135 | 0.7201 |
| Blood_Pressure prehypertension vs z_normal | 0.4200 | 1.522 | 0.1226 |
| Blood_Pressure low_blood_pressure vs z_normal | -0.0509 | 0.950 | 0.8374 |
| Blood_Pressure not_specified vs z_normal | -1.5443 | 0.213 | <.0001 |
| Age_Int 29-54 vs 65+ | -1.6105 | 0.200 | <.0001 |
| Age_Int 55-64 vs 65+ | -0.7700 | 0.463 | 0.0014 |
| BMI_Code Extremely obese vs z_normal | -1.0559 | 0.348 | 0.1152 |
| BMI_Code obese vs z_normal | 0.6013 | 1.825 | 0.0373 |
| BMI_Code overweight vs z_normal | 0.0102 | 1.010 | 0.9625 |
| BMI_Code underweight vs z_normal | -0.5171 | 0.596 | 0.1030 |
| Gender M vs W | 0.3389 | 1.403 | 0.0703 |

Zdroj: Vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Úspešnosť tohto modelu pri predikcii bola na úrovni 85 %. Model budeme interpretovať prostredníctvom bodových odhadov pomerov šancí (stĺpec *Odds Ratio*). Tieto pomery šancí budeme interpretovať za podmienky *ceteris paribus*, t. j. za podmienky, že všetky ostatné vysvetľujúce premenné zaradené do modelu ostávajú na konštantnej úrovni.

Z pohľadu liekov, ktoré pacient užíva, majú najmenšiu šancu mnohopočetných komplikácií pacienti užívajúci lieky klasifikácie A10BA (biguanidy). Naopak, najvyššiu pravdepodobnosť, že pacient s cukrovkou 2. typu bude mať mnohopočetné komplikácie oproti pravdepodobnosti, že nebude mať komplikácie, je u pacientov, ktorí užívajú lieky klasifikácie A10A (inzulíny a analógy), u ktorých je predmetná šanca takmer 48-násobne vyššia ako u pacientov, ktorí majú predpísané lieky klasifikácie A10BA (biguanidy). V porovnaní s referenčnou kategóriou pacientov – pacienti užívajúci lieky klasifikácie A10BA (biguanidy) majú pacienti užívajúci lieky klasifikácie A10BD (biguanidy a sulfónamidy v kombinácii), A10BB (deriváty sulfonylmočoviny), C10A (liečivá znižujúce cholesterol a triacylglyceroly) predmetnú šancu takmer 27,6-násobne, 7,9-násobne, resp. 5,8-násobne vyššiu.

Aj keď naša analýza ukázala, že diastolický krvný tlak je signifikantne asociovaný so šancou výskytu mnohopočetných komplikácií, Tab. 6 ukazuje, že s výnimkou kategórie *not_specified* nemajú žiadne kategórie diastolického krvného tlaku signifikantne odlišnú šancu výskytu mnohopočetných komplikácií od kategórie pacientov s normálnym tlakom. Keďže nemáme žiadne informácie o tom, prečo niektorí pacienti nemali zaznamenaný diastolický krvný tlak, nevieme primerane interpretovať alebo aspoň čiastočne vysvetliť tento výsledok.

Pokiaľ ide o vplyv veku na šancu výskytu mnohopočetných komplikácií u pacientov s diabetes mellitus, tak výsledky v Tab. 6 korešponujú s výsledkami uvedenými v Tab. 5, ktoré sme už interpretovali. Podobne je to v prípade vplyvu faktora pohlavie (*Gender*), pričom určité odlišnosti v Tab. 6 od výsledkov, ktoré sú uvedené v Tab. 3, sú spôsobené úpravou premennej *Age_Int* (pôvodný počet 6 vekových kategórií sme redukovali na 3 kategórie).

Z pohľadu telesnej hmotnosti klasifikovanej podľa BMI majú najväčšiu šancu mnohopočetných komplikácií pacienti, ktorí sú obézni. Pravdepodobnosť, že budú mať takéto komplikácie oproti pravdepodobnosti, že budú bez pridružených komplikácií, je o 82,5 % vyššia ako u pacientov, ktorých hmotnosť je podľa BMI klasifikovaná ako optimálna (obmena z *_normal*). U pacientov, ktorí trpia nadváhou, sú extrémne obézni alebo majú podváhu neexistuje štatisticky významný rozdiel predmetnej šance v porovnaní s pacientmi, ktorých hmotnosť je podľa BMI optimálna ($p = 0,9625$, $p = 0,1152$, $p = 0,1030$).

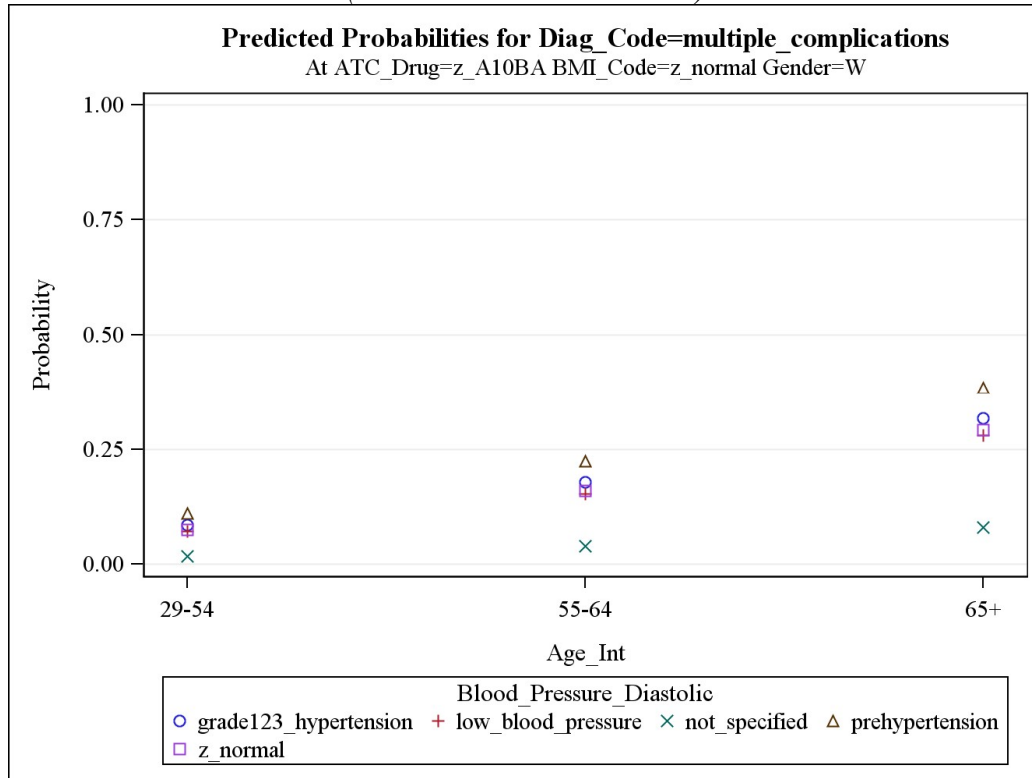
4 Odhad pravdepodobnosti mnohopočetných zdravotných komplikácií u vybraných skupín pacientov s diabetes mellitus 2. typu

V 2. kapitole článku sme zistili, že šanca mnohopočetných zdravotných komplikácií u pacientov s diabetes mellitus 2. typu je z posudzovaných faktorov v najtesnejšom vzťahu s liekmi, ktoré pacient užíva, s diastolickým krvným tlakom a vekom. Na základe modelu logistickej regresie, ktorý sme odhadli v 3. kapitole, teraz odhadneme pravdepodobnosti, že pacient s diabetes mellitus bude mať mnohopočetné komplikácie, a to v závislosti od uvedených najzásadnejších faktorov. Bodové odhady týchto pravdepodobností v členení pacientov podľa veku a diastolického tlaku a v členení podľa kategórie užívaných liekov a veku sú znázornené na obr. 2, resp. obr. 3. Tu musíme zdôrazniť, že tieto pravdepodobnosti sa vzťahujú na pacientov z referenčných kategórií ostatných faktorov použitých v modeli, pričom túto skutočnosť potvrdzuje informácia vo vrchnej časti grafov.

Obr. 2 a 3 potvrdzujú, že s nárastom veku pravdepodobnosť výskytu mnohopočetných komplikácií narastá. Podľa obr. 2 vo vekovej kategórii 65+ jedinou kategóriou diastolického tlaku pacientov, v ktorej pravdepodobnosť mnohopočetných komplikácií neprekračuje 25 %, je kategória *not_specified* (pacienti, ktorí nemali záznam o diastolickom krvnom tlaku). Vo vekovej kategórii 55-64 je táto pravdepodobnosť vo všetkých kategóriách diastolického tlaku pod 25 % a vo vekovej kategórii 29-54 je dokonca pod 13 %. Uvedené pravdepodobnosti sa vzťahujú na pacientov, ktorí užívajú lieky z kategórie A10BA a ktorí majú optimálny BMI a sú ženského pohlavia. Preto musíme zdôrazniť, že u pacientov, ktorí užívajú lieky z iných kategórií a napríklad u obéznych pacientov a u pacientov mužského pohlavia sa tieto

pravdepodobnosti zvyšujú, a to v súlade s výsledkami, ktoré sme získali v Tab. 6. Z hľadiska diastolického krvného tlaku majú najväčšiu pravdepodobnosť mnohopočetných komplikácií pacienti, ktorí majú prehypertenziu.

Obr. 2: Odhad pravdepodobnosti výskytu mnohopočetných komplikácií u pacientov s diabetes mellitus 2. typu v členení podľa ich veku (Age_Int) a diastolického tlaku (Blood Pressure Diastolic)



Zdroj: Vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Urobíme teraz bodový a intervalový odhad pravdepodobnosti výskytu mnohopočetných komplikácií v najrizikovejšej skupine z hľadiska veku a diastolického krvného tlaku. Ako sme uviedli, najvyššie riziko je pri pacientoch s prehypertenziou vo veku 65+. V rámci PROC LOGISTIC prostredníctvom príkazu ESTIMATE so syntaxou:

```
ESTIMATE 'prehypertension 65+' intercept 1 Blood_Pressure_Diastolic 0 0 0 1
Age_Int 0 0 1 / CL Alpha=0.1 EXP;
```

získame výstup v Tab. 7.

Tab. 7: Odhad logitu a šance výskytu mnohopočetných komplikácií u pacientov s diabetes mellitus 2. typu, ktorí majú prehypertenziu a sú vo veku 65+

| Label | Estimate | Standard Error | z Value | Pr > z | Alpha | Lower | Upper |
|---------------------|----------|----------------|---------|---------|-------|---------|----------|
| prehypertension 65+ | -0.4699 | 0.2740 | -1.71 | 0.0864 | 0.1 | -0.9207 | -0.01914 |

| Label | Exponentiated | Exponentiated Lower | Exponentiated Upper |
|---------------------|---------------|---------------------|---------------------|
| prehypertension 65+ | 0.6251 | 0.3983 | 0.9810 |

Zdroj: Vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Hodnota *Estimate* je odhadom logitu, teda logaritmu šance

$$Estimated = \ln \left(\frac{\hat{\pi}_i}{1 - \hat{\pi}_i} \right)$$

a hodnota *Exponentiated* je odhadom šance

$$Exponentiated = e^{Estimated} = \frac{\hat{\pi}_i}{1 - \hat{\pi}_i}$$

Aby sme získali odhad pravdepodobnosti, že pacienti s diagnózou diabetes mellitus s prehypertenziou vo veku 65+ budú mať mnohopočetné komplikácie, je potrebné aplikovať inverznú transformáciu

$$\hat{\pi}_i = \frac{Exponentiated}{1 + Exponentiated}$$

V našom prípade uvedenou transformáciou získame odhad

$$\hat{\pi}_i = \frac{0,6251}{1 + 0,6251} = 0,3847$$

Tento bodový odhad sme pochopiteľne mohli získať aj na základe modelu odhadnutého v Tab. 6

$$\hat{\pi}_i = \frac{1}{1 + e^{-\left[\beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_{ij} \right]}} = \frac{1}{1 + e^{-[-0,8899 + 0,4200]}} = 0,3847$$

Na základe výstupu v Tab. 7 však vieme jednoducho vypočítať aj intervalový odhad predmetnej pravdepodobnosti, a to z intervalu spoľahlivosti pre šancu (*Exponentiated*)

$$P \left(0,3983 < \frac{\pi_i}{1 - \pi_i} < 0,9810 \right) = 0,90$$

Odkiaľ jednoducho získame

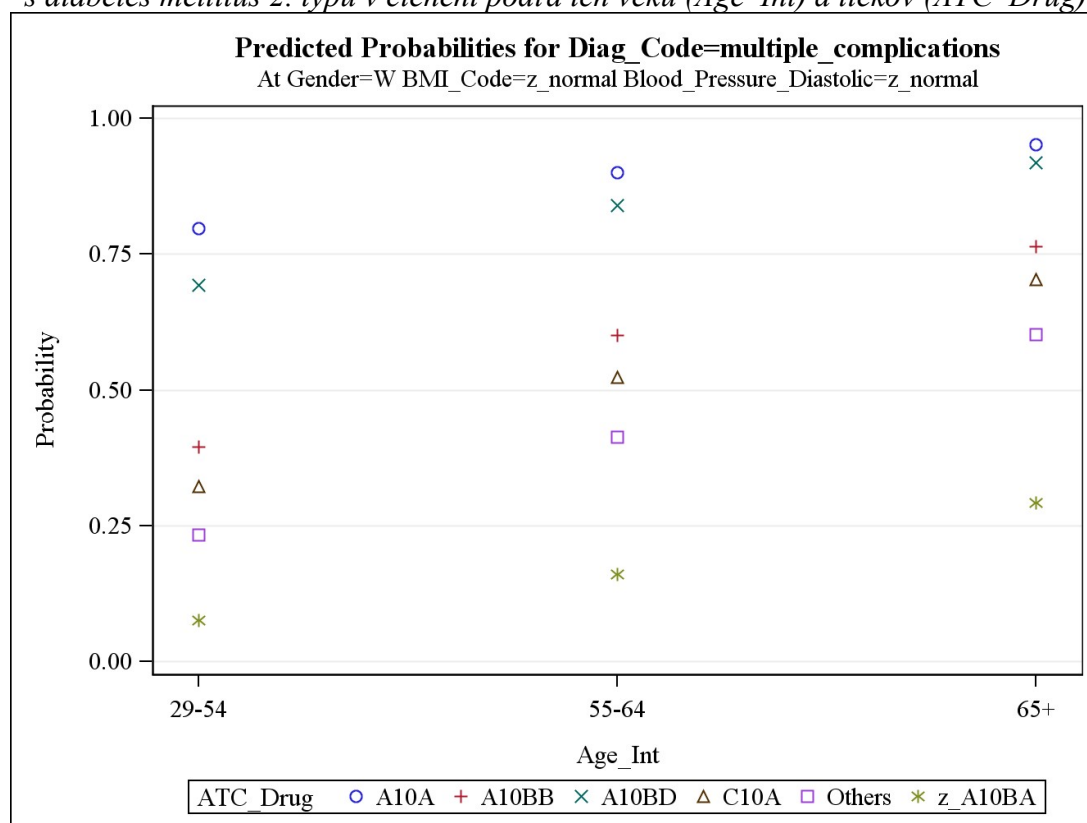
$$P(0,2848 < \pi_i < 0,4952) = 0,90$$

Pacienti s perhypertenziou vo veku 65+, ktorí užívajú lieky z kategórie A10BA a ktorí majú optimálny BMI a zároveň sú ženského pohlavia, majú teda s 90 % spoľahlivosťou pravdepodobnosť mnohopočetných zdravotných komplikácií vyššiu ako 28,48 % a súčasne nižšiu ako 49,52 %.

Podobne sme sa pozreli na závislosť pravdepodobnosti výskytu mnohopočetných komplikácií u pacientov s diabetes mellitus 2. typu od liekov, ktoré pacient užíva a od jeho veku, presnejšie od vekovej kategórie, do ktorej patrí. Tieto pravdepodobnosti znázorňuje obr. 3, pričom opäť musíme zdôrazniť, že ide o pravdepodobnosti pre pacientov, ktorí patria do referenčných kategórií ostatných faktorov (ženy; optimálny BMI a normálny diastolický krvný tlak).

U pacientov užívajúcich lieky klasifikácie A10A (inzulíny a analógy) je pravdepodobnosť mnohopočetných zdravotných komplikácií pri každej vekovej kategórii nad 75 %. Pravdepodobnosť výskytu mnohopočetných komplikácií nad 75 % sme odhadli aj pre pacientov, ktorí užívajú lieky A10BD (Biguanidy a sulfónamidy v kombinácii) a súčasne sú vo vekovej kategórii 55-64 alebo 65+ a pre pacientov, ktorí užívajú lieky klasifikácie A10BB (Deriváty sulfonylmočoviny) a súčasne sú vo veku 65+.

Obr. 3: Odhad pravdepodobnosti výskytu mnohopočetných komplikácií u pacientov s diabetes mellitus 2. typu v členení podľa ich veku (Age_Int) a liekov (ATC_Drug)



Zdroj: Vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Prostredníctvom príkazu ESTIMATE odhadneme pravdepodobnosť mnohopočetných komplikácií pacientov s diagnózou diabetes mellitus 2. typu pre najzraniteľnejšiu skupinu z hľadiska veku a liekov, ktoré pacient užíva. V tomto prípade ide o pacientov vo veku 65+, ktorí užívajú lieky klasifikácie A10A. Pre túto skupinu získame odhad predmetnej pravdepodobnosti z výstupu, ktorý je uvedený v Tab. 8 a ktorý bol získaný v rámci PROC LOGISTIC po spustení príkazu ESTIMATE v tvare:

```
ESTIMATE 'A10A 65+' intercept 1 Age_Int 0 0 1 ATC_Drug 1 / CL Alpha=0.1 EXP;
```

Tab. 8: Odhad logitu a šance výskytu mnohopočetných komplikácií u pacientov s diabetes mellitus 2. typu, ktorí užívajú lieky klasifikácie A10A a sú vo veku 65+

| Label | Estimate | Standard Error | z Value | Pr > z | Alpha | Lower | Upper |
|----------|----------|----------------|---------|---------|-------|--------|--------|
| A10A 65+ | 2.9770 | 0.4303 | 6.92 | <.0001 | 0.1 | 2.2693 | 3.6847 |

| Label | Exponentiated | Exponentiated Lower | Exponentiated Upper |
|----------|---------------|---------------------|---------------------|
| A10A 65+ | 19.6290 | 9.6724 | 39.8345 |

Zdroj: Vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Odhad pravdepodobnosti výskytu mnohopočetných komplikácií pri pacientoch, ktorí užívajú lieky klasifikácie A10A a sú vo veku 65+ je na úrovni až

$$\hat{\pi}_i = \frac{19,6290}{1+19,6290} \cdot (100\%) = 95,15\%$$

čo znázorňuje aj obr. 3. Z Tab. 8 však navyše získavame aj 90 %-ný intervalový odhad tejto pravdepodobnosti

$$P(0,9063 < \pi_i < 0,9755) = 0,90$$

So spoľahlivosťou 0,9 odhadujeme, že táto pravdepodobnosť je vyššia ako 90,63 % a súčasne nižšia ako 97,55 %.

Pochopiteľne, prostredníctvom príkazu ESTIMATE je možné vypočítať odhad pravdepodobnosti mnohopočetných komplikácií pre ľubovoľnú skupinu pacientov, presnejšie pre ľubovoľnú kombináciu kategórií faktorov zahrnutých v modeli. Aby sme ukázali ako veľmi môže táto pravdepodobnosť variovať, vypočítame ju pre najrizikovejšiu a najmenej rizikovú skupinu. Podľa predchádzajúcich zistení v najrizikovejšej skupine sú pacienti, ktorí užívajú lieky klasifikácie A10A (inzulíny a analógy), majú prehypertenziu a obezitu a sú mužského pohlavia a sú vo veku 65+. Príkaz ESTIMATE so syntaxou

```
ESTIMATE ' high-risk patient ' intercept 1 ATC_Drug 1 Blood_Pressure_Diastolic 0 0 1
Age_Int 0 0 1 BMI_Code 0 1 Gender 1 / CL Alpha=0.1 EXP;
```

potom generuje výstup uvedený v Tab. 9, na základe ktorého odhadneme predmetnú pravdepodobnosť pre najrizikovejšiu skupinu.

Tab. 9: Odhad logitu a šance výskytu mnohopočetných komplikácií u pacientov s diabetes mellitus 2. typu, ktorí užívajú lieky klasifikácie A10A (inzulíny a analógy), majú prehypertenziu a obezitu, sú mužského pohlavia a sú vo veku 65+

| Label | Estimate | Standard Error | z Value | Pr > z | Alpha | Lower | Upper |
|-------------------|----------|----------------|---------|---------|-------|--------|--------|
| high-risk patient | 4.3372 | 0.5025 | 8.63 | <.0001 | 0.1 | 3.5106 | 5.1638 |

| Label | Exponentiated | Exponentiated Lower | Exponentiated Upper |
|-------------------|---------------|---------------------|---------------------|
| high-risk patient | 76.4947 | 33.4696 | 174.83 |

Zdroj: Vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Podľa predchádzajúcich zistení sú medzi najmenej rizikových pacientov zaradení pacienti, ktorí patria do kategórií, ktoré nie sú jednoznačne definované, napr. pacienti užívajúci lieky zo skupiny *others* alebo pacienti s nešpecifikovaným diastolickým krvným tlakom. Do skupiny najmenej rizikových pacientov z pohľadu hrozby mnohopočetných komplikácií sú dokonca zaradení aj pacienti s extrémnou obezitou. Tu sme však vzhľadom na malú vzorku odhalili nesignifikantné rozdiely s ostatnými kategóriami BMI. Z uvedeného dôvodu vypočítame pravdepodobnosť výskytu mnohopočetných komplikácií u pacientov, ktorí majú jednoznačnejší profil a patria medzi najmenej rizikových z posudzovaného hľadiska. Ide o pacientky s diabetes mellitus 2. typu, ktoré užívajú lieky klasifikácie C10A (liečivá znižujúce cholesterol a triacylglyceroly), majú nízky diastolický krvný tlak, majú podváhu a sú vo veku 29-54 rokov. Príkaz ESTIMATE so syntaxou

```
ESTIMATE ' low-risk patient ' intercept 1 ATC_Drug 0 0 0 1 Blood_Pressure_Diastolic 0 1
Age_Int 1 BMI_Code 0 0 0 1 Gender 0 1 / CL Alpha=0.1 EXP;
```

potom generuje výstup uvedený v Tab. 10, na základe ktorého odhadneme predmetnú pravdepodobnosť pre jednu z najmenej rizikových skupín.

Tab. 10: Odhad logitu a šance výskytu mnohopočetných komplikácií u pacientiek s diabetes mellitus 2. typu, ktoré užívajú lieky klasifikácie C10A (liečivá znižujúce cholesterol a triacylglyceroly), majú nízky diastolický krvný tlak, majú podváhu a sú vo veku 29-54 rokov

| Label | Estimate | Standard Error | z Value | Pr > z | Alpha | Lower | Upper |
|------------------|----------|----------------|---------|---------|-------|---------|---------|
| low-risk patient | -1.3100 | 0.5176 | -2.53 | 0.0114 | 0.1 | -2.1614 | -0.4585 |

| Label | Exponentiated | Exponentiated Lower | Exponentiated Upper |
|------------------|---------------|---------------------|---------------------|
| low-risk patient | 0.2698 | 0.1152 | 0.6322 |

Zdroj: Vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

U pacientov s diabetes mellitus 2. typu, ktorí sú z pohľadu hrozby mnohopočetných komplikácií najrizikovejší, t. j. u pacientov, ktorí užívajú lieky klasifikácie A10A (inzulíny a analógy), majú prehypertenziu a obezitu, sú mužského pohlavia a sú vo veku 65+, na základe Tab. 9 odhadujeme pravdepodobnosť mnohopočetných komplikácií na úrovni 98,7 %. So spoľahlivosťou 0,9 je táto pravdepodobnosť vyššia ako 97,1 % a súčasne nižšia ako 99,4 %. V tejto skupine pacientov je len veľmi malá pravdepodobnosť, že nebudú mať pridružené mnohopočetné zdravotné komplikácie.

Na druhej strane, u diabetikov, ktorí sú z pohľadu hrozby mnohopočetných komplikácií jedni z najmenej rizikových, konkrétne u pacientiek, ktoré užívajú lieky klasifikácie C10A (liečivá znižujúce cholesterol a triacylglyceroly), majú nízky diastolický krvný tlak, majú podváhu a sú vo veku 29-54 rokov, na základe Tab. 10 odhadujeme pravdepodobnosť mnohopočetných komplikácií na úrovni 21,2 %. So spoľahlivosťou 0,9 je táto pravdepodobnosť vyššia ako 10,3 % a súčasne nižšia aké 38,7 %. Uvedené odhady potvrdzujú skutočnosť, že pacienti s diabetes mellitus 2. typu majú veľmi rôznorodé riziko výskytu mnohopočetných zdravotných komplikácií.

5 Záver

V článku sme zistili, že šanca mnohopočetných zdravotných komplikácií u pacientov s diabetes mellitus 2. typu je z posudzovaných faktorov v najtesnejšom vzťahu s liekmi, ktoré pacient užíva, s diastolickým krvným tlakom a vekom pacienta. Na hladine významnosti 0,05 má významný vplyv na výskyt mnohopočetných zdravotných komplikácií aj hmotnosť pacienta klasifikovaná podľa BMI a na hladine významnosti 0,1 sa preukázala aj štatistická významnosť vplyvu pohlavia. Naša analýza, ktorá sa opierala o analýzu marginálnych stredných hodnôt (príkaz LSMEANS v rámci PROC GENMOD) a kontrastnú analýzu (príkaz CONTRAST v rámci PROC LOGISTIC), odhalila, že na základe posudzovanej vzorky nemôžeme predpokladať rozdielny výskyt mnohopočetných komplikácií medzi niektorými vekovými kategóriami a že preukázateľné rozdiely sú medzi vekovými kategóriami 29-44, 55-64 a 65+. V uvedených 3 vekových kategóriách pravdepodobnosť výskytu mnohopočetných komplikácií signifikantne rastie a vo vekovej kategórii 65+ je šanca mnohopočetných komplikácií (šanca je pravdepodobnosť výskytu mnohopočetných komplikácií oproti pravdepodobnosti, že diabetik nebude mať zdravotné komplikácie) približne 5-násobne vyššia ako vo vekovej kategórii 29-54 rokov.

Vychádzajúc z odhadnutých pomerov šancí získaných z binomického logistického regresného modelu sme identifikovali najrizikovejšie a najmenej rizikové skupiny z pohľadu hrozby mnohopočetných zdravotných komplikácií u pacientov s diabetes mellitus 2. typu. Najrizikovejšou skupinou sú pacienti, ktorí užívajú lieky klasifikácie A10A (inzulíny a analógy), majú prehypertenziu a obezitu, sú mužského pohlavia a sú vo veku 65+. Použitím príkazu ESTIMATE v rámci PROC LOGISTIC v programovacom jazyku SAS sme pre túto

skupinu urobili bodový a intervalový odhad logitu šance, šance a pravdepodobnosti výskytu mnohopočetných zdravotných komplikácií. So spoľahlivosťou 0,9 je u tejto skupiny pacientov predmetná pravdepodobnosť vyššia ako 97,1 % a súčasne nižšia ako 99,4 %.

Keďže medzi najmenej rizikových pacientov boli zaradení pacienti, ktorí patria do kategórií, ktoré nie sú jednoznačne definované, napr. pacienti užívajúci lieky zo skupiny others alebo pacienti s nešpecifikovaným diastolickým krvným tlakom, tak sme výskyt mnohopočetných komplikácií posúdili u pacientov, ktorí majú jednoznačnejší profil a patria medzi najmenej rizikových z posudzovaného hľadiska. Ide o pacientky s diabetes mellitus 2. typu, ktoré užívajú lieky klasifikácie C10A (liečivá znižujúce cholesterol a triacylglyceroly), majú nízky diastolický krvný tlak, majú podváhu a sú vo veku 29-54 rokov. So spoľahlivosťou 0,9 je pravdepodobnosť výskytu mnohopočetných zdravotných komplikácií v tejto skupine vyššia ako 10,3 % a súčasne nižšia aké 38,7 %.

Článok poskytuje odhady aj pre ďalšie vybrané skupiny pacientov s diabetes mellitus 2. typu, presnejšie pre skupiny v členení podľa veku a diastolického krvného tlaku a v členení podľa veku a kategórie liekov, ktoré diabetik užíva, pričom v oboch prípadoch ostatné faktory boli na referenčnej úrovni. Naš výskum potvrdil, že profil pacienta, charakterizovaný vyššie uvedenými faktormi, zásadne determinuje pravdepodobnosť výskytu mnohopočetných zdravotných komplikácií, pričom táto pravdepodobnosť v závislosti od profilu diabetika značne varíruje.

Naše analýzy vychádzali z databázy 821 pacientov, z ktorých 483 pacientov malo mnohopočetné komplikácie a 338 pacientov bolo bez komplikácií. Musíme zdôrazniť, že sme abstrahovali od pacientov, ktorí mali „len“ nervové komplikácie alebo obličkové komplikácie. Ďalším obmedzením nášho výskumu je skutočnosť, že niektoré skupiny pacientov boli málo zastúpené (napr. skupina veľmi obéznych pacientov alebo skupiny pacientov v jednotlivých stupňoch hypertenzie), preto sme nemohli získať relevantné výsledky pre takéto skupiny pacientov, ktoré pravdepodobne patria k veľmi rizikovým. Prezentovaný výskum má ambíciu podnietiť ďalší výskum, ktorý by doplnil a spresnil naše závery. V neposlednom rade, za prínosné považujeme ukážky využitia analýzy marginálnych stredných hodnôt a príkazov CONTRAST a ESTIMATE v rámci logistickej regresnej analýzy. Aplikované postupy majú široké možnosti využitia nielen v prírodných a humánných vedách, ale aj v oblasti ekonómie.

Príspevok bol spracovaný v rámci riešenia grantovej úlohy VEGA 1/0561/21 *Vplyv krízy COVID-19 na demografiu podnikov a zamestnanosť v SR a EÚ.*

Literatúra

- [1] Allison, P. D. (2012). *Logistic regression using SAS: Theory and application*. SAS institute.
- [2] Bae, J., Kim, Y. Y., & Lee, J. S. (2017). Factors associated with subjective life expectancy: comparison with actuarial life expectancy. *Journal of Preventive Medicine and Public Health*, 50(4), 240.
- [3] Bergelt, M., Fung Yuan, V., O'Brien, R., Middleton, L. E., & Martins dos Santos, W. (2020). Moderate aerobic exercise, but not anticipation of exercise, improves cognitive control. *PLoS One*, 15(11), e0242270.
- [4] Byrne, K. M., Adler, P. B., & Lauenroth, W. K. (2017). Contrasting effects of precipitation manipulations in two Great Plains plant communities. *Journal of vegetation science*, 28(2), 238-249.
- [5] Colin, T., Bruce, J., Meikle, W. G., & Barron, A. B. (2018). The development of honey bee colonies assessed using a new semi-automated brood counting method: CombCount. *PLoS One*, 13(10), e0205816.

-
- [6] Darlington, R. B., & Hayes, A. F. (2016). *Regression Analysis and Linear Models: Concepts, Applications, and Implementation*. Guilford Publications.
- [7] Haans, A. (2018). Contrast analysis: A tutorial. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 23(1), 9.
- [8] Huzar-Novakowiski, J., & Dorrance, A. E. (2018). Genetic diversity and population structure of *Pythium irregulare* from soybean and corn production fields in Ohio. *Plant disease*, 102(10), 1989-2000.
- [9] IDF (2019). *IDF Diabetes Atlas*. 9th edition. International Diabetes Federation webpage: <https://www.diabetesatlas.org/en> (accessed on 13.06.2021).
- [10] Košíková, M., & Šoltés, E. (2020). Analýza ekvivalentného disponibilného príjmu slovenských domácností s využitím príkazov CONTRAST a LSMEANS v procedúre GLM. *Ekonomika a informatika*, 18(2), 86-98.
- [11] Lemus, H. (2016). *Demystifying the CONTRAST and ESTIMATE Statement*. Webpage: https://www.lexjansen.com/wuss/2016/97_Final_Paper_PDF.pdf (accessed on 12.06.2021).
- [12] Littell, R. C., Stroup, W. W., & Freund, R. J. (2010). *SAS for Linear Models*. 4th ed. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- [13] NCZI (2021). *Činnosť diabetologických ambulancií v Slovenskej republike 2019*. Národné centrum zdravotníckych informácií webpage: http://data.nczisk.sk/statisticke_vystupy/Diabetologia/Cinnost_diabetologickych_ambulancií_v_SR_2019_sprava_k_publicovaným_vystupom.pdf (accessed on 12.06.2021).
- [14] Olivera-La Rosa, A., Chuquichambi, E. G., & Ingram, G. P. (2020). Keep your (social) distance: Pathogen concerns and social perception in the time of COVID-19. *Personality and Individual Differences*, 166, 110200.
- [15] Pasta, D. J. (2005). Parameterizing models to test the hypotheses you want: Coding indicator variables and modified continuous variables. In *Proceedings of the Thirtieth Annual SAS Users Group International Conference* (Paper 212-30).
- [16] Quigley, M. Y., Rivers, M. L., & Kravchenko, A. N. (2018). Patterns and sources of spatial heterogeneity in soil matrix from contrasting long term management practices. *Frontiers in Environmental Science*, 6, 28.
- [17] Rivers, J. W., Newberry, G. N., Schwarz, C. J., & Ardia, D. R. (2017). Success despite the stress: violet-green swallows increase glucocorticoids and maintain reproductive output despite experimental increases in flight costs. *Functional Ecology*, 31(1), 235-244.
- [18] SAS Institute Inc. (2015a). The GENMOD Procedure. In: *SAS/STAT® 14.1 User's Guide*. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- [19] SAS Institute Inc. (2015b). The LOGISTIC Procedure. In: *SAS/STAT® 14.1 User's Guide*. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- [20] Šoltés, E., Zelinová, S., & Bilíková, M. (2019). General linear model: An effective tool for analysis of claim severity in motor third party liability insurance. *Statistics in Transition New Series*, 20(4), 13-32.
- [21] Vojtková, M., & Stankovičová, I. (2020). *Viacrozmerné štatistické metódy s aplikáciami v softvéri SAS*. Bratislava: LetraEdu.
- [22] Zhao, J., Wang, C., Totton, S. C., Cullen, J. N., & O'Connor, A. M. (2019). Reporting and analysis of repeated measurements in preclinical animals experiments. *PloS one*, 14(8), e0220879.

Vplyv zvýšenia storna na hodnoty v modeli VFA

Silvia Zelinová¹

Abstrakt

Príspevok sa venuje aktuálnej téme z poistného sektora, medzinárodnému účtovnému štandardu IFRS 17, ktorý pre poisťovne na Slovensku nadobúda účinnosť 1.1.2023. Zameriavame sa na ocenenie portfólia poistných zmlúv investičného životného poistenia unit-linked metódou VFA. Štandard povoľuje uplatňovanie VFA metódy pre poistné zmluvy s investičnou zložkou naviazanou na podkladové aktíva poisťovne. Vytvorením VFA modelu a následným zvýšením storna zo strany klientov skúmame, ako sa zmenia hodnoty, ktoré štandard zavádza. Ako zvýšenie storna ovplyvní zmluvnú servisnú maržu, rizikovú prirážku a hodnoty vo výkaze ziskov a strát. Poistná doba 20 rokov je dostatočne dlhá doba na zaznamenanie dopadu zvýšeného storna. Ďalším výstupom príspevku je zostavenie zjednodušeného výkazu ziskov a strát a porovnanie hospodárskeho výsledku základného VFA modelu a modelu so zvýšením storna.

Kľúčové slová

IFRS 17, metóda VFA, podkladové aktíva, poistenie unit-linked, zmluvná servisná marža

Abstract

The paper deals with the actual topic of the insurance sector, the international financial accounting standard IFRS 17, which enters into force for insurance companies in Slovakia on 1.1.2023. It focuses on the valuation of the portfolio of unit-linked life insurance contracts using the VFA method. The standard permits the application of the VFA method to insurance contracts with an investment component linked to the underlying items of an insurance company. By creating a VFA model and then increasing the lapse rate by clients, we examine how the values that the standard introduces change. How the increase of lapse rate affects the contractual service margin, the risk adjustment and the values in the income statement. The insurance period of 20 years is a sufficiently long period to record the impact of the increased cancellation. Another output of the paper is the issuance of a simplified income statement and a comparison of the economic result of the basic VFA model and the model with increasing lapse rate.

Key words

IFRS 17, VFA method, Underlying Item, Unit-linked Insurance, Contractual Service Margin

JEL classification

G22, M48

1 Úvod

Nový účtovný štandard IFRS 17 – Poistné zmluvy, vydala IASB² v máji 2017. Jeho prípravy však začali hneď od vydania teraz platného štandardu IFRS 4 – Poistné zmluvy. Už v roku 2010 poslala IASB návrh štandardu pre poistné zmluvy poisťovacím spoločnostiam na pripomienkovanie, ktoré malo byť dokončené v roku 2011. Rakúsky profesor O. Altenburger

¹ Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra matematiky a aktuárstva, Dolnozemska cesta 1/b, 825 35 Bratislava, silvia.zelinova@euba.sk.

² International Accounting Standard Board - Rada pre medzinárodné účtovné štandardy

následne vypracoval štúdiu, kde porovnával vtedajšie návrhy IASB s riešeniami odvodenými z rôznych účtovných postupov a teórií. Konkrétne sa vyjadril k vykazovaniu a určovaniu poistného, strát a obstarávacích nákladov. Zhodnotil, že návrhy IASB sa neriadia konzistentne s účtovnými postupmi a teóriami a obsahujú niekoľko ďalších nezrovnalostí. Uvedol, že bez ohľadu na ich klady a zápory, z hľadiska iných kritérií ich preto treba kritizovať ako veľmi problematické. (Altenburger, 2011) Pôvodne mal štandard IFRS 17 platiť od roku 2021, tak bolo uvedené v jeho prvej verzii. CFO Fórum³ adresovalo IASB 25 konkrétnych požiadaviek⁴ na zmenu v štandarde. EFRAG⁵ dokonca už v roku 2019 vyzýval IASB o oddialenie dátumu účinnosti na rok 2023. IASB potvrdila, že dátum účinnosti posunie na rok 2022, oficiálne sa tak malo odhlasovať na stretnutí v marci 2020 s tým, že vyjde nová verzia štandardu po zapracovaní niektorých podľa IASB relevantných pripomienok. V marci 2020 nakoniec IASB schválila dátum účinnosti na 1.1.2023, a v júni 2020 bola vydaná nová verzia štandardu. Akceptované požiadavky v novej verzii štandardu opisuje aj audítorská spoločnosť KPMG (KPMG, 2020). EFRAG žiada pripomienky ku všetkým aspektom svojich analýz, ktoré by podporili jeho predbežné závery v súvislosti s uplatňovaním požiadavky ročných kohort.⁶

Hlavným cieľom IFRS 17 má byť hlavne identifikácia ziskových a neziskových poistných zmlúv a označenie ich trendu vývoja, respektíve smerovania daných poistných zmlúv. Ďalším z cieľov štandardu je rozložiť zisk poisťovne do viacerých časových období. Podľa aktuálne platného účtovného štandardu – IFRS 4 sa zisk nevykazuje v roku jeho skutočného vzniku. Zisk z predaja poistenia sa nadobúda postupne počas plynutia poistnej doby. Takisto sa v súčasnosti nemusia aktualizovať aktuárske predpoklady v rezervách, ktoré vznikli v čase oceňovania produktov pri ich vzniku. Tieto dôvody viedli ku vzniku nového štandardu, ktorý má zabezpečiť lepšiu porovnateľnosť údajov o ziskovosti jednotlivých poisťovní v rovnakom čase. Podľa IFRS 17 už nebude dôvod na počítanie testu dostatočnosti technických rezerv LAT (*angl. Liability Adequacy Test*), pretože technické rezervy už nebudú v účtovníctve existovať ako samostatná položka.

Štandard IFRS 17 definuje 3 metódy ocenenia poistných zmlúv. Podľa typu poistného produktu poisťovňa použije pre ocenenie jednotlivých poistných zmlúv jednu z definovaných metód:

- **General model measurement (GMM)**⁷ je základná metóda pre ocenenie poistných zmlúv a mala by sa použiť vo väčšine prípadov poistných zmlúv kryjúcich obdobie dlhšie ako jeden rok. Metóda je využiteľná pre životné aj neživotné poistenie.
- **Variable fee approach (VFA)** majú poisťovne použiť pre niektoré typy poistných zmlúv životného poistenia s priamym podielom na zisku a unit-linked⁸ produkty, ďalej UL. V počiatočnom ocenení má rovnaké výsledky ako GMM metóda.
- **Premium allocation approach (PAA)** je zjednodušená metóda ocenenia budúcich finančných tokov, ktorú možno použiť pri splnení určitých charakteristík poistných produktov. Obvykle pôjde o krátkodobé poistné zmluvy. Metóda sa aplikuje v neživotnom poistení a je prípustná len pre záväzky s budúcim krytím.

Tieto charakterizované metódy detailne opisujú aj autori napríklad (Widing, Jansson, 2018) a metóda GMM je kriticky analyzovaná podľa nemeckých autoriek (Ewelt-Knauer, Kraft,

³ CFO Fórum je diskusné fórum zoskupujúce finančných riaditeľov (CFO) najvýznamnejších poisťovní v Európe, založené v roku 2002.

⁴ List zaslaný EFRAG a IASB zo dňa 17.10.2018 <http://www.cfoforum.eu/letters/CFO-Forum-letter-sent-toEFRAG-and-IASB-on-proposed-solutions-to-IFRS-17-issues-17-October-2018.pdf>

⁵ EFRAG je Európska poradná skupina pre finančné výkazníctvo, založená v roku 2001

⁶ <https://www.efrag.org/News/Project-443/EFrag-requests-comments-on-its-Draft-Endorsement-Advice-on-IFRS-17-Insurance-Contracts-as-resulting-from-the-June-2020-Amendments>

⁷ GMM metóda môže mať v skorších publikáciách názov aj BBA metóda (Building Block Approach)

⁸ Jednotkovo viazané produkty u nás známe ako investičné životné poistenie.

Schneider, 2018). V príspevku sa budeme zaoberať metódou VFA po teoretickej stránke a následne samotnou aplikáciou na portfólio poistných zmlúv investičného životného poistenia.

2 VFA metóda

Výber poistných zmlúv, ktoré sa budú oceňovať VFA (*angl. Variable Fee Approach*) metódou, podlieha splneniu určitých kritérií definovaných v štandarde IFRS 17. Všeobecné vymedzenie poistných zmlúv produktov životného poistenia, pre ktoré sa bude používať VFA metóda, sú:

- index-linked zmluvy,
- unit-linked zmluvy,
- zmluvy s podielom na zisku,
- variabilné anuitné zmluvy.

2.1 Podkladové aktíva

IFRS 17 definuje termín podkladové aktíva. Poistné zmluvy, v ktorých poisťovňa zdieľa ďalšie riziká a odmeňuje poisníka na základe svojho uváženia, sa nazývajú zmluvy s podielom na zisku. Podiel na zisku sa môže zakladať na konkrétnych aktívach, skupinách aktív, zisku z fondu alebo spoločnosti. Položky, na ktoré sa viaže podiel na zisku, sa označujú ako **podkladové aktíva**.

Závazok poisťovne za investičné služby je povinnosť poisťovne zaplatiť poisníkovi sumu rovnajúcu sa hodnote 100% podkladového aktíva mínus variabilný poplatok. **Variabilný poplatok** (*angl. variable fee*, ďalej *VF*) sa rovná podielu poisťovne zníženého o všetky očakávané peňažné toky, ktoré sa nemenia priamo s podkladovými aktívami (napr. výdavky, časová hodnota opcií a garancií), ktoré sú súčasťou rozpúšťania zmluvnej servisnej marže, ďalej *CSM*. Rozpúšťanie *CSM* sa realizuje na základe času.

V odseku B101 v IFRS 17 sú definované podmienky pre poistné zmluvy s priamou účasťou.⁹ Poistné zmluvy s priamou účasťou sú poistné zmluvy spojené s investíciami, na základe ktorých poisťovňa sľubuje návratnosť investícií z podkladových aktív. Musia byť však splnené tri kritériá:

- zmluvné podmienky určujú, že poisník sa podieľa na časti jasne identifikovanej skupiny podkladového aktíva (iné zdroje zisku),
- poisťovňa očakáva, že poisníkovi vyplatí sumu rovnajúcu sa podstatnému podielu na výnosoch z reálnej hodnoty podkladového aktíva,
- poisťovňa očakáva akúkoľvek zmenu v reálnej hodnote podkladových aktív, a teda následne aj v sume, ktorú má vyplatiť poisníkovi.

Poisťovňa posúdi, či sú splnené tieto podmienky pri prvotnom ocenení zmluvy. Pokiaľ sa poistná zmluva nezmení, podmienky z odseku B101 sa neprehodnotia. Podmienky uvedené vyššie nevyklučujú možnosť poisťovne zmeniť vyplatenú sumu poisníkovi, avšak prepojitelnosť na podkladové aktíva je nutná.

Skupina podkladových aktív môže obsahovať akékoľvek položky, napríklad referenčné portfólio aktív, čisté aktíva poisťovne alebo špecifikovanú podskupinu čistých aktív poisťovne, pokiaľ sú jasne uvedené v zmluve. Poisťovňa nemusí mať identifikovanú skupinu podkladových aktív. Jasne identifikovaná skupina podkladových aktív však neexistuje, keď:

- poisťovňa môže zmeniť podkladové aktíva, ktoré určujú sumu záväzku so spätným účinkom; alebo

⁹ Pod pojmom zmluvy s priamou účasťou chápeme investičné zmluvy (*Insurance contracts with direct participation features*), zahŕňajú aj unit-linked produkty.

- nie sú identifikované žiadne podkladové aktíva, ktoré vo všeobecnosti odrážajú celkovú výkonnosť a očakávania skupiny alebo podskupiny aktív, ktoré poisťovňa drží. Príkladom takéhoto výnosu je miera pripísania úroku alebo výplata dividend stanovená na konci obdobia, ktorého sa týka. V tomto prípade povinnosť voči poisťovníkovi odráža mieru pripísania úroku alebo výšku dividend, ktorú poisťovňa stanovila a neodráža identifikované podkladové aktíva.

Podstatné podiely a variácie sú opísané v časti B107. V odseku B101 sa vyžaduje, aby poisťovňa očakávala, že sa vyplatí poisťovníkovi významný podiel na výnosoch z reálnej hodnoty podkladových aktív. A odsek B107 vyžaduje, aby poisťovňa očakávala, že poisťovníkovi bude vyplatená podstatná časť akejkol'vek zmeny súm, ak by sa menili so zmenou reálnej hodnoty podkladových aktív. Poisťovňa musí:

- vysvetliť termín „podstatný podiel“ v oboch odsekoch v kontexte predmetu poisťovních zmlúv s podielom na zisku, ktorými sú zmluvy, v rámci ktorých poisťovňa poskytuje služby súvisiace s investíciami a je za služby kompenzovaná poplatkom, ktorý sa odkazuje na podkladové aktíva; a
- posúdiť variabilitu súm:
 - počas trvania skupiny poisťovních zmlúv;
 - na základe súčasnej hodnoty pravdepodobnosťou váženého priemeru.

Napríklad, ak poisťovňa očakáva, že zaplatí podstatnú časť výnosov z podkladových aktív s garanciou minimálneho výnosu, budú existovať scenáre, v ktorých:

- peňažné toky, ktoré poisťovňa očakáva, že zaplatí poisťovníkovi, sa menia v závislosti od zmien súčasnej hodnoty podkladových aktív, pretože garantovaný výnos a ostatné peňažné toky, ktoré sa nemenia na základe výnosov z podkladových aktív, nepresahujú výnos súčasnej hodnoty podkladového aktíva;
- peňažné toky, ktoré poisťovňa očakáva, že zaplatí poisťovníkovi, sa nemenia so zmenami súčasnej hodnoty podkladových aktív, pretože garantovaný výnos a ostatné peňažné toky, ktoré sa nemenia na základe výnosov z podkladových aktív, presahujú výnos súčasnej hodnoty podkladového aktíva.

Posúdenie variability v odseku B101 zo strany poisťovne pre tento príklad bude odrážať súčasnú hodnotu pravdepodobnosťou váženého priemeru všetkých týchto scenárov.

Standard IFRS 17 platí aj pre zaistné zmluvy. Zaistné zmluvy sa však nemôžu oceňovať metódou VFA. Vydané zaistné zmluvy a držané zaistné zmluvy nemôžu byť pre účely IFRS 17 poisťovními zmluvami s podielom na zisku.

Produkty s priamou účasťou musia mať jasne priradené podkladové aktíva, klient sa podieľa na zisku portfólia významnou mierou a hodnota záväzku sa vyvíja podľa podkladových aktív. Rovnaká zmluva sa môže za určitých podmienok oceňovať podľa VFA a za určitých iných trhových podmienok nemusí spĺňať niektoré kritériá oceňovania podľa VFA metódy. Typickým znakom pre VFA metódu je aj oddeľovanie zložiek poisťovních zmlúv a interakcia s hranicami zmluvy.

2.2 Hranice poisťovnej zmluvy

Poisťovňa má reálnu schopnosť prehodnotiť riziká konkrétneho poisťovníka a v dôsledku toho môže toto riziko zohľadniť v poisťovnom alebo v poisťovnom plnení. Ak je poisťovná zmluva už raz ocenená ako poisťovná zmluva, oceňuje sa podľa IFRS 17 dovtedy, kým nezaniknú všetky jej práva a záväzky. Zmluva môže byť odúčtovaná len kvôli významným zmenám na zmluve. Zmluva sa môže stať poisťovnou aj v priebehu svojho trvania. Napríklad odložený doživotný dôchodok, ktorý nemá v sporiacej časti garantovanú sumu dôchodku a je len formou opcie výplaty poisťovného plnenia, sa tak stane poisťovnou zmluvou len v prípade uplatnenia tejto opcie.

2.3 Investičné zmluvy s nezaručeným podielom na zisku

Investičné zmluvy s nezaručeným podielom na zisku (*angl. Investment Contracts with a Discretionary Participation Feature*) sú finančným nástrojom, ktorý poskytuje investorovi zmluvné právo dostávať doplnok k sume, ktorá sa nevzťahuje na rozhodnutie emitenta, ďalšie sumy:

- od ktorých sa očakáva, že budú tvoriť významnú časť celkových zmluvných výhod,
- ktorých výška alebo časový rozvrh je zmluvne na uvážení emitenta,
- ktoré sú zmluvne naviazané na zisk z daného portfólia zmlúv, zisk z daných aktív alebo zisk poisťovne.

Pridelenie dodatočného poistného plnenia je voľbou poisťovne. Veľká časť týchto investičných zmlúv s nezaručeným podielom na zisku sa kvalifikuje ako zmluvy s podielom na zisku. Ak však má byť pre tieto zmluvy použitá VFA metóda, musia sa testovať kritériá pre použitie VFA metódy.

3 VFA model

VFA model je modifikácia všeobecného modelu (GMM) a bol navrhnutý pre investičné zmluvy s priamou účasťou. Obidva modely sú povinné pre poisťovňu, ak oceňuje produkty, ktoré vyhovujú kritériám pre tieto modely. V modeli VFA, ktorý je podobný základnému modelu (GMM), sa počítajú rovnaké hodnoty, avšak sú dané podkladové aktíva, ktoré sú na strane aktív a sú priamo prepojené so záväzkami.

Záväzok poisťovne voči poistníkovi sa rovná:

- **Reálnej hodnote podkladových aktív**, ktorú je poisťovňa povinná vyplatiť poistníkovi.

MÍNUS

- **Variabilný poplatok**, ktorý si poisťovňa odčíta výmenou za budúce služby poskytované poistnou zmluvou zahrňujúce:
 - podiel na reálnej hodnote podkladových aktív (nechá si poisťovňa pre seba).
 - vysporiadané peňažné toky, ktoré nie sú závislé na hodnote podkladových aktív (odplata za poistenie).

Zmeny v budúcich peňažných tokoch upravených o diskont a rizikovú prirážku (plniace peňažné toky) sa vzťahujú na budúce služby a uplatňuje sa súčasná diskontná krivka. Vo VFA modeli sa zobrazia všetky kurzové rozdiely a tiež prevody služieb medzi obdobiami. Zmeny v budúcich peňažných tokoch, ktoré sa nemenia na základe výnosov z podkladových aktív, pozostávajú zo:

- zmien v odhadoch,
- zmien časovej hodnoty peňazí a nefinančných rizík, ktoré nevyplývajú z podkladových aktív, napríklad finančné garancie. (IFRS 17, odsek B113)

Zmeny v povinnosti zaplatiť poistníkovi sumu rovnajúcu sa reálnej hodnote podkladových aktív sa netýkajú budúcich služieb a neupravujú CSM. (IFRS 17, odsek B111)

3.1 Výpočet zmluvnej servisnej marže

Zmluvná servisná marža (*angl. contractual service margin - CSM*) predstavuje nezaslúžený zisk z poistných zmlúv, ktorý sa priznáva poskytovaním budúcich služieb. Keďže CSM reprezentuje budúci zisk z poistnej zmluvy, vykazuje sa v súvahe a postupne sa rozpúšťa, teda poisťovňa si postupne priznáva zisk. Hodnota rozpúšťania CSM sa vykazuje vo výkaze

ziskov a strát ako výnos. Po skončení poistnej doby a ukončení zmluvy musí byť *CSM* plne odpísaná a zaznamenaná vo výkaze ziskov a strát.

Výpočet variabilného poplatku je základom VFA metódy spolu s podkladovými aktívami a budúcimi peňažnými tokmi. Po vypočítaní budúcich peňažných tokov vyplývajúcich z investičných poistných zmlúv sme vypočítali variabilný poplatok, ktorý tvorili tieto zložky (v rámci produktu investičného životného poistenia unit-linked):

- poplatok za alokáciu poistného,
- poplatok za odkup,
- poplatok za správu fondu,
- výplata z fondu pri úmrtí klienta,
- náklady,
- úrokový výnos.

Súčasná hodnota budúcich peňažných tokov je vyjadrená (Sakálová, 2006):

$$PVFCF_t = \sum_{s=t}^N \frac{FCF_s}{\prod_{s=t}^N (1+i_s)} \quad (1)$$

kde jednotlivé premenné znamenajú:

$PVFCF_t$ (*Present value of Future cash flows*), súčasná hodnota budúcich peňažných tokov v roku t ,

FCF_s (*Future cash flows*), budúce peňažné toky,

i_s (*Interest*), úroková sadzba, vychádzajúca z výnosovej krivky pre obdobie s .

Súčasná hodnota variabilného poplatku je podľa štandardu vyjadrená (IFRS 17, 2017):

$$PVVF_t = PVUI_t - PVFCF_t \quad (2)$$

kde jednotlivé premenné znamenajú:

$PVVF_t$ (*Present Value of Variable Fee*), súčasná hodnota variabilného poplatku v roku t ,

$PVUI_t$ (*Present Value of Underlying Item*), súčasná hodnota podkladových aktív v roku t ,

$PVFCF_t$ (*Present Value of Future Cash Flow*), súčasná hodnota budúcich peňažných tokov v roku t .

Súčasná hodnota variabilného poplatku vyjadruje sumu, ktorej časť si poisťovňa necháva pre seba a druhú časť tvoria vysporiadané peňažné toky, ktoré nezávisia od podkladových aktív.

Tvorba *CSM*, v prvotnom ocenení ($t = 0$) poistných zmlúv sa rovná:

$$CSM_0 = PVVF_0 - RA_0 \quad (3)$$

V aplikácii sme uvažovali o zmene očakávaných aktuárskych predpokladov, teda zvýšenia očakávanej miery storna. Tieto zmeny predpokladov sa odrazili aj na premenných, ktoré sme pridali do výpočtu variabilného poplatku, budúcich peňažných tokov a zmluvnej servisnej marže. Aktualizácia predpokladov (*angl. assumption update - AsUp*) predstavuje rozdiel v očakávaných predpokladoch na začiatku obdobia a skutočnými hodnotami, ktoré za toto obdobie nastali.

$$AsUp_t = PVFCF_t^{real} - PVFCF_t^{exp} \quad (4)$$

Pričom hodnota s horným indexom „*real*“ označuje súčasnú hodnotu budúcich peňažných tokov pri reálnom storne a hodnota s horným indexom „*exp*“ označuje súčasnú hodnotu budúcich peňažných tokov s pôvodnou hodnotou očakávaného storna.

Aktualizácia predpokladov následne vstupuje aj do výpočtov súčasnej hodnoty variabilného poplatku aj do zmluvnej servisnej marže. Výpočet *CSM* v každom ďalšom roku (okrem prvotného ocenenia) je nasledovný:

$$CSM_{EoP} = CSM_{BoP} + CSM_{NB} + I_t - AsUp_t - CSM_{release} \quad (5)$$

Vo vzorci (5) sme uviedli výpočet pre zmluvnú servisnú maržu na konci obdobia, ako súčet *CSM* zo začiatku obdobia, *CSM* z nových poistných zmlúv (v našom prípade je táto hodnota nula, keďže neuvažujeme s novými PZ), úrokového výnosu (z variabilného poplatku), aktualizácie predpokladov a rozpustenie *CSM*.

3.2 Výpočet rizikovej prirážky z nefinančného rizika

Riziková prirážka z nefinančného rizika, ďalej *RA* reprezentuje neistotu v peňažných tokoch vyplývajúcu z poistných zmlúv. Neistota vyplývajúca z finančných rizík sa nezahŕňa do rizikovej prirážky. *RA* nezahŕňa taktiež riziká nesúvisiace s poistnými zmluvami, ako napríklad operačné riziko. Riziková prirážka z nefinančného rizika sa môže počítať napríklad metódami *VaR*, *Cost of Capital (CoC)*, metódou podmienenej hodnoty v riziku alebo ako prirážka k predpokladom. Ak použije poisťovňa akýkoľvek iný spôsob na výpočet *RA* ako je interval spoľahlivosti, musí ho zdôvodniť. V modeli VFA sme rizikovú prirážku vypočítali ako prirážku ku aktuárskym predpokladom:

$$RA_t = NoP_t \cdot SA_{min} \cdot RF \quad (6)$$

kde jednotlivé premenné znamenajú:

SA_{min} (*Minimum Sum Assured*), minimálna poistná suma garantovaná klientovi,

RF (*Risk Factor*), zvolený risk faktor v percentách,

NoP (*Number of Policies*), počet aktívnych poistných zmlúv.

Analýzou rizika úmrtnosti a následne výpočtu rizikovej prirážky podľa požiadaviek IFRS 17 na príklade poistenia na úmrtie sa zaoberá P. Sotona (2018). Uvádza výpočet *RA* na intervale spoľahlivosti 90%.

4 Ocenenie poistných zmlúv investičného životného poistenia

V tejto časti príspevku uvedieme s akým portfóliom poistných zmlúv sme pracovali, aké aktuárske predpoklady sme použili a následne interpretujeme dosiahnuté výsledky. Všetky uvedené výpočty sme realizovali v prostredí MS Excel. Zvolené portfólio tvorí 80 poistných zmlúv investičného životného poistenia tzv. Unit-Linked produktu s ročnou frekvenciou platenia poistného. Výplata pri dožití sa konca poistnej doby je hodnota fondu, pri úmrtí je to vyššia z hodnôt poistná suma na úmrtie a hodnota fondu. Všetky poistné zmluvy majú dobu trvania 20 rokov a počas tejto doby neprichádzajú žiadne ďalšie nové zmluvy. Poistná suma na

úmrtie sa nachádza v rozmedzí od 360 € do 37 200 €. Predpis poistného začína od sumy 240 € a najvyššia suma je 3 600 € ročne. Vek poistníkov sa pohybuje od 0 do 65 rokov.

Nasledujúca tabuľka 1 popisuje zvolené aktuárske predpoklady používané pri výpočtoch peňažných tokov, variabilného poplatku – VF , podkladových aktív, jednotiek poistného krytia – CU , CSM , RA a ďalších hodnôt.

Tab. 1: Zvolené predpoklady pre aktuárske výpočty

| | |
|--|------|
| Alokácia poistného v % každý rok | 96% |
| Poplatok za správu fondu v % z hodnoty fondu | 2% |
| Odkupný poplatok v % z hodnoty fondu | 10% |
| Celkové náklady na PZ v % z poistného | 4% |
| Inflácia v % | 2% |
| Riziková prirážka v % z celkovej PS | 0,7% |
| Náklady na 1 poistnú zmluvu v € | 8,00 |

Zdroj: vlastné spracovanie

Pri modelovaní peňažných tokov bola zvolená miera odstúpenia od poistných zmlúv, uvedená v tabuľke 2 a pri zostavení diskontnej krivky sme vychádzali z bezrizikovej krivky EIOPA pre euro k 31.12.2019. V modeli sme použili úmrtnosť z databázy Human mortality database (dáta pre SR) za rok 2017, doba poistenia je 20 rokov.

Tab. 2: Miera storna v závislosti od poistného roka

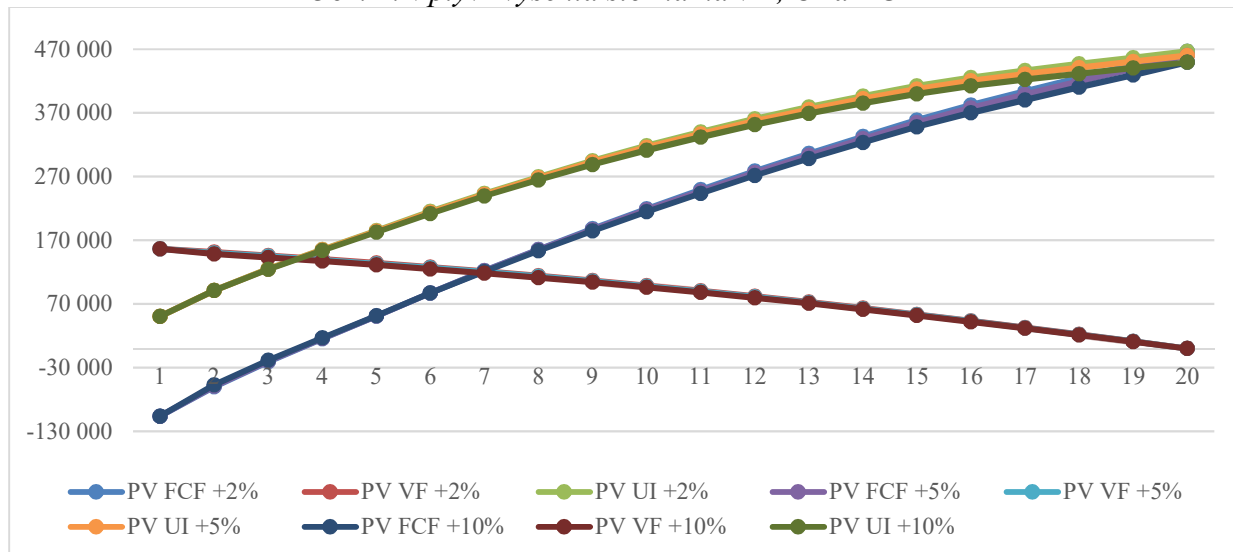
| Rok poistnej zmluvy | 1. rok | 2. rok | 3. rok | 4. rok | 5. rok | 6. – 20. rok |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------|
| Miera storna | 10,00% | 8,00% | 7,00% | 5,50% | 3,50% | 2,00% |

Zdroj: vlastné spracovanie

Zvýšenie stornovanosti poistných zmlúv zo strany klientov poisťovne je bežná situácia na poistnom trhu. Sú rôzne ekonomické faktory, ktoré priaznivo vplyvajú na zvýšenie miery odstúpenia od poistnej zmluvy počas určitého obdobia. Na zvýšenie storna pri produktoch investičného životného poistenia napríklad vplyva pokles úrokovej miery, zvýšená nezamestnanosť a rôzne iné. V modeli sme použili šoky pre zvýšenie storna o 2 %, 5 % a 10 % od druhého roka až po posledný 20-ty. Cieľom tejto analýzy bude opísať a vyčíslit' vplyv zvýšenia storna na variabilný poplatok, zmluvnú servisnú maržu, rizikovú prirážku, budúce peňažné toky, podkladové aktíva a účtovné výkazy zostavené podľa požiadaviek IFRS 17.

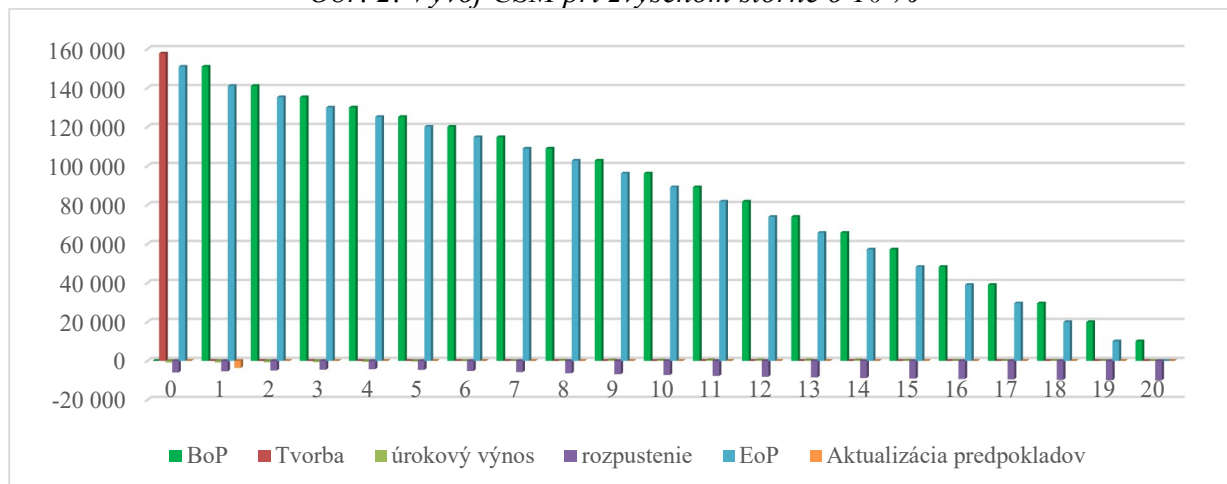
Obrázok 1 porovnáva súčasné hodnoty variabilného poplatku, podkladových aktív a budúcich peňažných tokov pri zvýšení storna. Určenie týchto troch hodnôt je základom VFA metódy. Zvýšenie storna má zanedbateľný vplyv na variabilný poplatok (hodnota z obrázku 1 – $PV VF$). Zaujímavý je však vplyv na podkladové aktíva a budúce peňažné toky. Obidve hodnoty sa zvyšujú a stretávajú sa v poslednom roku v približne rovnakej hodnote. Budúce peňažné toky a podkladové aktíva začínajú na rozličných hodnotách a na konci poistnej doby dosahujú rovnaké hodnoty. Je to z dôvodu potreby výplaty celých podkladových aktív klientom v poslednom roku poistenia.

Obr. 1: Vplyv zvýšenia storna na VF, UI a FCF



Zdroj: vlastné spracovanie

Zvýšenie storna sa priamo prejaví v zmluvnej servisnej marži ako položka aktualizácia predpokladov. Môžeme to vidieť v obrázku 2, kde je zaznamenaná tvorba, stav *CSM* na začiatku roka, na konci roka, rozpustenie a úrokový výnos.

Obr. 2: Vývoj *CSM* pri zvýšenom storne o 10 %

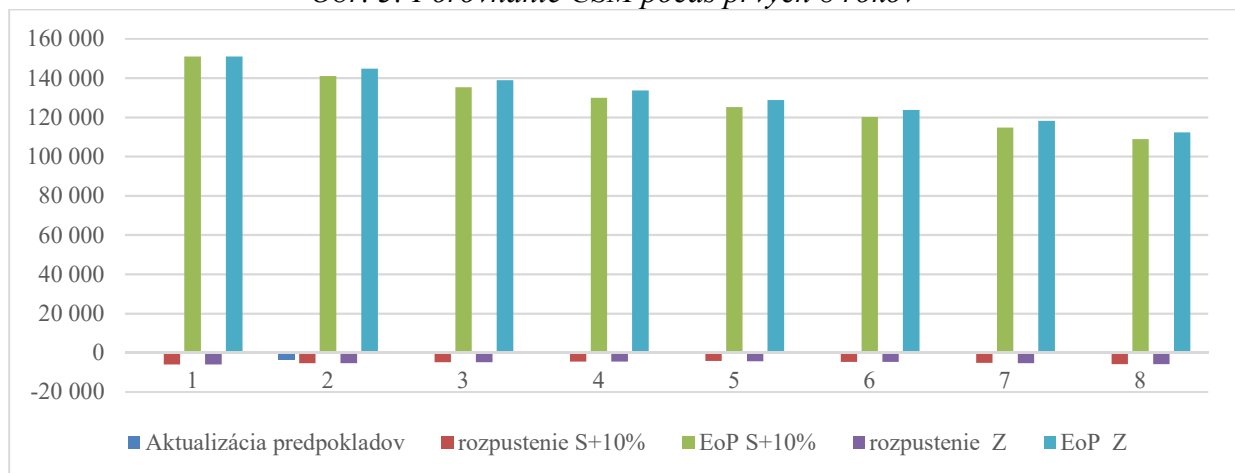
Zdroj: vlastné spracovanie

V druhom roku je položka aktualizácia predpokladov, kde poisťovňa zvýšila svoje predpoklady v danom roku a aj do budúcnosti zvýšením storna o 10%. Tvorba je s kladným znamienkom, pretože portfólio je ziskové, rozpustenie *CSM* je so záporným znamienkom a úrokový výnos je so záporným znamienkom do siedmeho roka. Od ôsmeho roka je s kladným, je to vplyvom začiatkových záporných úrokových mier. Zvýšenie odstúpenia klienta od zmluvy (storna) má za následok zníženie zmluvnej servisnej marže.

Obrázok 3 porovnáva *CSM* na konci periódy, rozpustenie *CSM* v základnom modeli a v modeli so zvýšením storna o 10 % počas prvých ôsmich rokov. V tabuľke 3 sú znázornené všetky realizované zvýšenia storna. Vplyv zvýšenia storna na *CSM* o 2 % je vo výške 736 €, pri zvýšení o 5 % je vo výške 1 835 € a pri zvýšení o 10 % je 3 648 €. Čas nula vyjadruje počiatkové ocenenie (*angl. initial recognition*) zmluvnej servisnej marže, kde sa od tvorby odpočítava úrokový výnos a rozpustenie. Stav *CSM* na konci roka (EoP) sa rovná stavu *CSM*

na začiatku ďalšieho roka (BoP). Tvorba CSM je vo VFA metóde rozdiel súčasnej hodnoty variabilného poplatku a rizikovej prirážky.

Obr. 3: Porovnanie CSM počas prvých 8 rokov



Zdroj: vlastné spracovanie

Tab. 3: Vplyv zvýšenia storna na CSM prvých 8 rokov

| Vývoj CSM -Základný model | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|----------------------------------|----------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| BoP | 0 | 150 908 | 144 671 | 138 924 | 133 612 | 128 747 | 123 688 | 118 217 |
| Tvorba | 157 705 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| úrokový výnos | -830 | -873 | -818 | -731 | -536 | -361 | -147 | -28 |
| rozpustenie | -5 968 | -5 363 | -4 930 | -4 581 | -4 329 | -4 698 | -5 325 | -5 911 |
| EoP | 150 908 | 144 671 | 138 924 | 133 612 | 128 747 | 123 688 | 118 217 | 112 278 |
| Vývoj CSM storno + 2% | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| BoP | 0 | 150 908 | 143 929 | 138 180 | 132 873 | 128 018 | 122 971 | 117 515 |
| Tvorba | 157 705 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| úrokový výnos | -830 | -873 | -813 | -727 | -533 | -359 | -146 | -28 |
| Aktualizácia predpokladov | 0 | -736 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| rozpustenie | -5 968 | -5 370 | -4 935 | -4 579 | -4 322 | -4 687 | -5 311 | -5 893 |
| EoP | 150 908 | 143 929 | 138 180 | 132 873 | 128 018 | 122 971 | 117 515 | 111 594 |
| Vývoj CSM storno + 5% | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| BoP | 0 | 150 908 | 142 821 | 137 070 | 131 771 | 126 930 | 121 902 | 116 468 |
| Tvorba | 157 705 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| úrokový výnos | -830 | -873 | -807 | -722 | -529 | -356 | -145 | -28 |
| Aktualizácia predpokladov | 0 | -1 835 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| rozpustenie | -5 968 | -5 379 | -4 944 | -4 577 | -4 312 | -4 671 | -5 290 | -5 866 |
| EoP | 150 908 | 142 821 | 137 070 | 131 771 | 126 930 | 121 902 | 116 468 | 110 575 |
| Vývoj CSM storno + 10% | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| BoP | 0 | 150 908 | 140 992 | 135 236 | 129 951 | 125 134 | 120 137 | 114 740 |
| Tvorba | 157 705 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| úrokový výnos | -830 | -873 | -797 | -712 | -522 | -351 | -143 | -27 |
| Aktualizácia predpokladov | 0 | -3 648 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| rozpustenie | -5 968 | -5 394 | -4 958 | -4 573 | -4 296 | -4 645 | -5 254 | -5 821 |
| EoP | 150 908 | 140 992 | 135 236 | 129 951 | 125 134 | 120 137 | 114 740 | 108 892 |

Zdroj: vlastné spracovanie

Jednotky poistného krytia, ďalej *CU*, vyjadrujú reálne poistné krytie v prípade smrti všetkých klientov. Poisťovňa bude musieť pre všetky poistné zmluvy definovať tieto jednotky poistného krytia. Dôvod vytvárať *CU* je predovšetkým v stanovení miery rozpúšťania *CSM*. Vo VFA modeli sme *CU* stanovili na základe poistnej sumy. Amortizačný faktor reprezentuje percento, podľa ktorého sa rozpúšťa *CSM*. Spôsob rozpúšťania *CSM* môže byť aj podľa iných veličín, ktoré odrážajú zostávajúce poistné krytie. Vplyv zvýšenia storna na amortizačný faktor, *CU* aj *RA* je zanedbateľný.

Z účtovných výkazov uvádzame výkaz ziskov a strát v druhom roku (tabuľka 5) a v treťom roku (tabuľka 6). Je to z dôvodu porovnania vplyvu zvýšenia storna na jednotlivé položky výkazu ziskov a strát v roku, kedy sa storno zvýšilo a v roku po zvýšení. Vo všetkých ďalších rokoch sa menia tie isté položky ako v treťom roku. V druhom roku, keď sa objaví aktualizácia predpokladov po zvýšení storna, sa okamžite mení hodnota pre rozpustenie CSM. Je vyššia z dôvodu rozpustenia CSM do zisku zo stornovaných poistných zmlúv. Toto neplatí pre každý produkt. V prípade UL produktu sa počas storna vypláca klientovi aktuálna hodnota podkladových aktív a všetky poplatky idú poisťovní. Poplatky sú v prvých rokoch najvyššie.

Tab. 5: Výkaz ziskov a strát v druhom roku poistenia

| Výkaz ziskov a strát podľa IFRS 17 – 2. rok | Základný scenár | Storno+2 % | Storno+5 % | Storno+10 % |
|---|-----------------|--------------|--------------|--------------|
| 1. Poistno-technický výsledok | 5 507 | 5 513 | 5 522 | 5 538 |
| 1.1. Poistný výnos | 14 186 | 14 192 | 14 201 | 14 217 |
| CSM rozpustenie | 5 363 | 5 370 | 5 379 | 5 394 |
| RA rozpustenie | 143 | 143 | 143 | 143 |
| Očakávané škody | 8 139 | 8 139 | 8 139 | 8 139 |
| Očakávané náklady | 540 | 540 | 540 | 540 |
| 1.2. Poistno-technické náklady | -8 679 | -8 679 | -8 679 | -8 679 |
| Nastaté škody | -8 139 | -8 139 | -8 139 | -8 139 |
| Vyplatené nenávratné výdavky | -540 | -540 | -540 | -540 |
| 2. Finančný príjem a náklady | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Čistý investičný výsledok z UL investícií | -529 | -529 | -529 | -529 |
| CSM-vplyv úrokov | 873 | 873 | 873 | 873 |
| Vplyv úrokov na PVFCF | -344 | -344 | -344 | -344 |
| 3. Zisk alebo strata | 5 507 | 5 513 | 5 522 | 5 538 |

Zdroj: vlastné spracovanie

V treťom roku (tabuľka 6) je zvýšená miera storna projektovaná od začiatku roka, a teda vstupuje do všetkých výpočtov. V tabuľkách 5 a 6 sú zobrazené farebným zmenené hodnoty oproti základnému modelu. Vplyvom zvýšenia storna (tabuľka 6) dochádza ku zvýšenému rozpusteniu CSM aj RA a rovnako k zvýšeniu očakávaných aj nastatých škôd. K zníženiu dochádza pri očakávaných a skutočných nákladoch.

Tab. 6: Výkaz ziskov a strát v treťom roku poistenia

| Výkaz ziskov a strát podľa IFRS 17 – 3. rok | Základný scenár | Storno+2 % | Storno+5 % | Storno+10 % |
|---|-----------------|--------------|--------------|--------------|
| 1. Poistno-technický výsledok | 5 045 | 5 053 | 5 065 | 5 085 |
| 1.1. Poistný výnos | 14 959 | 15 150 | 15 437 | 15 914 |
| CSM rozpustenie | 4 930 | 4 935 | 4 944 | 4 958 |
| RA rozpustenie | 115 | 117 | 121 | 127 |
| Očakávané škody | 9 403 | 9 586 | 9 862 | 10 321 |
| Očakávané náklady | 512 | 511 | 510 | 508 |
| 1.2. Poistno-technické náklady | -9 915 | -10 097 | -10 372 | -10 829 |
| Nastaté škody | -9 403 | -9 586 | -9 862 | -10 321 |
| Vyplatené nenávratné výdavky | -512 | -511 | -510 | -508 |
| 2. Finančný príjem a náklady | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Čistý investičný výsledok z UL investícií | -702 | -701 | -700 | -697 |
| CSM-vplyv úrokov | 818 | 813 | 807 | 797 |
| Vplyv úrokov na PVFCF | -115 | -112 | -108 | -100 |
| 3. Zisk alebo strata | 5 045 | 5 053 | 5 065 | 5 085 |

Zdroj: vlastné spracovanie

Na záver príspevku pridávame tabuľku 7, kde je uvedený hospodársky výsledok počas celého poistenia v základnom scenári, v ktorom sa očakávané aktuárske predpoklady rovnajú reálnym, v porovnaní s VFA modelom so zvýšeným stornom o 2%, 5% a 10%. Zmena oproti základnému modelu sa prejavuje už v druhom roku. Najskôr začína zisk vplyvom storna rásť a vo štvrtom roku začína klesať. Aj keď hodnota fondu ešte neprevýšila minimálnu garanciu zo strany poisťovne v prípade úmrtia klienta. Produkt je počas celej poistnej doby ziskový, najvyšší zisk dosahuje v poslednom roku. Zvýšenie storna od štvrtého roka znamená zmenu v podobe zníženia zisku, v poslednom roku pri zvýšení storna o 10 % je zníženie zisku o 403,30 €.

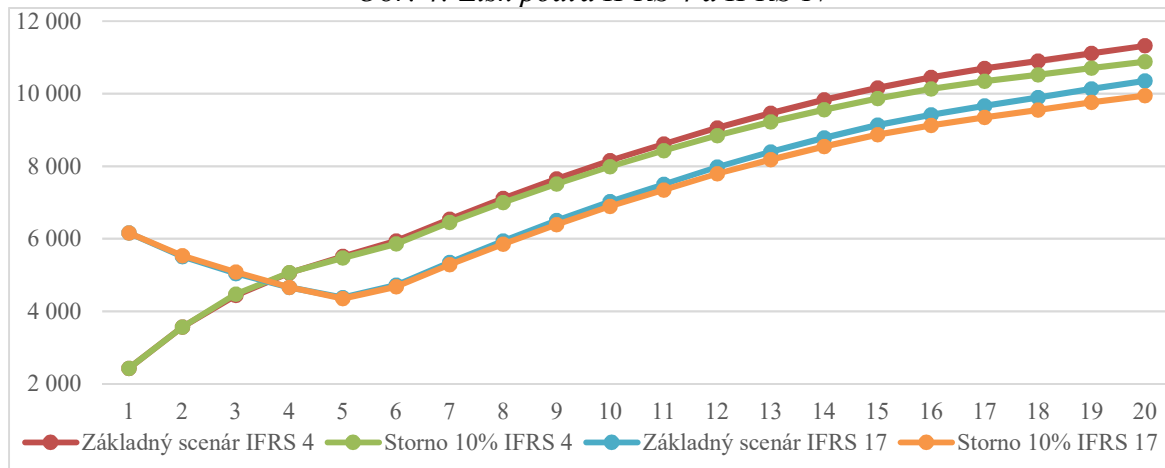
Tab. 7: Porovnanie VFA modelov počas celej poistnej doby

| IFRS 17 | Základný scenár | Storno 2% | Storno 5% | Storno 10% | Zmena Z/2% | Zmena Z/5% | Zmena Z/10% |
|---------|-----------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| 1. rok | 6 165,74 | 6 165,74 | 6 165,74 | 6 165,74 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2. rok | 5 506,51 | 5 512,74 | 5 522,05 | 5 537,52 | 6,23 | 15,54 | 31,01 |
| 3. rok | 5 044,80 | 5 052,79 | 5 064,76 | 5 084,65 | 7,99 | 19,96 | 39,84 |
| 4. rok | 4 665,75 | 4 665,69 | 4 665,53 | 4 665,11 | -0,07 | -0,22 | -0,64 |
| 5. rok | 4 380,58 | 4 374,89 | 4 366,30 | 4 351,85 | -5,69 | -14,28 | -28,73 |
| 6. rok | 4 727,00 | 4 716,94 | 4 701,81 | 4 676,52 | -10,06 | -25,19 | -50,48 |
| 7. rok | 5 353,86 | 5 340,20 | 5 319,69 | 5 285,48 | -13,66 | -34,16 | -68,38 |
| 8. rok | 5 939,56 | 5 921,92 | 5 895,47 | 5 851,41 | -17,64 | -44,09 | -88,15 |
| 9. rok | 6 502,50 | 6 480,49 | 6 447,51 | 6 392,64 | -22,01 | -54,99 | -109,85 |
| 10. rok | 7 029,84 | 7 003,14 | 6 963,16 | 6 896,75 | -26,70 | -66,68 | -133,09 |
| 11. rok | 7 505,04 | 7 473,44 | 7 426,17 | 7 347,72 | -31,60 | -78,87 | -157,31 |
| 12. rok | 7 977,66 | 7 940,79 | 7 885,68 | 7 794,33 | -36,87 | -91,98 | -183,33 |
| 13. rok | 8 392,32 | 8 350,10 | 8 287,02 | 8 182,58 | -42,22 | -105,30 | -209,74 |
| 14. rok | 8 784,09 | 8 736,30 | 8 664,96 | 8 546,95 | -47,79 | -119,13 | -237,14 |
| 15. rok | 9 133,23 | 9 079,81 | 9 000,10 | 8 868,40 | -53,42 | -133,12 | -264,82 |
| 16. rok | 9 418,70 | 9 359,76 | 9 271,88 | 9 126,81 | -58,94 | -146,81 | -291,88 |
| 17. rok | 9 669,34 | 9 604,89 | 9 508,84 | 9 350,45 | -64,45 | -160,49 | -318,89 |
| 18. rok | 9 899,49 | 9 829,47 | 9 725,19 | 9 553,37 | -70,02 | -174,30 | -346,13 |
| 19. rok | 10 133,85 | 10 058,03 | 9 945,18 | 9 759,40 | -75,82 | -188,68 | -374,45 |
| 20. rok | 10 354,33 | 10 272,59 | 10 151,00 | 9 951,03 | -81,74 | -203,33 | -403,30 |

Zdroj: vlastné spracovanie

Obrázok 4 ilustruje porovnanie zisku podľa doteraz platného štandardu a nového IFRS 17. V prvých troch rokoch nadobúda vyššiu hodnotu zisk podľa IFRS 17, potom sa táto hodnota znižuje a zisk podľa IFRS 4 je vyšší až do konca poistnej doby. Zvýšenie storna zvyšuje záväzky poisťovne (súvahová položka) a náklady na výplatu odkupu (položka vo výkaze ziskov a strát).

Obr. 4: Zisk podľa IFRS 4 a IFRS 17



Zdroj: vlastné spracovanie

5 Záver

Po úvodnom predstavení štandardu IFRS 17 sme v príspevku detailne priblížili metódu VFA z teoretického hľadiska a následne aj z praktického hľadiska. Opísali sme podstatu VFA metódy a dôvody jej použitia pre poisťné zmluvy. Vymedzili a vysvetlili sme pojmy podkladové aktíva, variabilný poplatok, budúce peňažné toky, zmluvná servisná marža, riziková prirážka a zároveň sme uviedli ich výpočtové vzťahy. Na základe týchto vzťahov sme vytvorili VFA model, pomocou ktorého sme ocenili portfólio poisťných zmlúv poistenia Unit-linked. Po vytvorení základného VFA modelu sme zvýšili očakávanú hodnotu storna o 2%, 5% a 10%. Môžeme skonštatovať vplyv zvýšenia storna najviac na zmluvnú servisnú maržu, hospodársky výsledok, podkladové aktíva a najmenší vplyv je na rizikovú prirážku, jednotky poisťného krytia a variabilný poplatok.

Cieľom štandardu IFRS 17 je včas odhaliť stratové zmluvy a ich okamžitú stratu hneď vykázat ako stratu, aj keď sa za nejaký čas môže daná strata zmeniť na zisk. V celkovom súčte za všetky roky je zisk podľa IFRS 4 vyšší ako zisk podľa IFRS 17, je však zrejmé, že to nemusí platiť pri iných poisťných produktoch, alebo iných parametroch. Pohľad na zmenu celkového zisku v budúcnosti pri kalkulácii podľa IFRS 17 môže byť pre predstaviteľstvo poisťovne neoptimistický. Náklady spojené s realizáciou metodiky nového štandardu a ešte predpoklad nižšieho zisku sú skôr demotivujúce faktory pre podnikanie v oblasti poisťovníctva. Avšak ako každá nová regulácia, aj implementácia IFRS 17 si vyžaduje zvýšené náklady na počiatočné aplikovanie.

Príspevok bol spracovaný v rámci riešenia grantovej úlohy VEGA 1/0166/20 Stanovenie kapitálovej požiadavky na krytie vybraných katastrofických rizík v životnom a neživotnom poistení.

Literatúra

- [1] Altenburger, Otto A. (2011) *Der Exposure Draft „Insurance Contracts“ – Eine kritische Analyse aus theoretischer Sicht*. In Zeitschrift für die gesamte Versicherungswissenschaft, 100.5: 669-677. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12297-011-0158-y>.
- [2] CFO Forum: Letter to IASB. (2020). Amsterdam. Available at: http://www.cfoforum.nl/downloads/CFOF_letter_to_IASB_23Jan2020.pdf
- [3] European Insurance and Occupational Pensions Authority. License Agreement - Risk Free Interest Rate Coding. Available at: https://www.eiopa.europa.eu/license-agreement-risk-free-interest-ratecoding_en.
- [4] Ewelt-Knauer, C. - Kraft, A. - Schneider, J. (2018). *Der neue Standard zur bilanziellen Abbildung von Versicherungsverträgen (IFRS 17) – Eine kritische Analyse der Auswirkungen auf die Versicherungsbranche*. In Zeitschrift für die gesamte Versicherungswissenschaft. 107.2: 193-226. Available at: doi: 10.1007/s12297-018-0405-6.
- [5] IASB. (2017). *International Financial and Reporting Standards IFRS 17 Insurance Contract*.
- [6] IASB. (2020). *International Financial and Reporting Standards IFRS 17 Insurance Contracts (Incorporating the June 2020 Amendments)*. Available at: <https://cdn.ifrs.org/-/media/project/amendments-to-ifs-17/ifs-17-incorporating-the-june-2020-amendments.pdf?la=en>.
- [7] KPMG. (2020) IFRS 17 – Final amendments are out now. Available at: <https://home.kpmg/xx/en/home/insights/2020/06/revised-standardissued-ifs17.html>.
- [8] Sakálová, Katarína. (2006). *Aktuárske analýzy*. EKONÓM.

- [9] Sotona, Petr. (2018) Mortality risk assesment under IFRS 17. In: *21th International Scientific Conference AMSE: Applications of Mathematics and Statistics in Economics, Czech Republic*. Praha: VŠE v Praze. roč. 21, s. 281-289.
- [10] The Human Mortality Database. Slovakia. Available at: <http://www.mortality.org/cgi-bin/hmd/country.php?cntr=SVK&level=1>.
- [11] TOOLS4F. (2019) *IFRS 17 Seminár*. [presentation].
- [12] Widing, B. & Jansson, Jimmy. (2018) *Valuation Practices of IFRS 17*. (Dissertation) Available at: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kth:diva-224211>.

Blahušiaková, M.: *Účtovná závierka mikro účtovnej jednotky*¹

Lucia Ondrušová²

Transpozíciou Smernice Európskeho parlamentu a Rady 2013/34 z 26. júna 2013 o ročných účtovných závierkach, konsolidovaných účtovných závierkach a súvisiacich správach určitých druhov podnikov, ktorou sa mení smernica Európskeho parlamentu a Rady 2006/43/ES a zrušujú sa smernice Rady 78/660/EHS a 83/349/EHS, v znení neskorších úprav (ďalej aj „smernica o účtovných závierkach“) do národnej účtovnej legislatívy Slovenskej republiky, boli s účinnosťou od 1. januára 2015 v zákone č. 431/2002 Z. z. o účtovníctve v znení neskorších predpisov zadefinované veľkostné kritériá a na základe nich tri veľkostné skupiny podnikateľských účtovných jednotiek. Jedná sa o tieto konkrétne skupiny podnikateľských účtovných jednotiek - mikro účtovná jednotka, malá účtovná jednotka a veľká účtovná jednotka - a subjekt verejného záujmu. Vydanie uvedenej smernice bolo vyústením dlhoročných snáh Európskej komisie o podporu mikro, malých a stredných podnikov v rámci hospodárskeho rastu, tvorby pracovných miest a hospodárskej a sociálnej súdržnosti a v duchu hesla „Najskôr myslieť na malých“. Malé a stredné podniky majú vďaka obrovskému podielu na tvorbe pracovných miest, pridanej hodnoty zásadný význam pre európsky podnikateľský priestor.

V máji 2021 vyšla monografia autorky Ing. Miriamy Blahušiakovej, PhD., v ktorej komplexne spracovala problematiku účtovnej závierky mikro účtovnej jednotky podľa súčasne platných národných a nadnárodných noriem. Monografia je výstupom riešenia projektu Vedeckej grantovej agentúry MŠVVaŠ SR a SAV č. 1/0121/21 (2021 – 2023) *Analýza vplyvu krízy súvisiacej s COVID-19 na finančné zdravie subjektov v Slovenskej republike*.

Hlavným cieľom monografie je komplexná komparatívna analýza vplyvu transpozície smernice o účtovných závierkach do účtovnej legislatívy v Slovenskej republike, s akcentom na účtovnú závierku mikro účtovných jednotiek.

Vecná problematika skúmaná v monografii je rozdelená do siedmich kapitol, ktoré na seba logicky nadväzujú. Spolu s úvodom, záverom a prílohami má monografia 99 strán. Každá kapitola je doplnená podrobnými schémami, tabuľkami a grafmi, ktoré ju robia prehľadnejšou a zrozumiteľnejšou.

Prvá kapitola sa venuje legislatívnym východiskám prípravy a prezentácie účtovnej závierky. V tejto kapitole autorka identifikuje a analyzuje základné legislatívne rámce v rámci národnej a nadnárodnej úpravy, ktoré tvoria teoretické východiská pre zostavovanie a prezentáciu účtovnej závierky; definuje veľkostné skupiny účtovných jednotiek a charakterizuje vo všeobecnosti účtovnú závierku v kontexte národnej i nadnárodnej legislatívy. V druhej kapitole sú definované osobitosti účtovníctva mikro účtovnej jednotky v komparácii s malou účtovnou jednotkou a veľkou účtovnou jednotkou, s akcentom na rôzne zjednodušenia a výnimky, ktoré pre mikro účtovné jednotky v porovnaní s malou a veľkou účtovnou jednotkou v oblasti vedenia účtovníctva existujú. Tretia kapitola sa venuje prvej a najdôležitejšej súčasť účtovnej závierky mikro účtovnej jednotky – súvahe, a to z hľadiska formy, štruktúry a obsahu, ako aj komparácie formy, štruktúry a obsahu so súvahou malej a veľkej účtovnej jednotky. Štvrtá kapitola sa zameriava na druhú súčasť účtovnej závierky mikro účtovnej jednotky – výkaz ziskov a strát, a to opäť z hľadiska formy, štruktúry a obsahu, ako aj komparácie formy, štruktúry a obsahu s výkazom ziskov a strát malej a veľkej účtovnej jednotky. Piata kapitola je venovaná tretej súčasť účtovnej závierky mikro účtovnej jednotky – poznámkam, z hľadiska ich obsahovej náplne a porovnania s poznámkami malej a veľkej účtovnej jednotky. Šiesta kapitola je zameraná na analýzu užitočnosti informácií prezentovaných v účtovnej závierke mikro účtovnej jednotky, účtovným zásadám, ktoré treba pri zostavovaní účtovnej závierky dodržiavať a kvalitatívnym charakteristikám, ktoré musia spĺňať informácie prezentované v účtovnej závierke, aby boli užitočné pre používateľov účtovných informácií. Samostatná podkapitola sa venuje praktickej analýze vybraných účtovných závierok mikro účtovných jednotiek z hľadiska užitočnosti informácií v nich prezentovaných

¹ Bratislava: Letra Edu, 2021, 99 s. ISBN 978-80-89962-78-5 (kniha), ISBN 978-80-89962-79-2 (online)

² Ing. Lucia Ondrušová, PhD., Katedra účtovníctva a audítorstva, Fakulta hospodárskej informatiky, Ekonomická univerzita v Bratislave, Dolnozemska cesta 1/b, 852 35 Bratislava, tel.: +421 2/672 95 761, e-mail: lucia.ondrusova@euba.sk

pre používateľov. Siedma kapitola je komparatívnou analýzou transpozície smernice o účtovných závierkach v účtovnej legislatíve Českej republiky.

Za účelom dosiahnutia relevantných výsledkov autorka aplikuje v monografii vedecké metódy skúmania, a to predovšetkým zber informácií, ich rešerš a selekciu, analýzu, vrátane komparatívnej analýzy, syntézu, indukciu a dedukciu.

Problematika účtovnej závierky mikro účtovnej jednotky je formou vedeckej monografie spracovaná v predloženej podobe v Slovenskej republike prvýkrát. Je to moderná, veľmi prehľadná publikácia, na vysokej vedeckej úrovni, v ktorej sa dôsledne používa odborná terminológia. Okruhy problémov sú objasňované teoreticky s praktickou aplikáciou teoretických poznatkov, pričom sa rešpektuje aktuálna slovenská právna úprava účtovníctva a nadnárodná úprava účtovníctva v znení účinnom k 1. 1. 2021. Vedecky najcennejšie je spracovanie komparatívnych poznatkov z oblasti účtovnej závierky z pohľadu jednotlivých veľkostných skupín účtovných jednotiek, v nadväznosti na nadnárodnú úpravu.

Monografia je určená všetkým, ktorí sa zaujímajú o oblasť účtovnej závierky s akcentom na účtovnú závierku mikro účtovnej jednotky, či už z teoretického hľadiska alebo z pohľadu používateľov informácií z účtovnej závierky v praxi.

EXTERNÍ RECENZENTI

Magdaléna Cárachová

Tomáš Domonkos

Peter Ďurka

Lubica Hrnčiarová

Ivan Láska

Jana Mihalechová

Dominika Mikolajčíková

Miloš Sklenka

Petra Srnišová

POKYNY PRE AUTOROV

Rozsah:

- vedecké state a diskusie 10 až 15 strán. Základnou požiadavkou je originalita príspevku a komplexnosť jeho spracovania. Prijímame príspevky v slovenskom, českom a anglickom jazyku (uprednostňujú sa príspevky v anglickom jazyku);
- informácie maximálne 2 strany;
- recenzie maximálne 2 strany.

Forma:

Použite textový editor MS WORD, verzia 2 000 a vyššia. Šablóna pre písanie článkov je na webovej stránke:

<https://fhi.euba.sk/veda-a-vyskum/vedecke-casopisy/ekonomika-a-informatika/o-casopise>

a v elektronickom systéme na stránke:

<http://ei.fhi.sk/index.php/EAI>

Príspevky predkladajú autori elektronicky vo formáte .doc/.docx do systému na stránke <http://ei.fhi.sk/index.php/EAI>. Príspevky sú recenzované. Redakčná rada zabezpečí interné a externé posúdenie textu príspevku. Autor príspevku je povinný zapracovať pripomienky z posudkov najneskôr do 2 týždňov od doručenia e-mailov so žiadosťou o vykonanie oponentských posudkov v elektronickom systéme časopisu a zaslať príspevok so zapracovanými pripomienkami vo formáte .doc/.docx prostredníctvom elektronického systému časopisu *Ekonomika a informatika*. Konečné rozhodnutie o publikovaní príspevku urobí redakčná rada časopisu. Autor pred zverejnením príslušného čísla časopisu *Ekonomika a informatika* odsúhlasí formátovanie elektronickej verzie článku. Fakulta hospodárskej informatiky si vyhradzuje právo zverejniť príspevky schválené redakčnou radou v elektronickej forme časopisu *Ekonomika a informatika*.

Autorské honoráre sa neplatia. Predložením príspevku do elektronického systému vedeckého časopisu *Ekonomika a informatika* dáva autor príspevku vydavateľovi právo, aby bezplatne publikoval text príspevku v časopise *Ekonomika a informatika* v elektronickej forme vo formáte .pdf.

EKONOMIKA A INFORMATIKA

Vedecký časopis Fakulty hospodárskej informatiky Ekonomickej univerzity v Bratislave a občianskeho združenia Slovenská spoločnosť pre hospodársku informatiku.

Poslaním vedeckého časopisu je publikovať teoretické a aplikačné poznatky získané v ekonomickom výskume a hospodárskej praxi z oblastí hospodárskej informatiky, účtovníctva a audítorstva, ekonometrie a operačného výskumu, aplikovanej štatistiky a aktuárstva, s akcentom na aktuálne otázky harmonizácie, integrácie a kompatibility s európskou a svetovou metodológiou a praxou.

Uverejňuje vedecké state a diskusie, recenzie a informácie o dizertačných a habilitačných prácach, inauguračných prednáškach a vedeckých podujatiach v slovenskom, českom alebo anglickom jazyku, ktoré sú výsledkom vedeckovýskumnej činnosti autorov, vedeckých aktivít doktorandov, medzinárodnej výskumnej a pedagogickej spolupráce a ich aplikácie v ekonomickej praxi.

ECONOMICS AND INFORMATICS

A scientific journal of the Faculty of Economic Informatics of University of Economics in Bratislava and the Slovak Economic Informatics Association.

Mission of the scientific journal is to publish theoretical and application knowledge acquired in economic research and practice in the areas of economic informatics, accounting and auditing, applied statistics, actuarial science, econometrics and operations research, with emphasis on the current issues of harmonization, integration and compatibility with the European and global methodology and practice.

The journal publishes scientific articles and paper discussions, reviews and information on doctoral and habilitation theses, inauguration lectures and scientific events in Slovak, Czech or English language, which are results of scientific and research activity of authors, scientific activities of doctoral students, international research and educational cooperation and their application in the economic practice.

EKONOMIKA A INFORMATIKA

Vydáva: Fakulta hospodárskej informatiky Ekonomickej univerzity v Bratislave a Slovenská spoločnosť pre hospodársku informatiku

Vychádza: 2x ročne