

EKONOMIKA INFORMATIKA

vedecký časopis FHI EU v Bratislave a SSHI

2

2022

ročník XX.



- **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 2022

ISSN 1339-987X (online)

ISSN 1336-3514 (online vydanie)

OBSAH 2/2022

VEDECKÉ STATE A DISKUSIE

Helena Glaser-Opitzová ÚDAJE ZO SKENEROV A CENOVÉ INDEXY	4
Martina Košíková VYUŽITIE PROCEDÚR LOGISTIC A GENMOD V SAS-E PRI ANALÝZE VEĽMI NÍZKEJ INTENZITY PRÁCE	19
Igor Košťál POROVNANIE EXEKUČNEJ EFEKTÍVNOSTI REFERENČNÉHO A PRESÚVACIEHO USPORIADAVANIA ŠTRUKTÚROVANÝCH DÁT V METÓDACH C# APLIKÁCIE	32
Zhanar S. Moldabayeva, Peter Procházka ANALÝZA ŠÍRENIA KORONAVÍRUSU VO VZDELÁVACÍCH INŠTITÚCIÁCH	44
Martina Podmanická ANALÝZA FAKTOROV OVPLYVŇUJÚCICH VERNÝ A PRAVDIVÝ OBRAZ V ÚČTOVNÍCTVE	53
Peter Schmidt, Pavol Jurík DISTRIBUOVANÝ DATABÁZOVÝ SYSTÉM NA MYSQL	68
Daniela Sivašová TYPOLOGIA ŠTÁTOV EURÓPSKEJ ÚNII PODĽA PRÍČIN SMRTI	77
INFORMÁCIE	
Mária Vojtková ZA prof. Ing. Hedvigou Bakytovou, CSc.	89
RECENZIE	
Renáta Hornická BLAĽUŠIAKOVÁ, M.: VÝVOJ FINANČNÉHO ZDRAVIA PODNIKOV VYBRANÝCH ODVETVÍ V SLOVENSKEJ REPUBLIKE V KONTEXTE PANDÉMIE COVID-19	91
EXTERNÍ RECENZENTI	93

Údaje zo skenerov a cenové indexy

Helena Glaser-Opitzová¹

Abstrakt

Článok sa zaoberá metodologickými aj praktickými otázkami implementácie nových zdrojov údajov, tzv. údajov zo skenerov do produkcie cenovej štatistiky a zároveň prezentuje výsledky experimentálnej štúdie, ktorá bola vykonaná na reálnych transakčných údajoch piatich obchodných reťazcov. Poukazuje na výhody ich použitia, ale zároveň upozorňuje aj na možné riziká a nezodpovedané otázky najmä vo vzťahu k výberu vhodného indexu na úrovni elementárneho agregátu.

Kľúčové slová

index spotrebiteľských cien, údaje zo skenerov, elementárne cenové indexy

Abstract

The article deals with methodological and practical issues of implementation of new data sources, so-called scanner data, into the production of price statistics and at the same time presents the results of an experimental study that was conducted on real transaction data of five retail chains. It highlights the advantages of their use, but also draws attention to possible risks and unanswered questions, particularly in relation to the selection of an appropriate index at the elementary aggregate level.

Key words

consumer price index, scanner data, elementary price indices

JEL classification

E 43, E 31

1 Úvod

Inflácia a presnosť merania inflácie významne ovplyvňuje nielen oblasť podnikania, verejnú a štátnu správu, ale zohráva významnú rolu aj v každodennom živote, pretože inflácia ovplyvňuje hodnotu peňazí každého z nás a znižuje životnú úroveň obyvateľstva. Spôsobuje tiež ekonomickú nerovnováhu krajiny, vyvoláva špekulačné investície a v neposlednom rade vyvoláva výkyvy v menových kurzoch.

Okrem indexu cien výrobcov a deflátoru HDP sa za najznámejší ukazovateľ merania inflácie považuje index spotrebiteľských cien (CPI), ktorý v podmienkach Slovenskej republiky zostavuje a publikuje Štatistický úrad SR (ŠÚ SR) v mesačnej periodicite. Pri meraní inflácie prostredníctvom CPI sa zohľadňujú všetky tovary a služby, ktoré domácnosti spotrebúvajú, t. j. predmety bežnej spotreby, predmety dlhodobej spotreby a služby. V súčasnosti zostavenie tohto ukazovateľa postupne prechádza významnou inovačnou zmenou z pohľadu získavania nových zdrojov údajov a metód ich spracovania tak, aby informácie o cenách a následne štatistika merania inflácie lepšie odrážali skutočné zmeny v hospodárstve, boli spoľahlivejšie, prípadne včasnejšie a podrobnejšie.

¹ Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra štatistiky, Dolnozemska cesta 1, 852 35 Bratislava, helena.glaser-opitzova@statistics.sk.

Keď hovoríme o nových zdrojoch údajov pre cenovú štatistiku, máme na mysli transakčné údaje obchodných reťazcov tzv. údaje zo skenerov a údaje získané z webových stránok (web-scraped data).

Údaje získané z webových stránok maloobchodných predajcov nám môžu okrem ceny poskytnúť aj množstvo doplňujúcich informácií o kvalitatívnych vlastnostiach produktov. Tieto informácie nám môžu pomôcť lepšie oddeliť zmenu ceny, ktorá je založená len na zmene kvality výrobku od čistej cenovej zmeny a získať tak ceny porovnateľné v čase.

Údaje zo skenerov sú podrobné údaje o predaji spotrebného tovaru a poskytujú informácie na úrovni čiarového kódu alebo presnejšie na úrovni primárneho identifikačného čísla GS1² pre výrobky alebo služby označovaného ako GTIN (global trade item number) predtým známeho ako EAN kód. Údaje zo skenerov od konkrétneho predajcu a za dané časové obdobie predstavujú vyčerpávajúci zoznam všetkých kódov položiek³, ich tržieb a predaných množstiev. Umožňujú zostaviť index zo všetkých transakcií predajcu alebo predajne.

Údaje zo skenerov existujú už niekoľko desaťročí⁴ a ich praktický význam pre oficiálnu štatistiku je v súčasnej dobe už evidentný. Údaje zo skenerov ponúkajú podrobnejšie a presnejšie informácie, pretože ide o veľký počet cenových pozorovaní, môžu napomôcť zvýšeniu efektívnosti a zníženiu zaťaženia respondentov štatistických zisťovaní. Údaje zo skenerov môžu dopĺňať a v niektorých prípadoch aj nahrádzať tradičné prístupy k zberu údajov za účelom zostavovania CPI. Používanie údajov zo skenerov spochybňuje niektoré tradičné interpretácie a aplikácie pojmov a vyvoláva metodologické aj praktické otázky súvisiace s tvorbou CPI, na ktoré sa v článku zameriavame a vybrané teoretické úvahy overujeme v praxi na transakčných údajoch piatich najväčších obchodných reťazcov z oblasti potravín a nealkoholických nápojov, ktoré sú ŠÚ SR poskytované v týždennej periodicite na základe uzatvorených dohôd.

Cieľom príspevku bolo syntetizovať poznatky súvisiace s problematikou implementácie údajov zo skenerov do produkcie cenovej štatistiky a následne porovnať získané poznatky, koncepty a metódy na reálnych údajoch.

2 Spotrebiteľské ceny – súčasný stav

Ako vyplýva zo správy o kvalite, ktorá sa týka zostavovania CPI, a ktorú ŠÚ SR zverejňuje na svojej internetovej stránke (www.statistics.sk), sledovanie vývoja spotrebiteľských cien a zostavovanie CPI/HICP⁵ vykonáva ŠÚ SR z údajov získavaných prostredníctvom terénneho zberu údajov o cenách tovarov a služieb. Zber údajov sa realizuje priamo v prevádzkach a obchodoch na celom území SR, kde obyvatelia obvykle nakupujú a ceny, ktoré sa zisťujú, sú tzv. pultové ceny. Ceny sa zisťujú v spolupráci so zamestnancami spravodajských jednotiek⁶. Ceny niektorých tovarov a služieb je možné zisťovať aj telefonicky, prostredníctvom internetu alebo centrálné, ak sa jedná o ceny administratívne, regulované, sadzobníkové, ale aj položky s trhovými cenami, ktoré sú rovnaké pre celé územie SR. Predané množstvá jednotlivých tovarov a služieb nie sú k dispozícii a tradičný spotrebný kôš, na ktorom

² Čiarový kód GS1 spustil digitálnu revolúciu, ktorá navždy zmenila spôsob, akým svet podniká. Pomocou jednoduchého skenovania bolo možné identifikovať produkt a pripojiť ho k počítačovému systému

(<https://www.gs1.org/about>)

³ V praxi môžu byť používané aj iné kódy ako GTIN, preto sme v tomto kontexte zaviedli všeobecný pojem "kód položky".

⁴ Prvý snímač čiarových kódov bol zavedený v USA v roku 1974.

⁵ V rámci Európskej únie (EÚ) bol zavedený osobitný index spotrebiteľských cien - harmonizovaný index spotrebiteľských cien (HICP). HICP sa zostavuje podľa harmonizovaného prístupu a jednotného súboru definícií. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/hicp/legislation>.

⁶ Spravodajskou jednotkou je každý, od ktorého sa požaduje poskytnutie údajov na štatistický účel.

je založený výpočet indexu spotrebiteľských cien je relatívne malá vzorka z celej množiny tovarov a služieb (tzv. cenové reprezentanty). Ceny sú zisťované počas prvých 20 dní sledovaného mesiaca. Za cenové reprezentanty boli vybrané výrobky a služby, ktoré sa významne podieľajú na výdavkoch obyvateľstva a svojim rozsahom reprezentujú celú sféru spotreby. V súlade s metodikou Eurostatu sa univerzálny spotrebný kôš člení na 12 odborov a 44 skupín podľa klasifikácie ECOICOP⁷. Od januára 2022 univerzálny spotrebný kôš predstavuje súbor 738 reprezentantov. Z uvedeného počtu patrí do odboru „Potraviny a nealkoholické nápoje“ 146 reprezentantov. Váhy jednotlivých reprezentantov sa počítajú z údajov zistených štatistikou rodinných účtov, z podkladov štatistiky národných účtov a rôznych administratívnych zdrojov údajov. Index spotrebiteľských cien je indexom Laspeyresovho typu (ŠÚ SR, 2021):

$$I = \frac{\sum_{i \in N} \frac{p_{i1}}{p_{i0}} p_{i0} q_{i0}}{\sum_{i \in N} p_{i0} q_{i0}} 100 \quad (1)$$

kde:

p_{i1} je cena tovaru alebo služby v sledovanom období,

p_{i0} je cena tovaru alebo služby v základnom období,

q_{i0} predstavuje predané množstvo tovaru alebo služby v základnom období,

$\frac{p_{i1}}{p_{i0}}$ je individuálny index ceny určitého tovaru alebo služby a

N je spotrebný kôš produktov a služieb.

S výnimkou výrobkov s volatílnymi cenami, ceny získavané tradičným spôsobom sa zbierajú raz mesačne a len pre výber predajní. Aktuálny spotrebný kôš (popis a váhy jednotlivých odborov, skupín, tried, podtried medzinárodnej klasifikácie individuálnej spotreby podľa účelu (COICOP); pod tým popis a váhy jednotlivých reprezentantov) je publikovaný na stránke ŠÚ SR: www.statistics.sk. V rámci ponuky hlavnej hornej lišty Štatistiky > Makroekonomické štatistiky > Spotrebiteľské ceny a ceny produkčných štatistik > Ukazovatele > Spotrebiteľské ceny (inflácia) je možné nájsť spotrebné koše od roku 2013 vrátane súčasného.

3 Využitie údajov zo skenerov a súvisiace metodické zmeny v zostavovaní CPI

3.1 Vlastnosti údajov zo skenerov a ich dopad na produkciu CPI/HICP

Údaje zo skenerov od konkrétneho predajcu a za dané časové obdobie predstavujú vyčerpávajúci zoznam všetkých kódov predaných položiek, ich tržieb a predaných množstiev. Umožňujú zostaviť index zo všetkých transakcií predajcu alebo predajne. Napríklad sortiment potravín a nealkoholických nápojov, ktorý bol predmetom nášho skúmania je pokrytý v podmienkach Slovenska počtom 7000 až 29000 položiek, v závislosti od maloobchodného reťazca. Na základe metodických vysvetliviek CPI zverejnených na stránke ŠÚ SR (ŠÚ SR 2021) je pri súčasnom spôsobe zisťovania cien každá z vybraných predajní navštívená jedenkrát v mesiaci a za každého reprezentanta vybraný v predajni len jeden produkt (spolu cca 142 konkrétnych cien). Oproti tomu pri údajoch zo skenerov získame informáciu za celý predaj daného produktu v týždennom agregáte. Na základe tržieb vieme jednotlivým položkám priradiť váhu.

Údaje zo skenerov ponúkajú teda väčšie časové a produktové pokrytie v porovnaní s tradičnými metódami zberu údajov, poskytujú informácie o transakciách pre všetky výrobky

⁷ Európska klasifikácia individuálnej spotreby podľa účelu.

vo všetkých časových obdobiach. Poskytujú informácie o transakčných cenách, a nie o pultových cenách. To znamená, že môžeme sledovať priemernú cenu, ktorú spotrebiteľia skutočne zaplatili za každý výrobok. V porovnaní so súčasným tradičným zberom ponúkajú aj väčšie regionálne a produktové pokrytie a z hľadiska tržieb v skúmanej oblasti v podmienkach SR predstavujú pokrytie približne 80%. Po počiatkových investíciách sa v porovnaní s tradičným zberom údaje náklady štatistických úradov znížia, pretože odosielanie transakčných údajov môže byť plne automatizované.

Ďalšou výhodou týchto údajov je veľká miera detailných informácií o jednotlivých produktoch⁸, ktorá umožňuje definovať tzv. homogénne skupiny produktov a vypočítať cenové indexy elementárnych agregátov na nižšej úrovni agregácie ako je ECOICOP5 (viď nasledujúca kapitola). V údajoch je zaznamenaná každá transakcia a viditeľný je vznik nových kódov položiek, zánik položiek a zmeny ich relatívnej dôležitosti.

V Praktickej príručke Eurostatu na spracovanie údajov zo skenerov (Eurostat, 2017, str. 9) sa môžeme dočítať: „*Pri tradičnom zisťovaní cien musia cenári dôverovať intuícii a zdravému rozumu a môže sa stať, že ceny sa zbierajú dovtedy, kým je položka dostupná, aj keď už nie je reprezentatívna. V transakčných údajoch od obchodných reťazcov (údaje zo skenerov) je zaručená reprezentatívnosť*“.

Podľa Eurostat (2017) v priebehu roka zaniká 25% až 60% kódov položiek, samozrejme v závislosti od krajiny a sledovanej oblasti spotreby. Miznúce položky môžu byť nahradené novými, pričom úplne nové položky môžu v priebehu roka rozšíriť predávaný sortiment výrobkov. Položky, ktoré sa predávajú počas celého roka, môžu tvoriť iba podmnožinou celkovej populácie. Môžu tiež zmiznúť navždy alebo dočasne (napr. v prípade sezónneho tovaru). Okrem vzniku skutočne nových tovarových položiek sú položky často nahrádzané novými, obnovenými verziami tovarov. Jedná sa v podstate o rovnaké tovarové položky s nejakým povrchným rozdielom, ako je napríklad nový obal. Vzniká takto nielen nový kód položky bez zmeny kvality, ale aj problém týkajúci sa spracovania údajov.

Aj keď existuje veľa výhod v súvislosti s používaním údajov zo skenerov pre zostavovanie CPI/HICP, je potrebné spomenúť aj niekoľko problémov, ktoré musel ŠÚ SR v praxi riešiť. Použitie týchto údajov predstavuje dodatočnú pracovnú záťaž, ako aj počiatkové náklady na vybudovanie IT systému na spracovanie údajov. Bolo potrebné vybudovať kanál pre prenos údajov do informačného systému ŠÚ SR, čo v počiatkovej fáze tiež vyžadovalo finančné a ľudské zdroje. Implementáciou týchto zdrojov údajov do produkcie cenovej štatistiky sa zvýši závislosť ŠÚ SR na jednotlivých maloobchodníkoch, pretože nedodanie údajov by mohlo mať významný dopad na kvalitu štatistických produktov. Toto potenciálne riziko sa zmiernilo uzatvorením kvalitných dohôd a udržiavaním dobrých vzťahov s poskytovateľmi údajov avšak v praxi aj tak občas dochádza k výpadkom buď vo forme poskytnutia chybných súborov alebo nedodania údajov v požadovanom termíne. V neposlednom rade, implementácia nových zdrojov údajov komplikuje proces produkcie CPI/HICP z pohľadu ľudských zdrojov, vyžaduje si pokročilejšie IT kompetencie zamestnancov.

3.2 Spotrebný kôš a elementárny agregát

Spotrebný kôš vo všeobecnosti pozostáva z dvoch úrovní. Úroveň I predstavuje skupiny produktov a ich príslušných váh, ktoré sú usporiadané podľa klasifikácie ECOICOP. Úroveň II (pod 5-miestnou úrovňou klasifikácie), naopak, nepoužíva žiadny vopred definovaný systém klasifikácie. Spôsob, akým sa jednotlivé krajiny rozhodnú organizovať svoj klasifikačný

⁸ Uvedená informácia platí ak maloobchodný reťazec disponuje kvalitnou internou klasifikáciou a je ochotný ju zdieľať.

system pod päťmiestnou úrovňou je často určený dostupnosťou podrobných údajov o výdavkoch podľa produktov, výberom vzorky a dostupnosťou zdrojov.

Bez ohľadu na to, ako je úroveň II organizovaná, musí byť vytvorený rad elementárnych agregátov, ktoré existujú niekde v rámci tejto štruktúry II. úrovne a ktoré sú základnými stavebnými prvkami CPI/HICP.

Elementárny agregát je najmenší a relatívne homogénny súbor tovarov alebo služieb, pre ktorý definujeme a aj používame údaje o výdavkoch na účely zostavenia CPI. Tovary alebo služby, ktoré sú súčasťou určitého elementárnemu agregátu by si mali byť podobné z pohľadu konečného použitia a tiež cenového vývoja. Môžu byť definované nielen na základe ich charakteristických vlastností, ale aj s ohľadom na región a typ odbytiska, v ktorom sa nachádzajú a predávajú. Dosiahnutý stupeň ich homogenity závisí v praxi od dostupnosti príslušných údajov o výdavkoch. Elementárne agregáty môžu byť preto v rôznych krajinách definované odlišne. Je však potrebné dodržať niekoľko kľúčových pravidiel. Elementárne agregáty by mali:

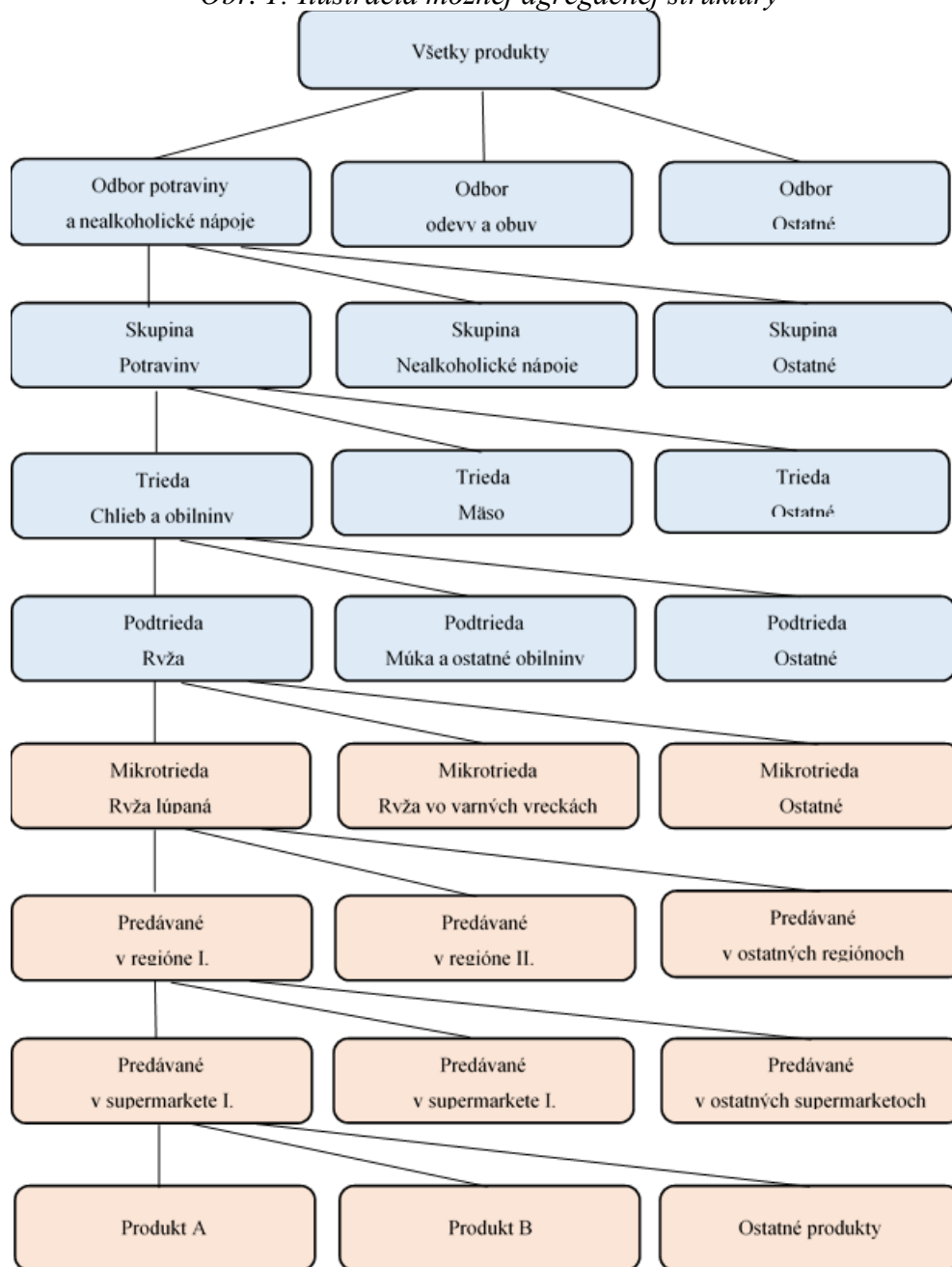
- pozostávať zo skupín tovarov alebo služieb, ktoré sú si čo najviac podobné a predovšetkým dostatočne homogénne z hľadiska konštrukcie a obsahu;
- pozostávať z produktov, u ktorých môžeme očakávať podobné cenové pohyby, pričom cieľom by mala byť minimalizácia rozptylu cenových pohybov v rámci agregátu;
- byť definované tak, aby mohli prípadne slúžiť ako straty v prípade plánovaného výberového zisťovania pre zber údajov.

Štruktúra agregácie pre CPI je znázornená na obr. 1. Použijúc klasifikáciu COICOP je celý súbor spotrebných výdavkov a služieb rozdelený do odborov ako napr. „Potraviny a nealkoholické nápoje“. Každý odbor sa ďalej delí na skupiny, ako napr. „Potraviny“, Skupiny sú ďalej rozdelené do tried, ako napr. „Chlieb a obilniny“. Triedy sa delia na podtriedy, ako napríklad „ryža“. Mnohé krajiny používajú ešte jemnejšiu klasifikáciu ďalšou dezagregáciou pod úroveň podtriedy na homogénnejšie mikrotriedy ako napríklad „ryža lúpaná“ a tie môžu byť ďalej členené podľa regiónu alebo typu predajne. Mikrotrieda nemusí byť ďalej členená a v tom prípade sa stáva elementárnym agregátom. V prípade detailnejšej dezagregácie, ktorá je zobrazená na obr. 1 odlišnou farbou, je príkladom elementárneho agregátu ryža lúpaná predávaná v regióne I, v supermarkete I.

Na základe horeuvedeného sme prostredníctvom detailných informácií o jednotlivých produktoch z údajov zo skenerov definovali 354 homogénnych skupín produktov pre odbor 01 – Potraviny a nealkoholické nápoje klasifikácie ECOICOP, t. j. definovali sme II. (národnú) úroveň klasifikácie ECOICOP (t. j. ECOICOP6) pre odbor 01, ktorá je spoločná pre údaje všetkých obchodných reťazcov, ktoré v tejto oblasti v súčasnosti spolupracujú so ŠÚ SR. Elementárny agregát je potom možné definovať na úrovni SR alebo aj na úrovni obchodného reťazca (vid' obr. 1). Vzhľadom na charakter údajov, ktoré ŠÚ SR poskytujú obchodné reťazce, nie je možné definovať elementárny agregát na regionálnej úrovni.

Údaje, ktoré na ŠÚ SR prichádzajú na týždennej báze je potrebné klasifikovať, t. j. každé pozorovanie musí byť namapované na klasifikačnú štruktúru ECOICOP6. Existujú rôzne techniky ako to urobiť. V súčasnosti napríklad na ŠÚ SR prebieha už fáza testovania vybraných metód strojového učenia na prepájanie údajov internej klasifikácie jednotlivých obchodných reťazcov na klasifikáciu ECOICOP6 a výsledky sú povzbudivé.

Obr. 1: Ilustrácia možnej agregačnej štruktúry



Zdroj: vlastné spracovanie

3.3 Výber tovarových položiek do výpočtu CPI/HICP

Eurostat (2017) odporúča dva možné prístupy k výberu položiek, ktoré by mali byť zahrnuté do výpočtu a to statický a dynamický prístup.

Statický prístup imituje tradičný fixný výber (spotrebný kôš) s tým rozdielom, že dochádza k zmene cenového konceptu. Ceny získavané tradičným spôsobom sú nahradené cenami za jednotku tovaru z údajov zo skenerov. Všetko sa riadi tradičnou metodikou, ale s výhodou úplných informácií o skutočných transakciách, na základe ktorých sa realizuje počítačový výber kódov položiek a v prípade potreby ich nahradenie počas roka. Je pracovne náročný a dostupné údaje využíva len v obmedzenej miere.

Pri dynamickej metóde ide o automatický reprezentatívny výber kódov položiek pre každé dva po sebe nasledujúce mesiace (t a $t + 1$, $t + 1$ a $t + 2$, $t + 2$ a $t + 3$ a tak ďalej), t. j.

výber všetkých spárovaných položiek s tržbami nad určitú hranicu, ktoré budú obsahovať nové a dostatočne dôležité položky, pričom položky, ktoré sú menej dôležité, sa vypustia.

Problémom pri sledovaní cenových zmien cez kódy položiek môže byť opätovné uvedenie výrobku na trh. Preto je niekedy vhodnejšie zaviesť postup, ktorý identifikuje opätovné uvedenie na trh a spája dva kódy položiek, ktoré sa vzťahujú na "rovnaký" výrobok. Opätovné uvedenie na trh môže byť spojené aj so zmenami veľkosti balenia, ktoré by sa tiež mali upraviť pri výpočte priemernej ceny. Napríklad 100 g čokoládová tyčinka, ktorá bola na trhu predtým sa teraz predáva v balení s hmotnosťou len 80 g.

Index elementárneho agregátu sa vypočíta na základe súboru spárovaných reprezentatívnych kódov položiek pre položky, ktoré sa skutočne predávajú v dvoch po sebe nasledujúcich obdobiach. Každý mesiac sa teda súbor jednotlivých výrobkov, ktoré vstupujú do výpočtu indexu vyberá nanovo. V praxi sa uplatňuje „cut-off“ výber, pri ktorom sa vyberajú najpredávanejšie výrobky v dvoch po sebe nasledujúcich obdobiach a ako indexová metóda sa často aplikuje Jevonsov index⁹.

Metóda dynamického koša bola pôvodne navrhnutá v práci Van der Grient, H. a de Haan, J. (2010). Tento prístup môžeme považovať za pragmatický kompromis, ktorý na jednej strane dovoľuje aktualizovať spotrebný kôš v porovnaní so statickým prístupom fixného koša, na druhej strane sa do určitej miery vyhneme problému s prípadným driftom¹⁰ reťazového časového radu lebo Jevons index je nevážený. Váhy sa použijú len implicitne, v rámci výberovej procedúry. Do výpočtu vstupujú len výrobky, ktoré prekročia určitú hranicu. Výrobky s nízkym predajom ignorujeme.

Hlavnou nevýhodou tejto metódy je, že sledované váhy nie sú explicitne zahrnuté do výpočtu indexu a predstavujú len 0 – 1 premennú. Hoci v porovnaní s reťazovým Törnqvistovým indexom je pravdepodobnosť reťazového driftu výrazne nižšia, nedá sa úplne vylúčiť. Určité skreslenie smerom nadol sa môže objaviť najmä vtedy, keď výrobky opúšťajú trh za znížené ceny (Lamboray, 2021). Na zmiernenie tohto problému sa môže použiť dumpingový filter, ktorý z výpočtov vylúči tie jednotlivé výrobky, ktoré vykazujú veľký pokles v cenách aj predaných množstvách.

Na základe horeuvedeného sme v rámci vykonaných experimentov v závislosti od použitej metódy zostavenia indexu aplikovali filtre, ktorými sme niektoré produkty vylúčili z výpočtu. Filtrovanie údajov sme vykonávali na množine údajov, ktorá by potenciálne vstupovala do výpočtu medzimesačného indexu. Filtrovaním sa odstránili extrémne zmeny ceny s minimálnou a maximálnou cenovou zmenou na základe experimentov nastavené na hodnoty 0,3 a 3 (filter na odľahlé hodnoty - outlier filter) a výpredajové produkty, ak je cenová zmena $\leq 0,8$ a súčasne zmena tržieb $\leq 0,2$ (dumping filter). V prípade dynamického prístupu (metódy dynamického spotrebného koša, ktorý sa vytvára vždy aktuálne pre dve po sebe idúce obdobia) sme následne odstránili z výpočtu aj produkty s nízkym predajom na základe vzťahu uvedeného v Eurostat (2017):

$$\frac{S_t^{t-1} + S_t^t}{2} > \frac{1}{n\lambda} \quad (2)$$

⁹ Cenový index definovaný ako nevážený geometrický priemer relatívnych cien bežného obdobia k základnému obdobiu (IMF a kol., 2020).

¹⁰ O reťazovom indexe sa hovorí, že driftuje, ak sa nevráti k jednotke, keď sa ceny v bežnom období vrátia na úroveň, ktorú dosahovali v základnom období. Reťazové indexy sú náchylné na drift, keď ceny počas období, ktoré pokrývajú, kolíšu.

To znamená, že produkt bol zaradený do vzorky pre výpočet indexu ak podiel S položky i na výdavkoch v mesiacoch t a $t-1$ prekročil prahovú hodnotu $\frac{1}{n\lambda}$, kde n je počet uvažovaných produktov a λ je fixný parameter a zvyčajne $\lambda = 1,25$ (Eurostat 2017).

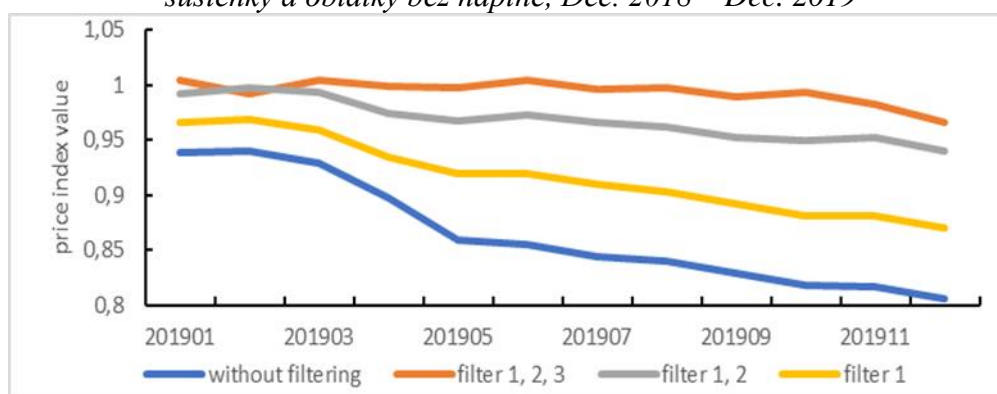
Vplyv filtrovania údajov na počty produktov, ktoré vstupujú do výpočtu indexov vidíme v tabuľke 2.

Tab. 2: Vplyv filtrovania na redukciiu súboru údajov (COICOP 01, priemerný mesiac 2019)

Typ filtra	Popis	Počet záznamov po filtrovaní
Bez filtrovania		60 239
Filter 1	filter odľahlých hodnôt	60 070
Filter 1, 2	filter odľahlých hodnôt + dumping filter	59 638
Filter 1, 2, 3	filter odľahlých hodnôt + dumping filter + filter na nízky predaj	17 057

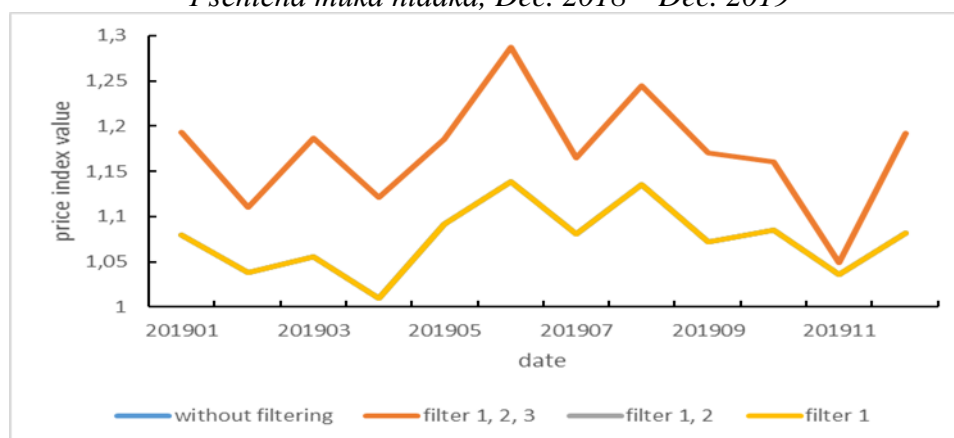
Zdroj: Glaser-Opitzová (2022)

Obr. 2: Vplyv filtra odľahlých hodnôt (filter 1), filtra dampingových cien (filter 2) a filtra nízkych predajov (filter 3) na hodnotu reťazového Jevonsovho indexu, ECOICOP6 – sušienky a oblátky bez náplne, Dec. 2018 – Dec. 2019



Zdroj: Glaser-Opitzová (2022)

Obr. 3: Vplyv filtra odľahlých hodnôt (filter 1), filtra dampingových cien (filter 2) a filtra nízkych predajov (filter 3) na hodnotu reťazového Jevonsovho indexu, ECOICOP6 – Pšeničná múka hladká, Dec. 2018 – Dec. 2019



Zdroj: vlastné spracovanie

Z obrázkov 2 a 3 je zrejmé, že reťazový Jevonsov index je citlivý na výber filtra, čo potvrdzujú aj výsledky experimentálnej štúdie (Bialek, 2020). V uvedených konkrétnych

prípadoch Jevonsov index nadobúda najnižšie hodnoty vtedy, ak ho počítame nad nefiltrovanou databázou produktov. Najviac produktov je z výpočtu odfiltrovaných z dôvodu nízkeho predaja. Práve tieto produkty by nevhodným spôsobom ovplyvnili vývoj, ale hlavne úroveň Jevonsovho cenového indexu, ktorý je počítaný bez použitia váh.

3.4 Definovanie produktu

Podľa (IMF a iní, 2020) pred použitím akejkoľvek metódy výpočtu indexu je potrebné definovať jednotlivé porovnávané produkty. Základným princípom je porovnávať podobné s podobným a sledovať ceny toho istého produktu v priebehu času. V kontexte údajov zo skenerov najpodrobnejšiu úroveň homogenity v údajoch zvyčajne predstavuje úroveň kódu položky. Okrem tejto dimenzie produktu je potrebné brať do úvahy typ predajne alebo predajcu a dimenziu času. Často sa ten istý výrobok predávaný v rôznych časových okamihoch, v tej istej alebo podobných predajniach môže považovať za definíciu produktu, ktorý je dostatočne homogénny, takže pre tento produkt môžeme vypočítať priemernú cenu transakcie. V niektorých kategóriách hlavne vysokoobrátkového tovaru, ako napríklad odevy alebo obuv, kódy tovarov veľmi často vznikajú a zanikajú čo výrazne komplikuje meranie cenových zmien. Riešením môže byť definovať produkt ako zoskupenie jednotlivých tovarových položiek s podobnými charakteristikami. Definíciu je možné poňať širšie aj užšie, ale tak, aby z pohľadu spotrebiteľa boli rozdiely medzi zoskupenými položkami nepodstatné. Výpočet ceny za jednotku tovaru na tejto úrovni umožňuje nielen zachytiť substitučné efekty medzi porovnateľnými výrobkami, ale uľahčuje aj zahrnutie nových výrobkov vstupujúcich na trh. Príliš široko definované zoskupenie položiek však môže viesť k skresleniu ceny za jednotku tovaru a vysokej volatilitate. Rozhodnutia týkajúce sa definovania produktov môžu významne ovplyvniť výsledné cenové indexy a preto vplyv definície produktu na výsledky musí byť dôsledne otestovaný.

V prípade potravín a nealkoholických nápojov bol pojem produkt definovaný na úrovni kódu položky a obchodného reťazca, čo v našom prípade predstavuje najpodrobnejšiu úroveň homogenity v údajoch.

3.5 Časové pokrytie

Jednotková cena produktu presnejšie odráža ceny, ktoré platia spotrebiteľia v rámci celého sledovaného obdobia ako zistenie ceny v konkrétnom čase v prípade tradičného zberu (Balk, 1998). Jednotkové ceny zohľadňujú zľavy a vplyv týchto zliav na množstvo predaného tovaru. Obdobie, za ktoré sú jednotkové ceny vypočítané, je dôležité vzhľadom na presnosť jednotkovej ceny. Diewert a iní (2016) tvrdia, že jednotkové ceny používané na konštrukciu CPI by mali byť vypočítané za rovnaké obdobie ako je obdobie, za ktoré sa zostavuje index (napr. mesiac), a nie za čiastkové obdobie. V praxi sa však štandardne používa čiastkové obdobie referenčného obdobia z dôvodu včasnosti a časovej presnosti poskytovania štatistických produktov. Rovnako k tomu bude musieť pristúpiť aj ŠÚ SR a nájsť vhodný kompromis. Či bude navrhnuté obdobie dvoch alebo troch týždňov je momentálne ešte v štádiu experimentovania.

4 Cenové indexy pre elementárny agregát

Ideálny vzorec pre výpočet indexu, ktorý sa má použiť pre výpočet CPI by mal mať váhy pre každé cenové pozorovanie, ktoré sa použije na zostavenie elementárneho cenového indexu a tiež váhy pre agregovanie elementárnych indexov na vyššiu úroveň. Zdrojom týchto informácií môžu byť údaje zo skenerov.

Napriek tomu sa v praxi vo väčšine prípadov cenové indexy pre elementárne agregáty počítajú bez použitia explicitných váh. V tomto prípade sa musí elementárny index vypočítať

ako nevážený priemer cien, z ktorých pozostáva. V prípade výberu reprezentantov s pravdepodobnosťami proporcionálnymi k veľkosti niektorých relevantných premenných ako napr. tržby sú váhy implicitne zavedené výberovou procedúrou.

Jedným zo spôsobov ako sa rozhodnúť pre vhodný vzorec indexu je požadovať, aby spĺňal určité špecifické axiómy alebo testy. Tieto testy objasňujú vlastnosti indexov, ktoré nemusia byť na prvý pohľad zrejmé. Medzi štyri základné testy, ktorými môžeme ilustrovať axiomatický prístup patria (IMF a kol., 2020): test proporcionality, test súmernosti, časovo reverzný test a test tranzitivity. Jevonsov index na rozdiel od iných indexov spĺňa všetky uvedené testy a je teda z axiomatického hľadiska jednoznačne index s najlepšimi vlastnosťami. Aj keď sa donedávna veľmi nepoužíval, trend jeho využívania štatistickými úradmi má rastúcu tendenciu (IMF a kol., (2020)). Môže byť napísaný pre bázičné (0) a aktuálne obdobie (t) nasledovne:

$$P_J^{0,t} = \left(\prod_{i \in S} \frac{p_i^t}{p_i^0} \right)^{1/N_{0,t}} = \frac{(\prod_{i \in S} p_i^t)^{1/N_{0,t}}}{(\prod_{i \in S} p_i^0)^{1/N_{0,t}}} \quad (3)$$

S predstavuje množinu zhodných tovarových položiek patriacich do určitej kategórie a $N_{0,t}$ počet zhodných tovarových položiek. p_i^0 a p_i^t sú ceny (ceny za jednotku tovaru) každej položky $i \in S$ v období 0 a t .

Pri výbere vhodného indexu na meranie CPI/HICP je možné použiť okrem axiomatického prístupu aj prístup ekonomický. Ekonomický prístup je založený na ekonomickej teórii správania sa spotrebiteľa. Ekonomický prístup k teórii indexových čísel predpokladá, že množstvo je funkciou ceny, pričom pozorované údaje sa generujú ako riešenia rôznych problémov ekonomickej optimalizácie (IMF a iní, 2020). Najpreferovanejšími indexami pre účely merania CPI sú superlatívne cenové indexy (Diewert, 1976). Môžu byť napísané ako:

Fischerov cenový index (Fischer, 1922):

$$P_F^{0,t} = \sqrt{P_{La}^{0,t} P_{Pa}^{0,t}} \quad (4)$$

ktorý je geometrickým priemerom Laspeyresovho a Paascheho indexu a Törnqvistov cenový index (Törnqvist, 1936):

$$P_T^{0,t} = \left(\prod_{i \in S} \frac{p_i^t}{p_i^0} \right)^{s_i^0 + s_i^t / 2} \quad (5)$$

kde $s_i^0 = p_i^0 q_i^0 / \sum_{i \in S} p_i^0 q_i^0$ a $s_i^t = p_i^t q_i^t / \sum_{i \in S} p_i^t q_i^t$ označujú podiely výdavkov v období 0 a t ; q_i^0 a q_i^t sú predané množstvá.

Superlatívne indexy majú základ v ekonomickej teórii a použité váhy odrážajú zmeny v spotrebiteľskom správaní, ktoré ilustruje obrázok 4.

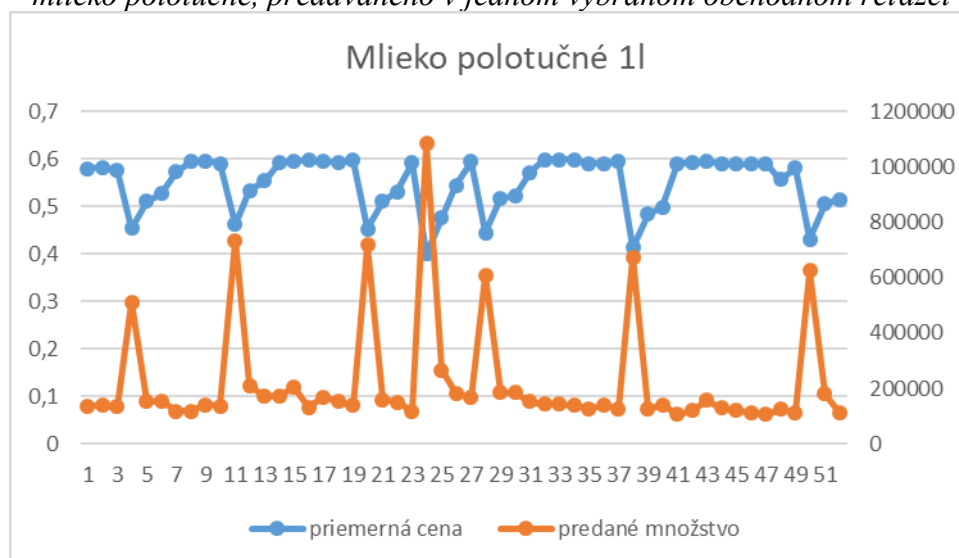
Podľa (Diewert, 1976) sa v prípade výpočtu indexov nad fixným košom (statický prístup k výberu produktov) superlatívne indexy (Fischer, Törnqvist) navzájom aproximujú. V našom prípade, ktorý je ilustrovaný na obr. 5 (dynamický kôš, reťazené verzie indexov) sa správajú rovnako. Ich vývoj je v súlade s ekonomickým prístupom v teórii cenových indexov, podľa ktorej superlatívne indexy aproximujú index životných nákladov a Laspeyres index vymedzuje jeho hornú hranicu a Paasche index jeho dolnú hranicu (Labudová a kol., 2021)

Okrem otázky vážené indexy vs nevážené indexy je potrebné sa zaoberať aj otázkou bázičné indexy vs reťazové indexy.

Bázické indexy majú tú výhodu, že neobsahujú drift v časovom rade indexov, ale majú aj nevýhodu. V priebehu času sa objavujú nové výrobky a staré výrobky miznú a je stále ťažšie porovnávať položky, ktoré sú k dispozícii v aktuálnom období, s položkami, ktoré boli dostupné v bázičkom období.

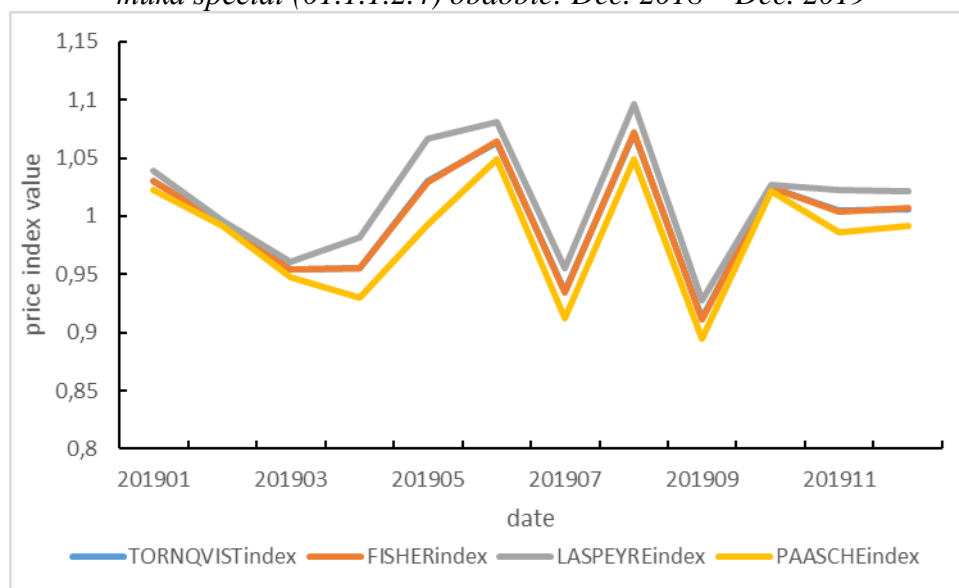
Všeobecne sa odporúča použiť reťazové superlatívne indexy a to z dôvodu vyššej miery spárovanania jednotlivých kódov položiek medzi dvoma po sebe idúcimi obdobiami a predpokladu menších rozdielov v cene a kvantite. Tento predpoklad však nezohľadňuje existenciu výpredajov a zliav, pri ktorých sa môže výrazne zvýšiť kvantita predaného tovaru a to až niekoľkonásobne, čo môže spôsobiť drift v časovom rade.

Obr. 4: Porovnanie vývoja ceny a predaného množstva produktu - ECOICOP6 – mlieko polotučné, predávaného v jednom vybranom obchodnom reťazci



Zdroj: vlastné spracovanie

Obr. 5: Porovnanie vývoja vážených bilaterálnych reťazených indexov, ECOICOP6 – múka špeciál (01.1.1.2.4) obdobie: Dec. 2018 – Dec. 2019



Zdroj: vlastné spracovanie

Ivancic, Diewert a Fox (2009) navrhli postup, ktorý poskytuje indexy superlatívneho typu bez driftu, prostredníctvom adaptácie teórie multilaterálnych indexových čísel. Tento postup maximalizuje množstvo spárovaných položiek v údajoch bez rizika driftu.

Metódy multilaterálnych cenových indexov sa zvyčajne používajú pre porovnanie cenových úrovní medzi krajinami a regiónmi tak, aby porovnania boli tranzitívne, t.j. výsledky sú nezávislé na výbere bázičky krajiny. Najznámejšie metódy sú GEKS (Gini, 1931), (Eltető a Köves, 1964), (Szulc, 1964), Geary-Khamis metóda (Geary, 1958), (Khamis 1972) a Country-Product Dummy (CPD) metóda navrhnutá v (Summers, 1973).

Multilaterálne priestorové porovnanie cien môže byť jednoducho prispôbené pre porovnanie v čase. Multilaterálne indexy spĺňajú požiadavku cirkularity alebo tranzitivity, to znamená, že sa dopracujeme k rovnakým výsledkom či už porovnáваме entity navzájom priamo alebo prostredníctvom vzťahov s inými entitami.

4.1 Metóda GEKS

Tranzitívny multilaterálny index GEKS je geometrický priemer pomerov všetkých bilaterálnych (v štandardnej verzii Fisherových) indexov kde každá entita je uvažovaná ako báza. Kontextu časových radov metódu prispôbili a ďalej rozvinuli Ivancic, Diewert a Fox (2011).

Pri aplikovaní metódy treba v prvom rade určiť dĺžku intervalu (okna), na ktoré má byť metóda aplikovaná. Spravidla sa metóda aplikuje na dĺžku okna jeden alebo dva roky plus jedno obdobie, aby sa zohľadnili aj produkty zaťažené sezónnosťou. Dĺžku okna označíme w . Vyberieme bázičné obdobie v rámci okna, budeme ho označovať ako k , a vypočítame bilaterálny index medzi obdobím k a každým ďalším obdobím v okne. Postup opakujeme pre všetky možné voľby k . Takto dostaneme maticu bilaterálnych indexov veľkosti $w \times w$ pre všetky možné páry jednotlivých období v rámci okna. Potom vypočítame GEKS indexy pre prvých w období ako:

$$[\prod_{k=1}^w P^{k,1}]^{1/w}, [\prod_{k=1}^w P^{k,2}]^{1/w}, \dots, [\prod_{k=1}^w P^{k,w}]^{1/w}, \quad (6)$$

kde výraz $P^{k,t}$ je bilaterálny index medzi obdobím t a bázičným obdobím k . V pôvodnej verzii, P označoval Fischerov index, v súčasnosti sa v metóde používa napr. aj Törnqvist, Walsh alebo Jevons index. V podstate je možné použiť akýkoľvek iný bilaterálny index, ak spĺňa podmienku časovej reverzibility. Táto vlastnosť vyžaduje, aby sa index medzi obdobiami a a b rovnal inverznej hodnote rovnakého indexu medzi obdobiami b a a . Matica bilaterálnych indexov $w \times w$ vyzerá nasledovne:

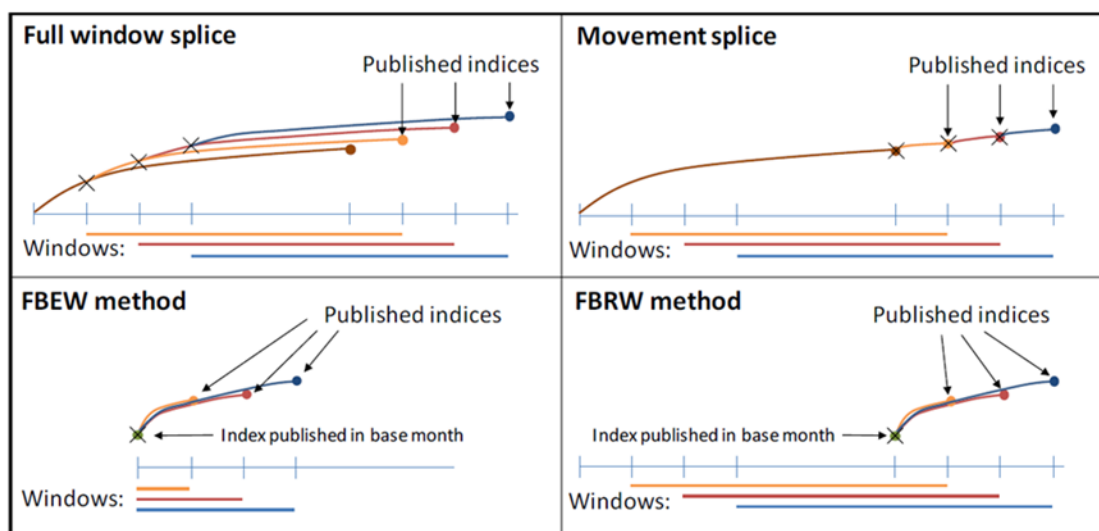
$$P = \begin{pmatrix} P^{1,1} & \dots & P^{1,w} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ P^{w,1} & \dots & P^{w,w} \end{pmatrix} \quad (7)$$

Potom prvá hodnota časového radu GEKS indexov pre prvých w období je geometrickým priemerom prvkov v prvom stĺpci vyššie uvedenej matice, druhý člen je geometrickým priemerom druhého stĺpca atď. V prípade multilaterálnych indexov vzniká problém pridaním informácií z nového mesiaca pretože v prostredí štatistickej produkcie sa musí časové okno každý mesiac upraviť tak, aby zahŕňalo údaje z posledného mesiaca. Časové okno môžeme upraviť rôznym spôsobom:

- Každý mesiac posunieme časové okno o jeden mesiac dopredu, dĺžka časového okna je konštantná, posledný najaktuálnejší mesiac zahrnieme, zatiaľ čo najstarší mesiac odstránime.
- Každý mesiac predĺžime časové okno o jeden mesiac. Časové okno sa každý mesiac predlžuje. Po uplynutí jedného roku sa časové okno nastaví na pôvodnú dĺžku.

Pri každom použití nového časového okna sa predtým vypočítané indexy môžu zmeniť. Aby sa predišlo revíziám už publikovaných výsledkov, používajú sa rôzne techniky spájania, ktoré spoja najnovší multilaterálny index s predchádzajúcimi výsledkami. Technicky funguje spojenie dvoch časových radov indexov cez spojku t. j. obdobie, cez ktoré vytvoríme prepojenie. Pre kompiláciu výsledkov v mesiaci t existujú rôzne metódy ako toto prepojenie vytvoriť a ku každej metóde ešte dva hlavné varianty spájania (Chessa, 2019). Dôvodom sú postupné posuny okna, ktoré generujú sekvenciu prepočítaných alebo „revidovaných“ indexov popri už publikovanom indexe v rovnakom období. Obidva, prepočítaný aj zverejnený index sú kandidátmi na index, na ktorý je možné naviazať nový rad indexov. Preto budeme rozlišovať dva varianty spájania (okrem metódy „Movement splice“, ktorá má index publikovaný v predchádzajúcom období ako jedinou možnosť prepojenia) a to prepojiť multilaterálny index zostavený v období t s multilaterálnym indexom zostaveným v období $t-1$ alebo prepojiť multilaterálny index zostavený v období t s publikovaným indexom (viď obrázok 6).

Obr. 6: Ilustrácia extenzívnych metód, kde \times znamená mesiac spájania a index



Zdroj: Chessa (2019, str. 5)

V prípade multilaterálnych metód sme sa pri experimentovaní zamerali hlavne na porovnanie GEKS_Jevons a GEKS_Törnqvist v kombinácii s rôznymi extenzívnymi metódami. Dĺžku okna sme zvolili 13 mesiacov. Mesačné GEKS multilaterálne indexy sme kompilovali na najnižšej úrovni agregácie, nad spoločnou databázou produktov. To znamená, že sme aplikovali len časovú a produktovú agregáciu, základná úroveň nebola špecifická pre obchodný reťazec. Elementárnou úrovňou, na ktorej sa zostavovali cenové indexy bola úroveň ECOICOP6. Indexy GEKS pre 354 skupín výrobkov boli agregované na vyššie úrovne ECOICOP s použitím štandardných ročne reťazených indexov Laspeyresovho typu s pevnými váhami, ktoré sa vzťahujú na predchádzajúci rok. Rovnaký postup sa používa aj na agregáciu "oficiálnych" indexov. Cenové indexy získané aplikovaním rôznych extenzívnych metód sa porovnávali s indexami, ktoré sú tranzitívne na celej dĺžke časového obdobia, ku ktorej sa vzťahujú súbory údajov. Výsledky prezentované v článku Glaser-Opitzová (2021) ukazujú nesignifikantné rozdiely medzi extenzívnymi metódami v prípade GEKS_Törnqvist aj GEKS_Jevons. Situácia je však odlišná pri vzájomnom porovnaní oboch multilaterálnych metód, kde bol rozdiel signifikantný a to hlavne z dôvodu, že GEKS_Jevons plne nevyužil potenciál údajov zo skenerov, pretože ide o nevážený index a možnosť konštruovať váhy na elementárnej úrovni je jednou z ich fundamentálnych výhod.

5 Záver

Transakcie z maloobchodnej siete sú pre cenovú štatistiku čoraz dostupnejším dátovým zdrojom. Kompilácia cenových indexov z takýchto zdrojov však nie je jednoduchá a vyvoláva mnohé metodologické aj praktické otázky.

Na základe detailných informácií o jednotlivých produktoch z údajov zo skenerov sme pre odbor 01 – Potraviny a nealkoholické nápoje klasifikácie ECOICOP definovali 354 homogénnych skupín produktov (mikrotried), t.j. definovali sme II. (národnú) úroveň klasifikácie, ECOICOP6. Podarilo sa nám definovať rovnaké homogénne skupiny produktov pre všetky spolupracujúce obchodné reťazce. Elementárny agregát je takto možné definovať na úrovni SR alebo aj na úrovni obchodného reťazca. Oba návrhy už boli predmetom empirického skúmania a z výsledkov vyplynulo, že je v podmienkach SR možné definovať elementárny agregát aj na úrovni SR, čo môže celý proces kompilácie CPI/HICP zjednodušiť.

Na základe ďalšieho empirického skúmania sme pre odbor potravín a nealkoholických nápojov definovali produkt na úrovni kódu položky a stanovili prahové hodnoty, ktoré z výberu tovarov, ktoré vstupujú do výpočtu cenových indexov na elementárnej úrovni vylučujú extrémne zmeny cien, výpredajové tovary alebo málo predávané tovary.

Ukončili sme experimentálne skúmanie nad fixným spotrebným košom (statický prístup k výberu tovarových položiek). Predmetom ďalšieho skúmania bude výlučne dynamický prístup.

Problematika implementácie údajov zo skenerov do štatistickej produkcie CPI je však veľmi široká a mnohostranná a mnohé metodologické otázky stále nie sú zodpovedané. Veľkou výzvou zostáva výber vhodného indexu pre elementárny agregát. Budúce empirické skúmanie bude zamerané najmä na možnú implementáciu Jevonsovho indexu a superlatívnych reťazových indexov, aj keď majú svoje limity, ale najmä na multilaterálne indexy.

Oznam

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] Balk, B. M. (1998). On the Use of Unit Value Indices as Consumer Price Subindices. Paper presented at the Fourth Meeting of the International Working Group on Price Indices, Washington, DC, April 22–24. <http://www.ottawagroup.org>.
- [2] Bialek, J. (2020). PriceIndices – A New R Package for Bilateral and Multilateral Price Index Calculations. *Statistica: Statistics and economy journal* 101 (2), 54–69
- [3] Diewert, W. E. (1976). Exact and Superlative Index Numbers. *Journal of Econometrics* 4: 114–45.
- [4] Diewert, W. E., Fox, K. J. & de Haan, J. (2016). A Newly Identified Source of Potential CPI Bias: Weekly versus Monthly Unit Value Price Indexes. *Economics Letters* 141, 169–72.
- [5] Eltető, Ö. - Köves, P. (1964): On a Problem of Index Number Computation Relating to International Comparisons (in Hungarian). In.: *Statisztikai Szemle* 42, s. 507-518.
- [6] Eurostat (2017). Practical Guide for Processing Supermarket Scanner Data. Retrieved 13.05.2019 from <https://circabc.europa.eu/sd/a/8e1333df-ca16-40fc-bc6a-1ce1be37247c/Practical-Guide-Supermarket-Scanner-Data-September-2017.pdf>.
- [7] Fisher, I. (1922). *The Making of Index Numbers*. Boston, MA: Houghton-Mifflin.
- [8] Geary, R.C.: A Note on the Comparison of Exchange Rates and Purchasing Power between Countries. In.: *Journal of the Royal Statistical Society A* 121, 1958, s. 97-99.

- [9] Gini, C. (1931). On the Circular Test of Index Numbers. In: International Review of Statistics 9, s.3-25.
- [10] Glaser-Opitzová, H. (2021, December). The Multilateral Methods for the Consumer Price Index Measurement using Scanner Data in the Conditions of the Slovak Republic. Economic and Social Development 76th International Scientific Conference on Economic and Social Development – "Building Resilient Society". Retrieved November 13, 2022, from https://www.researchgate.net/publication/363845644_1169549Book_of_Proceedings_esdZagreb2021_Online_1_1
- [11] Glaser-Opitzová, H. (2022). Use of Scanner Data in Measuring the Consumer Price Index in the Conditions of the Slovak Republic. Proceedings from the EDAMBA 2021 conference, 92 – 102. <https://doi.org/10.53465/EDAMBA.2021.9788022549301.92-102>
- [12] Chessa, A.G. (2019). A comparison of index extension methods for multilateral methods. Paper presented at the 16th Meeting of the Ottawa Group on Price Indices, Rio de Janeiro, Brazil, 8 - 10 May 2019. Retrieved 11.10.2021 from [https://www.ottawagroup.org/Ottawa/ottawagroup.nsf/home/Meeting+16/\\$FILE/A%20comparison%20of%20index%20extension%20methods%20paper.pdf](https://www.ottawagroup.org/Ottawa/ottawagroup.nsf/home/Meeting+16/$FILE/A%20comparison%20of%20index%20extension%20methods%20paper.pdf).
- [13] IMF, ILO, EUROSTAT, UNECE, The World Bank (2020). Consumer price index manual: concepts and methods. Washington, DC : International Monetary Fund, 2020. Retrieved 11.10.2021 from <https://www.imf.org/en/Data/Statistics/cpi-manual>
- [14] Ivancic, L. Diewert, W. E. & Fox, K. J. (2009). Scanner data, time aggregation and the construction of price indexes. Discussion paper 09-09, University of British Columbia, Vancouver, Canada.
- [15] Ivancic, L. Diewert, W.E. & Fox, K.J. (2011). Scanner data, time aggregation and the construction of price indexes. Journal of Econometrics, 161, 24-35.
- [16] Khamis, S.H. (1972). A New System of Index Numbers for National and International Purposes, In.: Journal of the Royal Statistical Society A 135, s. 96-121.
- [17] Labudová, V., Pacáková, V., Sipková, L., Šoltés, E., Vojtková, M. (2021). Štatistické metódy pre ekonómov a manažérov, Bratislava: Wolters Kluwer.
- [18] Lamboray, C. (2021). Index Compilation Techniques for Scanner Data - Paper prepared for the Group of Experts on Consumer Price Indices UNECE, Online meeting, June 2021.
- [19] Sásiková, I. (2022, April 28). Index spotrebiteľských cien. Retrieved November 13, 2022, from <http://www.statistics.sk/>
- [20] Summers, R. (1973). International Price Comparisons Based Upon Incomplete Data. In.: Review of Income and Wealth, 19, s. 1-16.
- [21] Szulc, B. (1964). Indices for Multiregional Comparisons (in Polish). In.: Przegląd Statystyczny 3, , s. 239-254.
- [22] ŠÚ SR (2021). Metodické vysvetlivky – HICP / CPI. Dostupné 25.01.2021 na www.statistics.sk
- [23] Van der Grient, H. & de Haan, J. (2010). The use of supermarket scanner data in the Dutch CPI. CBS. Dostupné na [The use of supermarket scanner data in the Dutch CPI \(cbs.nl\)](http://www.cbs.nl), prístup 13.05.2019.
- [24] Törnqvist, L. (1936). The Bank of Finland's Consumption Price Index. Bank of Finland Monthly Bulletin 10: 1–8.

Využitie procedúr LOGISTIC a GENMOD v SAS-e pri analýze veľmi nízkej intenzity práce

Martina Košíková¹

Abstrakt

Cieľom príspevku je analýza veľmi nízkej intenzity práce osôb slovenských domácností. Na údajoch zo štatistického zisťovania EU-SILC 2021 a s využitím procedúr LOGISTIC a GENMOD v rámci štatistického softvéru SAS Enterprise Guide aplikujeme metódy logistickej regresie a zovšeobecnených lineárnych modelov na kvantifikáciu vplyvu relevantných kategoriálnych faktorov na binárnu premennú veľmi nízka intenzita práce. Prostredníctvom analýzy marginálnych stredných hodnôt (príkaz LSMEANS) a kontrastnej analýzy (príkaz CONTRAST) identifikujeme skryté vzťahy medzi jednotlivými úrovňami faktora a príkazom ESTIMATE odhadneme pravdepodobnosť, že osoba bude čeliť riziku vylúčenia z trhu práce.

Kľúčové slová

veľmi nízka intenzita práce, marginálne stredné hodnoty, pomer šancí, logistická regresia

Abstract

The aim of the article is the analysis of the very low work intensity of persons in Slovak households. On the data from the statistical survey EU-SILC 2021 and using the LOGISTIC and GENMOD procedures within the statistical software SAS Enterprise Guide, we apply the methods of logistic regression and generalized linear models to quantify the effect of relevant categorical factors on the binary variable very low work intensity. Based on the analysis of least squares means (LSMEANS statement) and contrast analysis (CONTRAST statement), we identify hidden relationships between individual levels of the factor, and the ESTIMATE statement estimates the probability that a person will be at risk of being excluded from the labor market.

Key words

very low work intensity, least squares means, odds ratio, logistic regression

JEL classification

C12; C51; R29

1 Úvod

Veľmi nízka intenzita práce patrí k jednému z troch ukazovateľov monitorovania chudoby v rámci kontextu stratégie Európa 2030. Rôzne štúdie, napr. (Cantillon a Vandebroucke, 2014), (Rastrigina a kol, 2015), (Johnston a McGauran, 2018), odhalili, že riziko chudoby závisí od rôznych faktorov, avšak v prípade, že by sa na tento problém pozeralo z hľadiska veľmi nízkej intenzity práce, tak ohrozenie domácnosti chudobou závisí predovšetkým od zloženia domácnosti, od počtu ekonomicky neaktívnych osôb, vzdelanostnej úrovne osôb a zároveň od osôb, ktoré sú spôsobilé vykonávať pracovnú činnosť, čo sa nazýva pracovná intenzita.

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

2 Logistická regresia

Logistická regresia je rozšírením klasickej lineárnej regresie, pretože kvantifikuje odhad asociácie jednej alebo viacerých nezávislých premenných s binárnou závislou premennou. Inými slovami, používa sa na odhad pravdepodobnosti sledovanej udalosti vzhľadom na hodnoty nezávislých premenných.

Na vyjadrenie tvaru modelu logistickej regresie je dôležité transformovať binárnu závislú premennú na spojitú premennú, t. j. vyjadríme logaritmus šancí:

$$\begin{aligned} \text{logit}(p_i) &= \ln\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) \\ \text{odds} &= \frac{p_i}{1-p_i} \end{aligned}$$

V takomto prípade, kde závislú premennú vyjadruje $\text{logit}(p_i)$, dostaneme lineárny vzťah medzi závislou premennou a vektorom nezávislých premenných. Výsledný tvar rovnice modelu logistickej regresie vyjadríme nasledovne:

$$\text{logit}(p_i) = \ln\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} \dots + \beta_k x_{ik}$$

kde β_j sú neznáme parametre modelu.

Významnosť modelu logistickej regresie sa overuje pomocou troch chí-kvadrát testov (test vierohodnostným pomerom, skóre test alebo Waldov test), pričom (Allison, 2012) uvádza, že v prípade dostatočne veľkých súborov nie je nutné uprednostňovať niektorý z uvedených testov. Na overenie signifikantnosti vplyvu nezávislých premenných na závislú premennú používame Waldov test:

$$\text{Wald} = \hat{\boldsymbol{\beta}}^T \cdot \mathbf{S}_b^{-1} \cdot \hat{\boldsymbol{\beta}}$$

kde $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ je vektor odhadov regresných koeficientov a \mathbf{S}_b^{-1} je variančno-kovariančná matica vektora $\hat{\boldsymbol{\beta}}$.

Výhodou použitia logistickej regresie je to, že regresné koeficienty možno interpretovať ako pomer šancí. Pomer šancí vyjadruje, do akej miery sa mení pravdepodobnosť sledovanej udalosti v prípade jednotkového nárastu nezávislej premennej (kvantitatívne premenné) alebo oproti referenčnej kategórii (kvalitatívne premenné) pri zachovaní podmienky *ceteris paribus*.

$$OR = \frac{\text{odds}_1}{\text{odds}_2} = e^{\beta_j}$$

Ako uviedli autori (Schober a Vetter, 2021) podmienkou použitia logistickej regresie je splnenie nasledujúcich predpokladov:

- pokiaľ je nezávislá premenná kvantitatívna, musí mať lineárny vzťah s logitom (prirodzený logaritmus šancí),
- jednotlivé pozorovania musia byť nezávislé,
- model musí byť správne špecifikovaný – Hosmer-Lemeshow test dobrej zhody.

3 Analýza veľmi nízkej intenzity práce osôb slovenských domácností

Prvotným a dôležitým krokom k získaniu spoľahlivých výsledkov jednotlivých analýz je relevantná údajová základňa. Keďže cieľom príspevku je analyzovať veľmi nízku intenzitu práce osôb žijúcich na Slovensku, tak vstupnú databázu tvoria údaje získané zo štatistického zisťovania EU-SILC 2021. Na základe skúseností a zároveň výsledkov z rôznych vedeckých prác (Šoltés a kol, 2018), (Glaser-Opitzová a Vojtková, 2020), (Ionescu, 2014), (Ward a Ozdemir, 2013) a pod. predpokladáme, že veľmi nízka intenzita práce môže byť ovplyvnená faktormi ako sú napríklad vzdelanie, ekonomická aktivita, rodinný alebo zdravotný stav, typ domácnosti, urbanizácia alebo kraj, v ktorom osoba žije. V rámci nasledujúcich analýz budeme pracovať so závislou premennou veľmi nízka intenzita práce (**VLWI** – *very low work intensity*), ktorá je binárna s obmenami „**yes**“ (osoba ohrozená veľmi nízkou intenzitou práce) a „**no**“ (osoba, ktorá nie je ohrozená veľmi nízkou intenzitou práce). Nezávislé premenné vstupujúce do analýzy sú kategoriálne s niekoľkými obmenami:

EDUCATION (vzdelanie)

- **Less_than_Secondary** (nižšie ako sekundárne vzdelanie)
- **Post_Secondary** (postsekundárne vzdelanie)
- **Tertiary_1** (vysokoškolské vzdelanie 1. stupňa)
- **Upper_Secondary** (vyššie sekundárne vzdelanie)
- **z_Tertiary_2_3** (vysokoškolské vzdelanie 2. a 3. stupňa - **referenčná kategória**)

EA (ekonomická aktivita)

- **Disabled_person** (invalidná osoba)
- **Inactive_person** (iná neaktívna osoba)
- **Person_in_household** (osoba v domácnosti)
- **Student** (študent)
- **Unemployed** (nezamestnaná osoba)
- **z_at_Work** (zamestnaná osoba – **referenčná kategória**)

HT (typ domácnosti)

- **1A_at_least_1Ch** (domácnosť 1 dospelaj osoby aspoň s jedným závislým dieťaťom)
- **1Adult** (1 dospelá osoba)
- **2A_1Ch** (domácnosť 2 dospelých osôb s jedným závislým dieťaťom)
- **2A_1R** (domácnosť 2 dospelých osôb pričom aspoň jedna z nich je vo veku 65+)
- **2A_at_least_3Ch** (domácnosť 2 dospelých osôb aspoň s 3 závislými deťmi)
- **2Adult** (domácnosť 2 dospelých osôb)
- **Other_0Ch** (iná domácnosť bez závislých detí)
- **Other_with_Ch** (iná domácnosť so závislými deťmi)
- **z_2A_2Ch** (domácnosť 2 dospelých s 2 závislými deťmi – **referenčná kategória**)

MARITAL_STATUS (rodinný stav)

- **Divorced** (rozvedená osoba)
- **Never_married** (slobodná osoba)
- **Widowed** (ovdovelá osoba)
- **z_Married** (osoba v manželskom zväzku – **referenčná kategória**)

HEALTH (všeobecné zdravie)

- **Bad** (zlý zdravotný stav)
- **Fair** (priemerný zdravotný stav)
- **z_Good** (dobrý zdravotný stav – **referenčná kategória**)

URBANISATION (urbanizácia)

- **Intermediate** (územie s priemerne hustým osídlením)
- **Sparse** (územie s riedkym osídlením)
- **z_Dense** (územie s hustým osídlením – referenčná kategória)

REGION (kraj)

- **BB** (Banskobystrický kraj)
- **KE** (Košický kraj)
- **NR** (Nitriansky kraj)
- **PO** (Prešovský kraj)
- **TN** (Trenčiansky kraj)
- **TT** (Trnavský kraj)
- **ZA** (Žilinský kraj)
- **z_BA** (Bratislavský kraj – referenčná kategória)

3.1 Model veľmi nízkej intenzity práce osôb slovenských domácností

Prostredníctvom procedúry LOGISTIC v štatistickom programe SAS Enterprise Guide skonštruujeme model logistickej regresie. Na overenie vplyvu zaradených faktorov do modelu aplikujeme *Waldov test*, ktorým testujeme nulovú hypotézu, že nezávislá premenná nemá významný vplyv na závislú premennú.

Tab. 1: Test štatistickej významnosti vplyvu faktorov na VLWI

Type 3 Analysis of Effects			
Effect	DF	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq
EA	5	464.8397	<.0001
Marital_status	3	9.7072	0.0212
Education	4	92.7375	<.0001
HT	8	137.3158	<.0001
Health	2	8.3396	0.0155
Urbanisation	2	29.1665	<.0001
Region	7	44.9132	<.0001

Zdroj: vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Významnosť vplyvu sa potvrdila v prípade všetkých uvažovaných faktorov (tab. 1), pretože výsledné *p* - hodnoty boli dostatočne malé na to, aby nepresiahli bežne používanú hladinu významnosti 0,05. Veľkosť vplyvu môžeme posúdiť na základe výsledných hodnôt testovacej štatistiky, pričom najväčší vplyv má premenná EA, HT, Education alebo Region.

Tab. 2: Test štatistickej významnosti modelu logistickej regresie

Testing Global Null Hypothesis: BETA=0			
Test	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq
Likelihood Ratio	1902.6024	31	<.0001
Score	2578.5303	31	<.0001
Wald	763.3943	31	<.0001

Zdroj: vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Významnosť modelu s týmito faktormi overíme prostredníctvom troch testov (tab. 2) – *Likelihood Ratio* (test vierohodnostným pomerom), *Score* (skóre test), *Wald* (Waldov test). Vzhľadom na dostatočne veľkú vzorku nie je dôvod ani jeden z uvedených testov uprednostňovať. Spomínanými testami overujeme platnosť nulovej hypotézy, že regresné koeficienty sú nulové, resp. model nie je štatisticky významný. Výsledné *p*-hodnoty uvedených testov nás jednoznačne informujú o tom, že nulovú hypotézu zamietame, pretože model je signifikantný na akejkolvek používanej hladine významnosti.

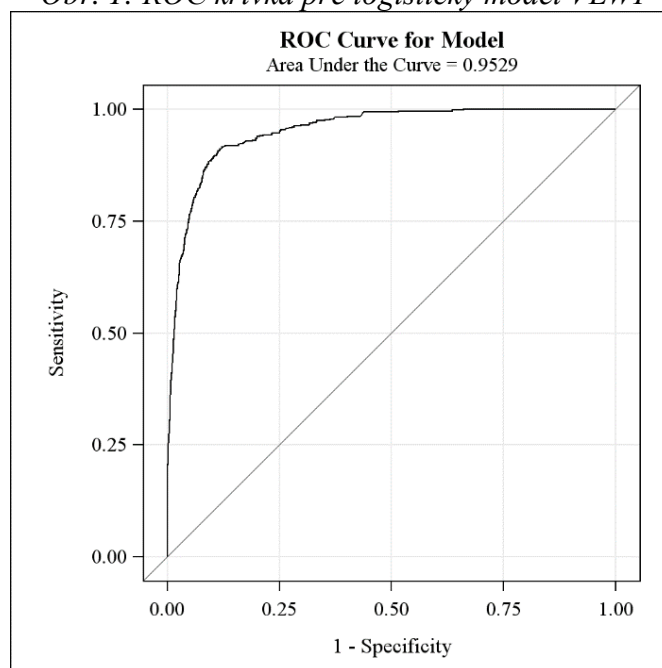
Adekvátnosť a úspešnosť modelu pri predikcii potvrdzujú miery asociácie z tab. 3 – Sommerovo D, Goodmanova-Kruskalova gamma a štatistika c, ktorých hodnoty sú dostatočne vysoké. Porovnanie konkordantných a diskordantných párov tiež výrazne svedčí o dostatočnej kvalite modelu. Štatistiku c môžeme aj graficky znázorniť pomocou ROC krivky (obr. 1), pričom jej hodnota predstavuje obsah plochy pod ROC krivkou (čím je väčšia plocha medzi krivkou a uhlopriečkou, tým je model kvalitnejší).

Tab. 3: Asociácia medzi odhadnutými pravdepodobnosťami získaných z logistického modelu VLWI a pozorovanými pravdepodobnosťami

Association of Predicted Probabilities and Observed Responses			
Percent Concordant	95.3	Somers' D	0.906
Percent Discordant	4.7	Gamma	0.906
Percent Tied	0.0	Tau-a	0.116
Pairs	3453408	c	0.953

Zdroj: vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Obr. 1: ROC krivka pre logistický model VLWI



Zdroj: vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Vplyv nezávislej premennej na závislú premennú kvantifikujeme pomocou pomeru šancí, ktorý vyjadruje ako sa zmení šanca, že osoba bude čeliť veľmi nízkej intenzite práce oproti šanci, že osoba nebude ohrozená veľmi nízkou intenzitou práce (za podmienky *ceteris paribus*, t. j. ostatné faktory ostávajú fixované na referenčnej úrovni). Vzhľadom na rozsiahlosť výstupu uvedieme len niektoré výsledné hodnoty.

Veľmi nízka intenzita práce bola najviac determinovaná ekonomickou aktivitou (tab. 1). Najrizikovejšou kategóriou tejto premennej je Disabled_person pretože šanca, že takáto osoba bude ohrozená veľmi nízkou intenzitou práce je až 115,1 násobne vyššia oproti šanci, že ohrozená veľmi nízkou intenzitou práce bude osoba, ktorá je zamestnaná.

V prípade faktora HT je najkritickejšou kategóriou 2A_1R. Šanca, že osoba žijúca v domácnosti dvoch dospelých osôb (pričom aspoň jedna z nich je vo veku 65 rokov a viac) bude ohrozená veľmi nízkou intenzitou práce je 36,1 násobne vyššia, ako v prípade osoby žijúcej v domácnosti dvoch dospelých osôb s dvomi závislými deťmi.

Ďalším z najvplyvnejších faktorov bolo vzdelanie, pri ktorom na základe výsledných hodnôt pomerov šancí vyšla ako najkritickejšia kategória Less_than_Secondary. Pomer šancí ohrozenia veľmi nízkou intenzitou práce je v prípade osoby s nižším ako sekundárnym vzdelaním 8,6 násobne vyšší ako v referenčnej kategórii Tertiary_2_3.

V rámci premennej Region sú pomery šancí jednotlivých kategórií veľmi podobné, avšak najkritickejším krajom je na základe výsledkov Košický kraj (šanca 3,9 násobne vyššia ako v referenčnej kategórii).

Pomery šancí sa v prípade niektorých regresných koeficientov nedajú považovať za rozdielne, práve z toho dôvodu, že p - hodnoty testu o signifikantnosti jednotlivých kategórií presahujú úroveň hladiny významnosti. V takomto prípade je dôležité uvažovať, či nie je vplyv niektorých faktorov podmienený týmto problémom. Vzhľadom na tento fakt, budeme prostredníctvom ďalších analýz kvantifikovať hlbšie vzťahy medzi kategóriami faktora.

3.2 Analýza zhody marginálnych stredných hodnôt jednotlivých kategórií faktorov

Výsledné hodnoty predchádzajúcich analýz, konkrétne pri posudzovaní signifikantnosti jednotlivých kategórií faktorov, odhalili štatistickú nevýznamnosť niektorých regresných koeficientov. Využitím príkazu LSMEANS v procedúre GENMOD identifikujeme, či existuje zhoda marginálnych stredných hodnôt medzi niektorými dvojicami kategórií štyroch najvplyvnejších faktorov modelu.

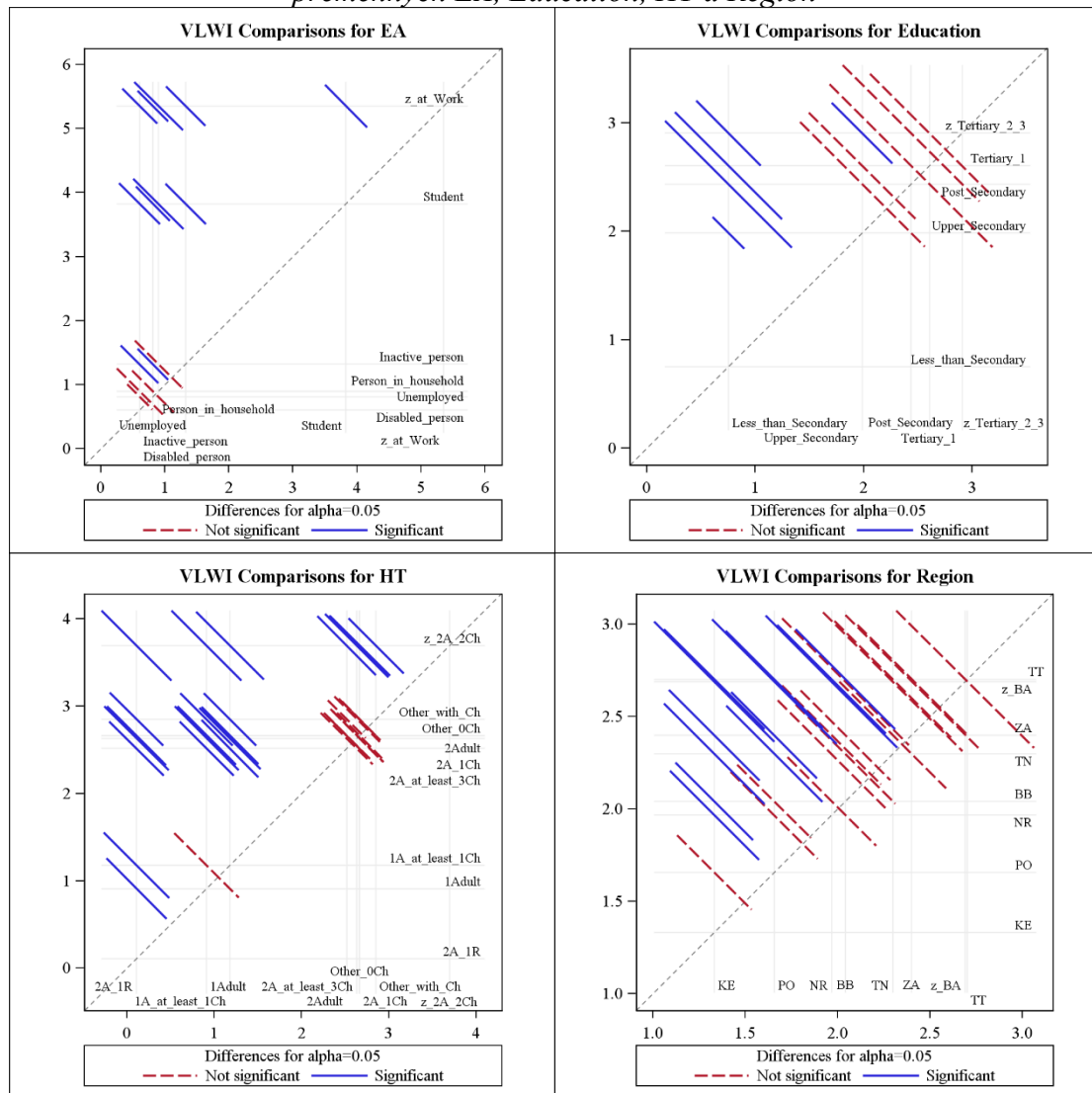
Štatisticky nevýznamný rozdiel stredných hodnôt medzi dvojicami kategórií faktora znázorňuje červená úsečka (obr. 2), presahujúca diagonálu. V prípade premennej EA môžeme vidieť štatisticky nevýznamný rozdiel medzi dvojicami kategórií Disabled_person a Person_in_household ($p = 0,4210$), Disabled_person a Unemployed ($p = 0,3134$) alebo medzi Person_in_household a Unemployed ($p = 0,7889$).

Signifikantnosť rozdielu stredných hodnôt sa nepotvrdila v prípade faktora Education pri kategóriách Post_Secondary a Tertiary_1 ($p = 0,8234$), Post_Secondary a z_Tertiary_2_3 ($p = 0,4614$) a taktiež pri dvojici Tertiary_1 a z_Tertiary_2_3 ($p = 0,5895$).

Pri faktore HT je najväčšia podobnosť medzi dvojicou 2A_1Ch a Other_0Ch, kde p - hodnota je až 0,9945. Ďalej môžeme vidieť nesignifikantné rozdiely stredných hodnôt medzi 2Adult a 2A_1Ch ($p = 0,5790$), 2A_1Ch a 2A_at_least_3Ch ($p = 0,9187$), 2A_1Ch a Other_with_Ch ($p = 0,4392$), 2A_at_least_3Ch a 2Adult ($p = 0,6960$), 2A_at_least_3Ch a Other_0Ch ($p = 0,9194$), 2A_at_least_3Ch a Other_with_Ch ($p = 0,4050$), 2Adult a Other_0Ch ($p = 0,5061$), 2Adult a Other_with_Ch ($p = 0,1250$), Other_0Ch a Other_with_Ch ($p = 0,3544$) a medzi dvojicou 1A_at_least_1Ch a 1Adult ($p = 0,4758$).

Niekoľko štatisticky nevýznamných rozdielov vidíme na obr. 2 aj pri faktore Region, napríklad medzi dvojicou BB a NR ($p = 0,7576$), KE a PO ($p = 0,1154$), ďalej medzi TT a z_BA ($p = 0,9732$), TT a ZA ($p = 0,3131$), ZA a z_BA ($p = 0,4298$), TN a ZA ($p = 0,7281$), TN a TT ($p = 0,2076$) a taktiež aj medzi kategóriami TN a z_BA ($p = 0,3079$).

Obr. 2: Intervalové odhady marginálnych stredných hodnôt logitu šance VLWI v závislosti od premenných EA, Education, HT a Region



Zdroj: vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Štatistická nevýznamnosť stredných hodnôt logitu šance medzi niektorými kategóriami nás doviedla k predpokladu o ich zhode. Tento predpoklad je však dôležité overiť, a to využitím príkazu CONTRAST v rámci procedúry LOGISTIC. Dôležitým krokom je však zadefinovať nulové hypotézy, pretože koeficienty, ktoré ich úpravou získame, sú potrebné pre skonštruovanie samotného príkazu.

Vzhľadom na to, že sme pri premennej EA nepotvrdili signifikantnosť rozdielu stredných hodnôt medzi kategóriami Disabled_person (1 kategória faktora EA), Person_in_household (3 kategória faktora EA) a Unemployed (5 kategória), zadefinujeme si dve nulové hypotézy:

$$H_0(1): \mu_1 - \mu_3 = 0$$

$$H_0(2): 0,5 * \mu_1 + 0,5 * \mu_3 - \mu_5 = 0$$

a získané koeficienty budú vstupom do nasledujúceho príkazu:

```
CONTRAST 'D-PH-UN' EA 1 0 -1, EA 0.5 0 0.5 0 -1/ESTIMATE=ALL
ALPHA=0.05;
```

Tab. 4: Výstup príkazu CONTRAST pre kategórie faktora EA

Contrast Test Results			
Contrast	DF	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq
D-PH-UN	2	1.1811	0.5540

Zdroj: vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Keďže cieľom zadefinovania vyššie uvedených nulových hypotéz a zároveň zostavením príkazu CONTRAST bolo overiť zhodu stredných hodnôt logitu šance medzi tromi kategóriami faktora EA, môžeme na základe tab. 4 skonštatovať, že p - hodnota prekročila bežne používanú hladinu významnosti, z čoho vyplýva, že osoby, ktoré sú invalidné, nezamestnané alebo sú v domácnosti nemajú signifikantne odlišnú šancu, že budú čeliť riziku veľmi nízkej intenzity práce.

Rovnakým spôsobom si skonštruujeme príkazy aj pre kategórie ostatných troch faktorov. Pri faktore Education uvažujeme o zhode stredných hodnôt logitu šance medzi kategóriami Post_Secondary (2 kategória), Tertiary_1 (3 kategória) a z_Tertiary_2_3 (5 kategória):

```
CONTRAST 'PS-T' Education 0 1 -1, Education 0 0.5 0.5 0 -1/ESTIMATE=ALL ALPHA=0.05;
```

Tab. 5: Výstup príkazu CONTRAST pre kategórie faktora Education

Contrast Test Results			
Contrast	DF	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq
PS-T	2	0.7086	0.7017

Zdroj: vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Výsledná p - hodnota v tab. 5 potvrdila predpokladané tvrdenie, t. j. osoby s postsekundárnym vzdelaním, s vysokoškolským vzdelaním 1., 2. alebo 3. stupňa nemajú signifikantne odlišnú šancu, že budú čeliť riziku veľmi nízkej intenzity práce.

Príkazom LSMEANS sme odhalili niekoľko štatistických rozdielov stredných hodnôt logitu šance aj pri premennej HT. Zhodu medzi 1A_1Ch a 1Adult nemusíme príkazom CONTRAST overovať, pretože p - hodnota pri príkaze LSMEANS ich zhodu jednoznačne potvrdila. Avšak zhodu medzi kategóriami 2A_1Ch (3 kategória), 2A_at_least_3Ch (5 kategória), 2Adult (6 kategória), Other_0Ch (7 kategória) a Other_with_Ch (8 kategória) overíme opäť zadefinovaním príkazu:

```
CONTRAST 'HT5' HT 0 0 1 0 -1, HT 0 0 0.5 0 0.5 -1, HT 0 0 0.3333 0 0.3333 0.3333 -1 HT 0 0 0.25 0 0.25 0.25 0.25 -1/ESTIMATE=ALL ALPHA=0.05;
```

Tab. 6: Výstup príkazu CONTRAST pre kategórie faktora HT

Contrast Test Results			
Contrast	DF	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq
HT5	3	2.5724	0.4623

Zdroj: vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Výsledná p - hodnota (tab. 6) nám jednoznačne potvrdila, že medzi strednými hodnotami logitu šance uvedených piatich kategórií nie je signifikantný rozdiel.

Posledným z najvplyvnejších faktorov je Region, pri ktorom sme prostredníctvom príkazu LSMEANS odhalili štatisticky nevýznamný rozdiel medzi dvojicou BB a NR a medzi KE a PO. Príkazom CONTRAST overíme, či medzi kategóriami TN, TT, ZA a z_BA existuje štatisticky nevýznamný rozdiel stredných hodnôt logitu šance:

```
CONTRAST 'TN TT ZA BA' Region 0 0 0 0 1 -1, Region 0 0 0 0 0.5
0.5 -1, Region 0 0 0 0 0.3333 0.3333 0.3333 -1/ESTIMATE=ALL
ALPHA=0.05;
```

Tab. 7: Výstup príkazu CONTRAST pre kategórie faktora Region

Contrast Test Results			
Contrast	DF	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq
TN TT ZA BA	3	2.1593	0.5400

Zdroj: vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

P - hodnota v tab. 7 preyšuje akúkoľvek bežne používanú hladinu významnosti, z čoho vyplýva, že osoby žijúce v Trenčianskom, Trnavskom, Žilinskom alebo v Bratislavskom kraji nemajú štatisticky významne odlišnú šancu, že budú čeliť riziku veľmi nízkej intenzity práce.

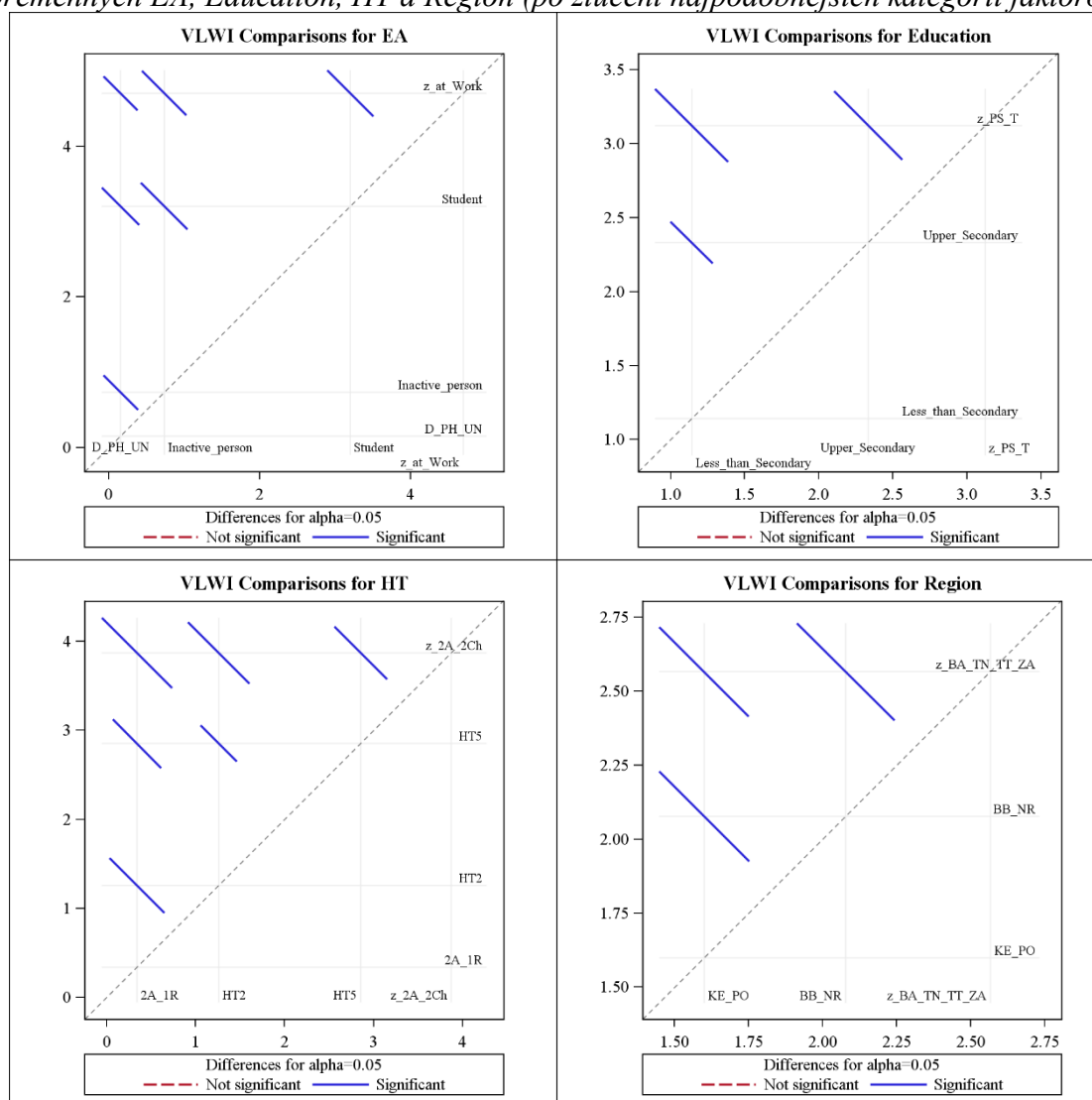
Na základe získaných výsledkov analýz sme usúdili, že kategórie, medzi ktorými sa nepotvrdil štatisticky významný rozdiel stredných hodnôt logitu šance, môžeme zlúčiť a vytvoriť tak novú kategóriu premennej.

Odhad modelu po modifikácií premenných potvrdil opodstatnenosť zlúčenia jednotlivých kategórií. Napriek tomu, že sa významnosť modelu ani vplyvu faktorov na závisle premennú nezmenila, zmenili sa rozdiely medzi marginálnymi strednými hodnotami, pretože vďaka zlúčeniu kategórií do jednej novej kategórie sú už vidieť iba štatisticky významné rozdiely (modré úsečky) medzi kategóriami štyroch najvplyvnejších faktorov (obr. 3).

Pomery šanci odhalili, že najrizikovejšie sú nasledujúce kategórie:

- pri premennej EA je to kategória D_PH_UN – šanca veľmi nízkej intenzity práce v prípade osoby, ktorá je invalidná/v domácnosti/nezamestnaná je 93,5-násobne vyššia ako u zamestnanej osoby,
- pri premennej Marital_status kategória Never_married – šanca veľmi nízkej intenzity práce slobodnej osoby je 1,6-násobne vyššia ako u osoby v manželskom zväzku,
- pri premennej Education kategória Less_than_Secondary – šanca veľmi nízkej intenzity práce u osoby s nižším ako sekundárnym vzdelaním je 7,1-násobne vyššia ako u osoby s post-sekundárnym/vysokoškolským vzdelaním 1., 2. alebo 3. stupňa,
- pri premennej HT kategória 2A_1R - šanca veľmi nízkej intenzity práce v prípade osoby žijúcej v domácnosti 2A_1R je 34,2-násobne vyššia ako v prípade osoby žijúcej v domácnosti dvoch dospelých osôb s dvomi závislými deťmi,
- pri premennej Health kategória Bad – šanca veľmi nízkej intenzity práce u osoby so zlým zdravotným stavom je 1,9-násobne vyššia ako u osoby s dobrým zdravotným stavom,
- pri premennej Urbanisation kategória Intermediate – šanca veľmi nízkej intenzity práce u osoby žijúcej na území so stredne hustým osídlením je 1,5-násobne vyššia ako u osoby žijúcej na území s hustým osídlením,
- a pri premennej Region kategória KE_PO – šanca veľmi nízkej intenzity práce u osoby žijúcej v KE alebo PO je 2,6-násobne vyššia ako u osoby žijúcej v TN, TT, ZA alebo v BA.

Obr. 3: Intervalové odhady marginálnych stredných hodnôt logitu šance VLWI v závislosti od premenných EA, Education, HT a Region (po zlúčení najpodobnejších kategórií faktorov)



Zdroj: vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Pomocou príkazu ESTIMATE v procedúre GENMOD odhadneme v nasledujúcej časti pravdepodobnosť, že osoba bude čeliť veľmi nízkej intenzite práce v závislosti od kraja a ekonomickej aktivity, pričom ostatné faktory ostatnú fixované na referenčnej úrovni. Pôvodné referenčné úrovne jednotlivých faktorov sme nahradili novými kategóriami, konkrétne tými, ktoré nám v rámci predchádzajúcich analýz vyšli ako najkritickejšie.

Zadefinovaním prvého príkazu odhadneme pravdepodobnosť, že invalidná/v domácnosti/ nezamestnaná osoba (D_PH_UN - μ_1) žijúca v Košickom/Prešovskom kraji (KE_PO - μ_2) bude čeliť veľmi nízkej intenzite práce:

```
estimate 'KE_PO and D_PH_UN' intercept 1 EA 1 Region 0 1 / cl
alpha=0.05 exp;
```

Tab. 8: Výstup príkazu ESTIMATE pre kategórie D_PH_UN a KE_PO

Estimate							
Label	Estimate	St. Error	z	Pr > z	Lower	Upper	Exp
KE_PO and D_PH_UN	4.0571	0.3383	11.99	<.0001	3.3940	4.7201	57.8041

Zdroj: vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Výsledkom príkazu ESTIMATE je tab. 8, ktorá poskytuje bodový odhad logaritmu šance (Estimate), bodový odhad šance (Exp), avšak neposkytuje priamo bodový odhad pravdepodobnosti, preto je nutné pomocou nasledujúcich vzťahov odhad pravdepodobnosti, že invalidná/v domácnosti/ nezamestnaná osoba žijúca v KE alebo v PO kraji, kvantifikovať:

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

$$\hat{\pi}_i = \frac{57,8041}{1 + 57,8041} = 0,9830$$

Bodový odhad poukazuje na veľmi vysokú pravdepodobnosť rizika ohrozenia veľmi nízkou intenzitou práce. V prípade osoby, ktorá je invalidná/v domácnosti/nezamestnaná žijúca v Košickom alebo Prešovskom kraji je 98,3 % pravdepodobnosť, že bude čeliť veľmi nízkej intenzite práce, a to za podmienky, že ostatné faktory sú fixované na referenčnej (najkritickejšej) úrovni. Výsledok potvrdzuje aj obrázok 4.

Prostredníctvom druhého príkazu odhadneme pravdepodobnosť, že pracujúca osoba ($z_{\text{at_Work}} - \mu_4$) žijúca v BA/TN/TT/ZA kraji ($z_{\text{BA_TN_TT_ZA}} - \mu_3$) bude čeliť veľmi nízkej intenzite práce:

```
estimate 'BA_TN_TT_ZA and at_Work' intercept 1 EA 0 0 0 1 Region
0 0 1 / cl alpha=0.05 exp;
```

Tab. 9: Výstup príkazu ESTIMATE pre kategórie at_Work a BA_TN_TT_ZA

Estimate							
Label	Estimate	St. Error	z	Pr > z	Lower	Upper	Exp
BA_TN_TT_ZA and at_Work	-1.4484	0.3623	-4.00	<.0001	-2.1585	-0.7383	0.2349

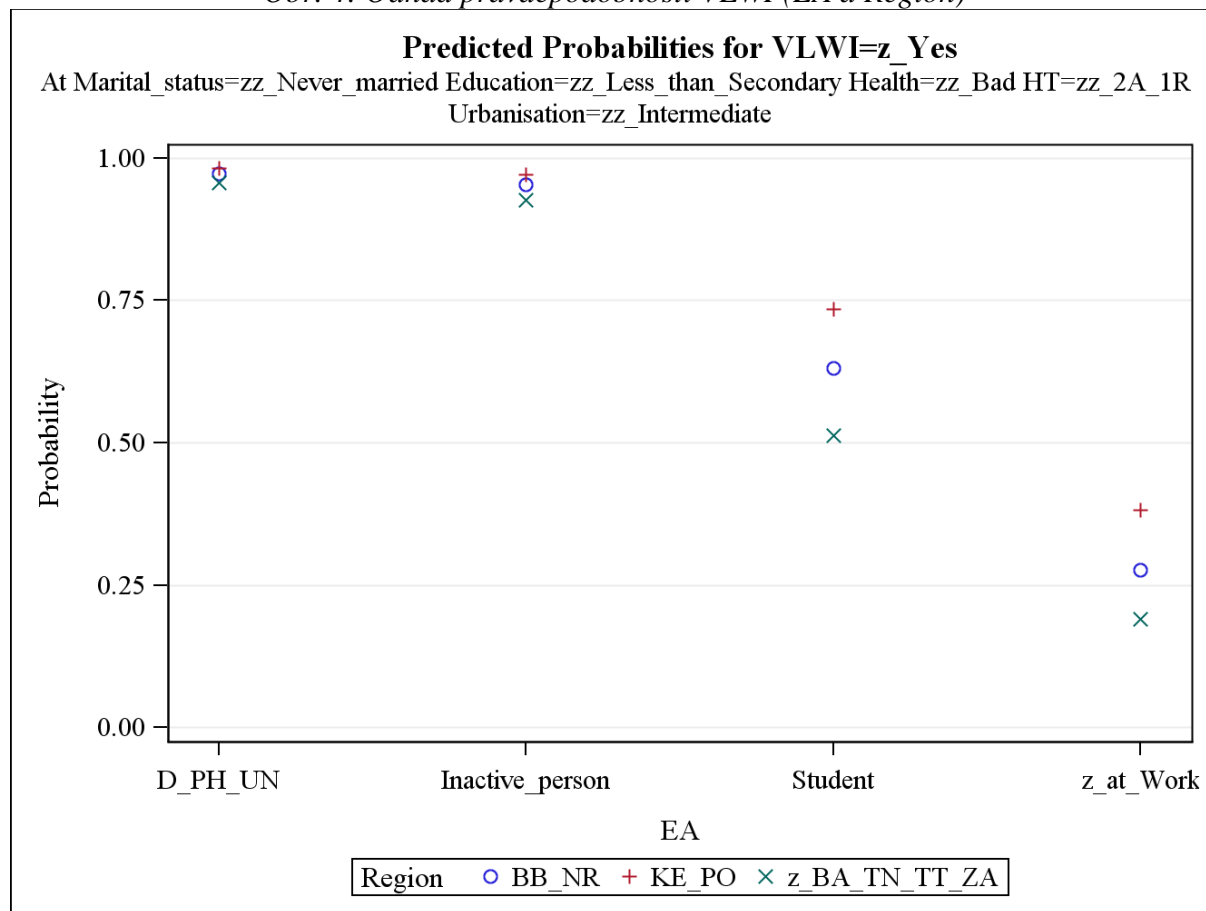
Zdroj: vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Bodový odhad pravdepodobnosti, že pracujúca osoba žijúca v Bratislavskom, Trenčianskom, Trnavskom alebo v Žilinskom kraji bude ohrozená veľmi nízkou intenzitou práce, kvantifikujeme nasledovne:

$$\hat{\pi}_i = \frac{0,2349}{1 + 0,2349} = 0,1902$$

Zamestnaná osoba žijúca v BA, TN, TT alebo ZA kraji má 19,02 % pravdepodobnosť, že bude čeliť veľmi nízkej intenzite práce, a to za podmienky, že ostatné faktory sú fixované na referenčnej (najkritickejšej) úrovni. Výsledok opäť potvrdzuje aj obrázok 4.

Obr. 4: Odhad pravdepodobnosti VLWI (EA a Region)



Zdroj: vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

4 Záver

Cieľom príspevku bolo poukázať na možnosti využitia procedúr LOGISTIC a GENMOD pri kvantifikácii vplyvu relevantných faktorov na veľmi nízku intenzitu práce osôb slovenských domácností.

Pomocou PROC LOGISTIC sme odhadli model logistickej regresie a na základe testov, ktoré nám procedúra poskytla, sme mohli posúdiť, ktorý zo signifikantných faktorov má najväčší vplyv na binárnu závislú premennú VLWI. Metódou maximálnej vierohodnosti boli odhadnuté regresné koeficienty a im prislúchajúce pomery šancí, prostredníctvom ktorých sme mohli kvantifikovať vplyv faktora na závislú premennú. Testy štatistickej významnosti regresných koeficientov odhalili, že pomery šancí sa v prípade niektorých regresných koeficientov nedajú považovať za rozdielne, čo nás viedlo k hlbšej analýze vzťahov medzi kategóriami faktorov.

Pomocou procedúry GENMOD a aplikáciou príkazu LSMEANS sme zistili, že pri štyroch najvplyvnejších faktoroch sa v prípade niektorých dvojíc kategórií nepotvrdil signifikantný rozdiel stredných hodnôt logitu šance. Vzhľadom na to, že analýza marginálnych stredných hodnôt (LSMEANS) odhaľuje signifikantnosť rozdielu len medzi dvojicami kategórií, pri úvahe o zhode niekoľkých stredných hodnôt sme museli rozšíriť procedúru LOGISTIC o príkaz CONTRAST. Pomocou tohto príkazu sme overovali platnosť nulovej hypotézy, že stredné hodnoty logitu šance u jednotlivých kategórií faktora nie sú signifikantne rozdielne. Výsledok príkazu nám jednoznačne potvrdil uvažovaný predpoklad, preto sme najpodobnejšie kategórie zlúčili do jednej novovytvorenej kategórie faktora, a tým pádom

nahradili štyri najvplyvnejšie nezávisle premenné (EA, HT, Education a Region) novými modifikovanými faktormi.

Rozšírením procedúry LOGISTIC o príkaz ESTIMATE sme kvantifikovali odhad pravdepodobnosti, že osoba, ktorá je invalidná/v domácnosti/ nezamestnaná žijúca v KE alebo v PO kraji, bude čeliť veľmi nízkej intenzite práce a rovnako sme odhadli aj pravdepodobnosť, že zamestnaná osoba žijúca v BA, TN, TT alebo v ZA kraji bude ohrozená veľmi nízkou intenzitou práce, pričom ostatné faktory ostali fixované na najkritickejšej úrovni.

Aj keď v príspevku uvádzame redukcii kategórií len v prípade štyroch najvplyvnejších faktorov, vo všeobecnosti je možné redukovať aj kategórie ostatných faktorov. Zahnutie príkazu CONTRAST do analýz má výhodu v odhalení skrytých a hlbších vzťahov medzi kategóriami, zlúčením napríklad menej početných kategórií do jednej novej kategórie má za následok zmenšenie štandardnej chyby odhadu marginálnych stredných hodnôt a zároveň sú výsledky analýz prehľadnejšie.

Príspevok bol spracovaný v rámci riešenia grantovej úlohy KEGA 007EU-4/2020 *Interaktívna a interdisciplinárna výučba predmetov Služby a Inovácie v cestovnom ruchu s využitím informačných technológií.*

Literatúra

- [1] Allison, P. D. (2012). *Logistic Regression using SAS. Theory and Application*. Cary, NC: SAS Institute Inc., second edition.
- [2] Cantillon, B., Vandenbroucke, F. (2014). *Reconciling Work and Poverty Reduction: How Successful are European Welfare States?* Oxford University Press.
- [3] Glaser-Opitzová, H., Vojtková, M. (2020). *The influence of selected factors on the at-risk-of-poverty rate of Slovak households* [online]. Dostupné na: <https://www.itema-conference.com/wp-content/uploads/2021/04/ITEMA.S.P.2020.107.pdf> [cit. 2022-9-11].
- [4] Ionescu, R. V. (2014). *Education, Employment and Poverty in the context of the Europe 2020 Strategy* [online]. Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/318306809_EDUCATION_EMPLOYMENT_AND_POVERTY_IN_THE_CONTEXT_OF_THE_EUROPE_2020_STRATEGY [cit. 2022-9-20].
- [5] Johnston, H., McGauran, A. M. (2018). *Low Work Intensity Households and the Quality of Supportive Services: Detailed Research Report* [online]. Dostupné na: http://www.tara.tcd.ie/bitstream/handle/2262/100570/Research_Series_Paper_12_Low_Work_Intensity_Households.pdf?sequence=1 [cit. 2022-9-13].
- [6] Rastrigina, O., Leventi, Ch., Sutherland, H. (2015). *Nowcasting risk of poverty and low work intensity in Europe* [online]. Dostupné na: <https://www.iser.essex.ac.uk/research/publications/working-papers/euromod/em9-15> [cit. 2022-9-20].
- [7] Schober, P., Vetter, T. (2021). *Logistic Regression in Medical Research* [online]. Dostupné na: https://journals.lww.com/anesthesia-analgesia/fulltext/2021/02000/logistic_regression_in_medical_research.12.aspx [cit. 2022-9-11].
- [8] Šoltés, E., Hurbánková, Ľ., Kotlebová, E., Šoltésová, T., Vojtková, M. (2018). *Chudoba a sociálne vylúčenie v EÚ a v SR: v kontexte stratégie Európa 2020*. Pardubice: Univerzita Pardubice, Fakulta ekonomicko-správni.
- [9] Ward, T., Ozdemir, E. (2013). *Measuring low work intensity – an analysis of the indicator* [online]. Dostupné na: <https://ideas.repec.org/p/hdl/improv/1309.html> [cit. 2022-9-13].

Porovnanie exekučnej efektívnosti referenčného a presúvacieho usporiadavania štruktúrovaných dát v metódach C# aplikácie

Igor Košťál¹

Abstrakt

Každá metóda s implementovaným ľubovoľným usporiadavacím algoritmom počas realizácie usporiadavania dát uložených napr. v 2-rozmernom neusporiadanom poli musí manipulovať s týmito neusporiadanými dátami. Metóda môže počas usporiadavania presúvať riadky takéhoto poľa, čím realizuje presúvacie usporiadavanie, alebo môže presúvať len referencie na tieto usporiadované riadky, čím realizuje referenčné usporiadavanie, kedy metóda nepresúva riadky poľa, vôbec nimi nemanipuluje. Spôsob narábania s usporiadavanými dátami môže podstatne ovplyvniť exekučnú a pamäťovú efektívnosť usporiadavacej metódy. Pomocou metód nami vytvorenej C# aplikácie sme skúmali, ktorý z uvedených spôsobov narábania s usporiadavanými dátami je exekučne efektívnejší. Článok obsahuje porovnania exekučnej efektívnosti metód našej C# aplikácie s implementovaným presúvacím a referenčným usporiadaním, vyhodnotenie výsledkov týchto porovnaní a tiež krátky opis dôležitých usporiadavacích metód tejto C# aplikácie.

Kľúčové slová

presúvacie usporiadavanie, referenčné usporiadavanie, algoritmus Quick Sort, C# aplikácia, rekurzívna metóda

Abstract

Each method with an implemented arbitrary sorting algorithm during the realization of sorting of data stored, e.g., in a 2-dimensional unordered array must manipulate with this unordered data. During sorting, the method can move the rows of such array, it carries out a move sorting, or it can only move references to these rows, it carries out a reference sorting, when the method does not move the rows of the array, it does not manipulate with them at all. The way of dealing with data that are sorting can significantly affect the execution and memory efficiency of the sorting method. Using the methods of the C# application created by us, we have examined which of the mentioned ways of dealing with sorting data is more execution efficient. The paper contains comparisons of the execution efficiency of the methods of our C# application with the implemented move and reference sorting, the evaluation of the results of these comparisons, and also a brief description of the important sorting methods of this C# application.

Key words

move sorting, reference sorting, quicksort algorithm, C# application, recursive method

JEL classification

C88

1 Úvod

Ako sme uviedli vyššie, z pohľadu exekučnej efektívnosti je veľmi dôležité, ako usporiadavacia metóda C# aplikácie s implementovaným ľubovoľným usporiadavacím

¹ Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra aplikovanej informatiky, Dolnozemska cesta 1/b, 852 35 Bratislava, e-mail: igor.kostal@euba.sk.

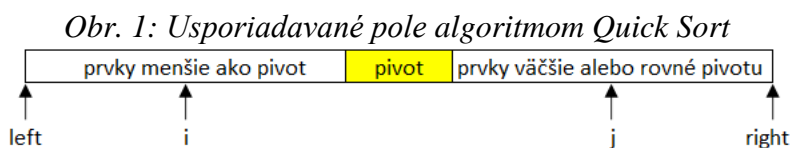
algoritmom narába s usporiadavanými dátami uloženými napr. v 2-rozmernom poli. Metóda môže počas usporiadavania presúvať alebo vymieňať celé riadky tohto poľa, ktoré môžu obsahovať aj rozsiahle štruktúrované dáta, vtedy realizuje presúvacie usporiadavanie. Alebo sa metóda môže vyhnúť presúvaniu alebo vymieňaniu často rozsiahlych riadkov takéhoto poľa. Vtedy bude usporiadávať len referencie na tieto riadky, ktorými nebude vôbec hýbať. Vtedy metóda realizuje referenčné usporiadavanie. Alebo metóda môže usporiadávať len indexy riadkov tohto poľa, čím realizuje indexové usporiadavanie, ktoré taktiež nehýbe týmito riadkami. Alebo môže metóda realizovať usporiadavanie na mieste, ktoré minimalizuje manipulovanie s celými riadkami usporiadavaného poľa.

Nás zaujímalo, ktorý z vybraných spôsobov manipulácie usporiadavacej metódy s usporiadavanými dátami je exekučne efektívnejší, či je to presúvacie alebo referenčné usporiadavanie. Predpokladáme, že exekučne efektívnejšie by malo byť referenčné usporiadavanie. Pre účely tohto porovnania sme vytvorili C# aplikáciu, ktorá obsahuje metódy s implementovaným usporiadavacím algoritmom Quick Sort (rýchle usporiadavanie), pričom jedna z týchto metód usporiadava dáta uložené v riadkoch 2-rozmerného poľa presúva alebo vymieňa, čím realizuje presúvacie usporiadavanie, iná metóda usporiadava len referencie ukazujúce na tieto riadky, čím realizuje referenčné usporiadavanie. C# aplikácia dokáže zmerať exekučné časy vykonávania každej z týchto metód. Pomocou ich porovnania sme skúmali, ktorý zo spôsobov narábania s usporiadavanými dátami je exekučne efektívnejší a ako ovplyvňuje množstvo usporiadavaných dát túto efektívnosť. Porovnaním týchto exekučných časov a jeho vyhodnotením sa zaoberáme v kapitole Experiment a jeho výsledky. V nasledujúcich kapitolách sa krátko zaoberáme usporiadavacím algoritmom Quick Sort, presúvacím a referenčným usporiadaním, ktoré implementujú usporiadavacie metódy našej C# aplikácie a samotnými týmito metódami a ich dátovými štruktúrami, ktoré usporiadávajú. V Závere je zhrnutie dosiahnutých výsledkov nášho skúmania.

2 Usporiadavací algoritmus Quick Sort, jeho krátky opis

Na usporiadanie dát je možné použiť viacero usporiadavacích algoritmov, ako sú napr. výberové usporiadavanie (Selection Sort), vkladacie usporiadavanie (Insertion Sort), bublinkové usporiadavanie (Bubble Sort) a ďalšie. Naša C# aplikácia používa v svojich usporiadavacích metódach usporiadavací algoritmus rýchle usporiadavanie (Quick Sort), preto ho krátko opíšeme.

Usporiadavací algoritmus Quick Sort usporiadava dáta metódou rozdeľuj a panuj (divide and conquer) (Sedgewick, 1998). Kľúčovou činnosťou tohto algoritmu je rozdelenie usporiadavaného poľa na dve časti a preusporiadanie prvkov tohto poľa tak, že vľavo od pivota (vodiaci prvok rozdeľovania a usporiadavania prvkov poľa) budú prvky menšie ako pivot a vpravo od pivota budú prvky väčšie alebo rovné pivotu. Keď algoritmus takéto preusporiadanie vykoná, potom je rekurzívne aplikovaný na ľavú a pravú časť poľa (Sedgewick, 2011). Po dokončení týchto rekurzívnych volaní usporiadavacích metód s implementovaným algoritmom Quick Sort a v nich vnorených prípadných ďalších rekurzívnych volaní týchto metód, je usporiadavanie dokončené.



Zdroj: Vlastné spracovanie

3 Presúvacie a referenčné usporiadavanie, ich krátky opis

Usporiadavacie metódy našej C# aplikácie používajú dva spôsoby manipulovania s usporiadavanými dátami, presúvacie a referenčné usporiadavanie, preto ich krátko opíšeme.

Presúvacie usporiadavanie, ako vyplýva z jeho názvu, skutočne presúva alebo vymieňa usporiadované dáta. Metódy našej C# aplikácie usporiadávajú dáta uložené v 2-rozmernom poli objektov, ktoré obsahujú štruktúrované dáta v ich inštančných premenných. Každý z týchto objektov je uložený v jednom riadku tohto 2-rozmerného poľa a obsahuje relatívne rozsiahle štruktúrované dáta (obr. 7). Preto aj exekučná réžia presúvania alebo výmeny týchto riadkov nie je zanedbateľná a ovplyvňuje, hlavne pri veľkom množstve usporiadovaných riadkov poľa, napr. 1000 a viac, exekučný čas samotného usporiadavania.

Referenčné usporiadavanie usporiada referencie na jednotlivé riadky tohto 2-rozmerného poľa objektov. Samotnými riadkami poľa nehýbe. Usporiadavacia metóda našej C# aplikácie preskupí referencie tak, že zobrazovacia metóda pri sekvenčnom prístupe k týmto už usporiadaným referenciám zobrazí riadky poľa usporiadané podľa požadovaného kritéria. Usporiadavacia metóda počas usporiadavania tohto 2-rozmerného poľa objektov presúva alebo vymieňa len referencie v poli referencií (obr. 7), samotnými riadkami poľa nehýbe. Aj presúvanie alebo vymieňanie referencií v ich poli má nejakú exekučnú réžiu. Otázkou je exekučná réžia ktorého spôsobu manipulácie s dátami, presúvacieho alebo referenčného usporiadavania, je menšia. V kapitole Experiment a jeho výsledky sa snažíme na túto otázku odpovedať.

4 C# aplikácia s implementovaným presúvacím a referenčným usporiadavaním v jej metódach používajúcich algoritmus Quick Sort

Naša C# aplikácia, používajúca presúvacie a referenčné usporiadavanie v metódach implementujúcich algoritmus Quick Sort pri usporiadaní 2-rozmerných polí objektov, obsahujúcich vo svojich inštančných premenných štruktúrované dáta študentov, bola vyvinutá v jazyku C# ako konzolová aplikácia vo vývojovom prostredí Microsoft Visual Studio 2019. Jej zdrojový kód uložený v zdrojovom súbore *Program.cs* obsahuje nasledujúce triedy:

- *Student* - objekt tejto triedy obsahuje vo svojich inštančných premenných *firstname*, *surname*, *birthday* (objekt triedy *Date*), *residence*, *isic*, *points_acc*, *income*, *aver_grade* a *distance_resid* dáta jedného študenta, jeho meno, priezvisko, dátum narodenia, bydlisko, číslo ISIC karty, body na ubytovanie, príjem v dolároch, priemernú známku za doterajšie štúdium a vzdialenosť bydliska od školy. Jeden objekt triedy *Student* je uložený v jednom riadku dvoch 2-rozmerných polí objektov triedy *Student* (obr. 7). Tieto polia inštančné metódy C# aplikácie usporiadávajú.
- *Date* - objekt tejto triedy obsahuje vo svojich inštančných premenných *d*, *m* a *y* deň, mesiac a rok narodenia jedného študenta. Objekt *birthday* tejto triedy je vložený ako inštančná premenná do objektu triedy *Student* (obr. 7), ktorý obsahuje dáta jedného študenta.
- *IndexS_QuickS* - objekt tejto triedy obsahuje verejné inštančné premenné *refArrSts* a *ref2dArrSts*, čo sú dve 2-rozmerné polia objektov triedy *Student* (obr. 7) obsahujúce dáta študentov, ktoré usporiadavacie inštančné metódy C# aplikácie usporiadávajú a privátnu inštančnú premennú *p2d*, čo je 2-rozmerné pole rozmeru 1 x 1 (1 jednoprvkový riadok a 1 jednoprvkový stĺpec) slúžiace na ukladanie pivota v metódach *QuickS_movingSort2d* a *QuickS_referSort2d*. Členmi tejto triedy sú usporiadavacie metódy *QuickS_movingSort* (metóda usporiada 2-rozmerné pole objektov triedy *Student* *refArrSts* (obr. 7) obsahujúce 1-rozmerné pole referencií), *QuickS_movingSort2d* a *QuickS_referSort2d* (metódy usporiadávajú 2-rozmerné pole objektov triedy *Student*

ref2dArrSt (obr. 7) obsahujúce 2-rozmerné pole referencií) s implementovaným algoritmom Quick Sort. Trieda tiež obsahuje koštruktor, členské metódy *CreateStudentsArray*, *DisplaySortedSts_movingSort*, *Display_ref2dArrSts*, slúžiace na načítanie dát študentov z dátového prúdu spojeného so vstupným diskovým súborom do 2 polí *refArrSts* a *ref2dArrSts* a zobrazenie aktuálneho stavu týchto polí a ďalšie metódy.

Kľúčové členské metódy triedy *IndexS_QuickS* s implementovaným algoritmom Quick Sort a používajúce presúvacie a referenčné usporiadavanie sú:

- ***QuickS_movingSort*** - rekurzívna metóda usporiadava 2-rozmerné pole objektov triedy *Student* a používa **presúvacie usporiadavanie**. Metóda je zavolaná ako inštančná metóda objektu *sort_obj* triedy *IndexS_QuickS* v statickej metóde *Main* našej C# aplikácie nasledujúcim príkazom

```
sort_obj.QuickS_movingSort(sort_obj.refArrSts, 0, sort_obj.students_count - 1, criter);
```

V tomto volaní inštančná metóda *QuickS_movingSort* usporiadava 2-rozmerné pole *sort_obj.refArrSts* objektov triedy *Student* obsahujúce **1-rozmerné pole referencií** (obr. 7).

- ***QuickS_movingSort2d*** - rekurzívna metóda usporiadava 2-rozmerné pole objektov triedy *Student* a používa **presúvacie usporiadavanie**. Metóda je zavolaná ako inštančná metóda objektu *sort_obj* triedy *IndexS_QuickS* v statickej metóde *Main* našej C# aplikácie nasledujúcim príkazom

```
sort_obj.QuickS_movingSort2d(sort_obj.ref2dArrSts, 0, sort_obj.students_count - 1, criter);
```

V tomto volaní inštančná metóda *QuickS_movingSort2d* usporiadava 2-rozmerné pole *sort_obj.ref2dArrSts* objektov triedy *Student* obsahujúce **2-rozmerné pole referencií** (obr. 7).

- ***QuickS_referSort2d*** - rekurzívna metóda usporiadava 2-rozmerné pole objektov triedy *Student* a používa **referenčné usporiadavanie**. Metóda je zavolaná ako inštančná metóda objektu *sort_obj* triedy *IndexS_QuickS* v statickej metóde *Main* našej C# aplikácie nasledujúcim príkazom

```
sort_obj.QuickS_referSort2d(sort_obj.ref2dArrSts, 0, sort_obj.students_count - 1, criter);
```

V tomto volaní inštančná metóda *QuickS_movingSort2d* usporiadava 2-rozmerné pole *sort_obj.ref2dArrSts* objektov triedy *Student* obsahujúce **2-rozmerné pole referencií** (obr. 7).

Inštančná metóda *QuickS_referSort2d* vykonávajúca referenčné usporiadavanie vymieňa len referencie v ľavom stĺpci 2-rozmerného poľa referencií *ref2dArrSt* vždy spolu s ich príslušnými referenciami *ref2dArrSts[i][0]* z nultého stĺpca tohto 2-rozmerného poľa referencií (obr. 7), na ktoré vymieňané referencie odkazujú. Táto metóda nehýbe 2-rozmerným poľom objektov triedy *Student*.

Jazyk C# neumožňuje syntakticky oddeliť referenčnú premennú od nereferenčnej premennej neobsahujúcej referenciu. Okrem toho, referencie uložené v referenčných premenných sú v korektných príkazoch jazyka C# automaticky dereferencované na entitu, na ktorú referencia odkazuje. Z tohto dôvodu sme museli vytvoriť nultý stĺpec *ref2dArrSts[i][0]* 2-rozmerného poľa referencií (obr. 7), aby metóda *QuickS_referSort2d* vykonávala len usporiadavanie referencií, tzv. referenčné usporiadavanie, čiže aby pri výmene referencií v zavolanej privátnej metóde *Exch2d*

```
private void Exch2d(ref Student[][] dataX, int ix, int jx) {
    // metoda vymiena LEN referencie v 1-rozmernom poli referencii 'dataX[]', ktore odkazuju na
    // referencie na objekty triedy 'Student' ulozene v 0-tych prvkoch dalsieho pola referencii 'dataX[i][0]'
    Student[] t; t = new Student[1];
    t[0] = new Student(); t = dataX[ix];
    dataX[ix] = dataX[jx];
    dataX[jx] = t; }

```

vykonala skutočne len výmenu referencií, nie výmenu objektov v 2-rozmernom poli objektov triedy *Student*. Ak by neexistoval nultý stĺpec *ref2dArrSts[i][0]* 2-rozmerného poľa referencií, tak by vzniklo jednorozmerné pole referencií, ktoré, ak by použila metóda *Exch2d* ako svoj prvý skutočný parameter, vtedy by jej príkazy používajúce prvky poľa *dataX[ix]* a *dataX[jx]* spôsobili dereferencovanie referencií uložených v týchto prvkoch poľa na objekty triedy *Student* a tie by metóda *Exch2d* vymenila v poli týchto objektov, čo by zodpovedalo operácii presúvacieho usporiadavania, ale nezodpovedalo by to operácii referenčného usporiadavania.

Metóda *QuickS_movingSort* realizuje presúvacie usporiadavanie vykonaním výmeny objektov v 2-rozmernom poli objektov triedy *Student*, pretože referencie *data[i]* a *data[j]* v 1-rozmernom poli referencií *refArrSts* (obr. 7) sa v jej príkazoch

```
Student t = new Student();
t = data[i];
data[i] = data[j];
data[j] = t;

```

dereferencujú na objekty triedy *Student* a tie sa vymenia v tomto 2-rozmernom poli objektov triedy *Student*. Takáto operácia zodpovedá presúvaciemu usporiadavaniu.

Fungovanie metód *QuickS_movingSort* (obr. 2), *QuickS_movingSort2d* (obr. 3) a *QuickS_referSort2d* (obr. 4) je tiež zrejmé z ich zdrojových kódov a komentárov v nich.

Obr. 2: Zdrojový kód členskej metódy '*QuickS_movingSort*'

```
public void QuickS_movingSort(Student[] data, int left, int right, int criterx) {
    if (left < right) {
        int i = left, j = right;
        Student p = data[(left + right) / 2]; // urcenie pivota, riadku pola (vodiaceho prvku usporiadavania)
        do {
            while (Compare_sts(data[i], p, criterx) > 0) i++; // hladanie indexu 'i' prvku v lavej casti pola 'data',
            while (Compare_sts(p, data[j], criterx) > 0) j--; // ktory bude vymeneny s prvkom s indexom 'j',
            // najdenym v tomto cykle, v pravej casti tohto pola

            if (i >= j) break;
            // nasleduj. 4 prikazy vymenia 2 riadky pola objektov triedy 'Student' 'data', cize presuvaju data
            Student t = new Student();
            t = data[i]; data[i] = data[j]; data[j] = t;
        } while (true);
        QuickS_movingSort(data, left, j, criterx); // rekurzivne volanie metody pre lavu cast pola 'data'
        QuickS_movingSort(data, j + 1, right, criterx); // rekurzivne volanie metody pre pravu cast pola 'data'
    }
}

```

Zdroj: Vlastné spracovanie

Obr. 3: Zdrojový kód členskej metódy 'QuickS_movingSort2d'

```

public void QuickS_movingSort2d(Student[][] data, int left, int right, int criterx) {
    if (left < right) {
        int i = left, j = right;

        p2d[0][0] = data[(left + right) / 2][0]; // urcenie pivota, riadku pola (vodiaceho prvku usporiadavania)

        do {
            while (Compare_sts(data[i][0], p2d[0][0], criterx) > 0) i++; // hladanie indexu 'i' prvku v lavej casti
                                                                    // pola 'data',
            while (Compare_sts(p2d[0][0], data[j][0], criterx) > 0) j--; // ktory bude vymeneny s prvkom
                                                                    // s indexom 'j', najdenym v tomto cykle, v pravej casti tohto pola

            if (i >= j) break;
            // zavolana metoda vymeni 2 riadky pola objektov triedy 'Student' 'data', cize presuva data
            Exch2d_moving(ref data, i, j);
        } while (true);
        QuickS_movingSort2d(data, left, j, criterx); // rekurzivne volanie metody pre lavu cast pola 'data'
        QuickS_movingSort2d(data, j + 1, right, criterx); // rekurzivne volan. metody pre pravu cast pola 'data'
    }
}

```

Zdroj: Vlastné spracovanie

Obr. 4: Zdrojový kód členskej metódy 'QuickS_referSort2d'

```

public void QuickS_referSort2d(Student[][] data, int left, int right, int criterx) {
    if (left < right) {
        int i = left, j = right;

        p2d[0][0] = data[(left + right) / 2][0]; // urcenie pivota, referencie (vodiaceho prvku usporiadavania)
        do {
            while (Compare_sts(data[i][0], p2d[0][0], criterx) > 0) i++; // hladanie indexu 'i' prvku v lavej casti
                                                                    // pola 'data',
            while (Compare_sts(p2d[0][0], data[j][0], criterx) > 0) j--; // ktory bude vymeneny s prvkom
                                                                    // s indexom 'j', najdenym v tomto cykle, v pravej casti tohto pola

            if (i >= j) break;
            // zavolana metoda vymeni 2 referencie v poli referencii na objekty triedy 'Student' 'data', cize
            // vymiena referencie, data nepresuva
            Exch2d(ref data, i, j);
        } while (true);
        QuickS_referSort2d(data, left, j, criterx); // rekurzivne volanie metody pre lavu cast pola 'data'
        QuickS_referSort2d(data, j + 1, right, criterx); // rekurzivne volanie metody pre pravu cast pola 'data'
    }
}

```

Zdroj: Vlastné spracovanie

Všetky tieto členské metódy volajú pre potreby v nich implementovaného algoritmu Quick Sort porovnávaciu privátnu členskú metódu *Compare_sts*, ktorá porovnáva dva prvky 2-rozmerného poľa objektov triedy *Student* podľa kritéria ktoré dostane do tretieho parametra *criterX*. Na základe výsledkov porovnania metóda určí poradie v akom budú títo 2 študenti usporiadaní volajúcou usporiadavacou metódou.

Metóda *Compare_sts* dokáže porovnávať a určovať poradie študentov podľa viacerých kritérií, podľa *bodov na ubytovanie, vzdialenosti ich bydliska od univerzity, príjmu študenta a ich priemernej známky za doterajšie štúdium*.

Ak metóda dostane do tretieho parametra *criterX* napr. hodnotu 1, tak vtedy bude metóda porovnávať a tým určovať poradie dvoch prvkov 2-rozmerného poľa objektov triedy *Student*, čiže 2 študentov, podľa bodov na ubytovanie od väčšieho po menší počet bodov. Ak majú títo 2 študenti rovnaké body na ubytovanie, tak potom sa budú usporiadávať podľa ich priemernej známky za doterajšie štúdium od menšej po väčšiu známku. Ak majú aj priemernú známku

rovnakú, tak potom sa budú usporiadať podľa ich príjmu od menšieho po väčší príjem. Ak majú aj príjem rovnaký, tak potom sa budú títo 2 študenti usporiadať podľa vzdialenosti ich bydliska od univerzity od väčšej vzdialenosti po menšiu. Ak majú porovnávaní študenti všetky uvedené údaje rovnaké, tak potom sa budú usporiadať podľa ich dátumu narodenia od mladšieho po staršieho študenta. Ak majú aj dátum narodenia rovnaký, tak potom sa budú usporiadať abecedne podľa ich priezviska. Ak majú aj priezvisko rovnaké, tak potom budú usporiadaní abecedne podľa ich mena. Ak majú aj meno rovnaké, tak potom budú usporiadaní podľa veľkosti čísla ich ISIC karty, od menšieho čísla po väčšie.

Podobnú situáciu pri usporiadaní študentov s niektorými rovnakými údajmi ilustruje príklad výstupu programu na obr. 5.

Obr. 5: Príklad výstupu C# aplikácie (vstupy vložené používateľom sú zobrazené tučným písmom)

```
Choose input file: students11c2sk.txt (insert: 1), students10c2en.txt (2), students100c2en.txt (3),
students200c2en.txt (4), students300c2en.txt (5), students400c2en.txt (6), students500c2en.txt (7),
students600c2en.txt (8), students700c2en.txt (9), students800c2en.txt (10), students900c2en.txt (11),
students1000c2en.txt (12), students1100c2en.txt (13), students1200c2en.txt (14), students1300c2en.txt
(15), students1400c2en.txt (16), students1500c2en.txt (17), students1600c2en.txt (18),
students1700c2en.txt (19), students1800c2en.txt (20), students1900c2en.txt (21), students2000c2en.txt
(22)
```

2

The student's data loaded from the 'students10c2en.txt' file.

Choose sorting criterion of students:

sorting according to:

- points for accommodation (insert: 1),
- distance of their residence from the university (insert: 2),
- income of students (insert: 3),
- average grade (insert: 4)

1

The students will be sorted according to 'points for accommodation'.

*** students stored in the 'Student[] refArrSts' array ***

students sorted by the 'QuickS_movingSort' method
(moving sort in Quick Sort, Execution time: 00:00:00.0007735, 0,7735 ms)

1	34122788215722749	Rodenborch Royce	(94)	403	1,4	2000-11-14	South-Bend (410)
2	34162078930108726	Wilcox Ab	(84)	628	1,41	2002-09-12	Kirkton (475)
3	32572965109821616	Casiero Jenny	(78)	511	1,54	2000-12-04	Waterbury (216)
4	32411560480235319	Casiero Ezra	(78)	511	1,54	2000-12-03	Monticello (84)
5	32521773578114203	Garton Magda	(78)	431	2,11	2001-12-19	Washington (462)
6	34235504039842896	Porch Lorry	(72)	164	4,2	2002-08-13	Eaton (577)
7	33577388665139502	Hair Hortense	(67)	311	4,41	1999-09-04	Orlando (327)
8	34350655375829554	Solloway Tabbatha	(63)	406	3,56	2000-10-13	Boulder (382)
9	32857203688836212	Planque Ellswerth	(59)	230	2,43	2002-09-19	Adelaide-Mail-Centre (44)
10	36103100162715669	Jerdein Aurie	(37)	319	4,59	2003-12-06	Sacramento (204)

*** students stored in the 'Student[][] ref2dArrSts' array ***

students sorted by the 'QuickS_movingSort2d' method
(moving sort in Quick Sort, Execution time: 00:00:00.0005476, 0,5476 ms)

1	34122788215722749	Rodenborch Royce	(94)	403	1,4	2000-11-14	South-Bend (410)
2	34162078930108726	Wilcox Ab	(84)	628	1,41	2002-09-12	Kirkton (475)
3	32572965109821616	Casiero Jenny	(78)	511	1,54	2000-12-04	Waterbury (216)
4	32411560480235319	Casiero Ezra	(78)	511	1,54	2000-12-03	Monticello (84)
5	32521773578114203	Garton Magda	(78)	431	2,11	2001-12-19	Washington (462)

6	34235504039842896	Porch Lorry	(72)	164	4,2	2002-08-13	Eaton	(577)
7	33577388665139502	Hair Hortense	(67)	311	4,41	1999-09-04	Orlando	(327)
8	34350655375829554	Solloway Tabbatha	(63)	406	3,56	2000-10-13	Boulder	(382)
9	32857203688836212	Planque Ellswerth	(59)	230	2,43	2002-09-19	Adelaide-Mail-Centre	(44)
10	36103100162715669	Jerdein Aurie	(37)	319	4,59	2003-12-06	Sacramento	(204)

students sorted by the 'QuickS_referSort2d' method
(reference sort in Quick Sort, Execution time: 00:00:00.0004304, 0,4304 ms)

1	34122788215722749	Rodenborch Royce	(94)	403	1,4	2000-11-14	South-Bend	(410)
2	34162078930108726	Wilcox Ab	(84)	628	1,41	2002-09-12	Kirkton	(475)
3	32572965109821616	Casiero Jenny	(78)	511	1,54	2000-12-04	Waterbury	(216)
4	32411560480235319	Casiero Ezra	(78)	511	1,54	2000-12-03	Monticello	(84)
5	32521773578114203	Garton Magda	(78)	431	2,11	2001-12-19	Washington	(462)
6	34235504039842896	Porch Lorry	(72)	164	4,2	2002-08-13	Eaton	(577)
7	33577388665139502	Hair Hortense	(67)	311	4,41	1999-09-04	Orlando	(327)
8	34350655375829554	Solloway Tabbatha	(63)	406	3,56	2000-10-13	Boulder	(382)
9	32857203688836212	Planque Ellswerth	(59)	230	2,43	2002-09-19	Adelaide-Mail-Centre	(44)
10	36103100162715669	Jerdein Aurie	(37)	319	4,59	2003-12-06	Sacramento	(204)

Zdroj: Vlastné spracovanie

Fungovanie metódy *Compare_sts* je zrejmé z jej zdrojového kódu a komentárov v ňom (obr. 6).

Obr. 6: Časť zdrojového kódu členskej metódy '*Compare_sts*' súvisiaca s porovnávacím kritériom body na ubytovanie

```
private int Compare_sts(Student a, Student b, int criterX) {
    int porovnanie;

    if (criterX == 1) // studenti sa budu porovnavat a usporiadavat najskor podla BODOV na UBYTOVAN.,
    {
        // cize najskor sa porovnavaju a vo volajúcej metode usporiadaju podla bodov na ubytovanie od
        // VACSIEHO poctu bodov po mensi, ak maju body na ubytovanie rovnake,
        if (a.points_acc > b.points_acc) return 1;
        if (a.points_acc < b.points_acc) return -1;

        // tak potom podla ich priemernej znamky za doterajsie studium od MENSEJ po vacsiu
        // priemernu znamku, ak maju aj priemernu znamku rovnaku,
        if (a.aver_grade < b.aver_grade) return 1;
        if (a.aver_grade > b.aver_grade) return -1;

        // tak potom podla prijmu studenta od MENSIEHO prijmu po vacsi, ak maju aj prijem rovnaky,
        if (a.income < b.income) return 1;
        if (a.income > b.income) return -1;

        // tak potom podla vzdialenosti ich bydliska od univerzity od VACSEJ vzdialenosti po
        // mensiu, ak maju aj vzdialenost bydliska rovnaku,
        if (a.distance_resid > b.distance_resid) return 1;
        if (a.distance_resid < b.distance_resid) return -1;
    }

    . . .

    long da, db;
    da = a.birthday.d + a.birthday.m * 100 + a.birthday.y * 10000;
    db = b.birthday.d + b.birthday.m * 100 + b.birthday.y * 10000;

    // tak potom sa budu porovnavat a vo volajúcej metode usporiadavat podla ich DATUMU
    // NARODENIA od mladšieho po starsieho, ak maju aj datum narodenia rovnaky,
    if (da < db) return -1;
    if (da > db) return 1;
}
```

```

// tak potom sa porovnaju a vo vol. metode usporiad. podla priezviska, ak maju aj priezv. rovnake,
porovnanie = String.Compare(a.surname.ToLower(), b.surname.ToLower());
if (porovnanie < 0) return 1;
else if (porovnanie > 0) return -1;

// tak potom sa porovnaju a vo volaj. metode usporiadaju podla mena, ak maju aj meno rovnake,
porovnanie = String.Compare(a.firstname.ToLower(), b.firstname.ToLower());
if (porovnanie < 0) return 1;
else if (porovnanie > 0) return -1;

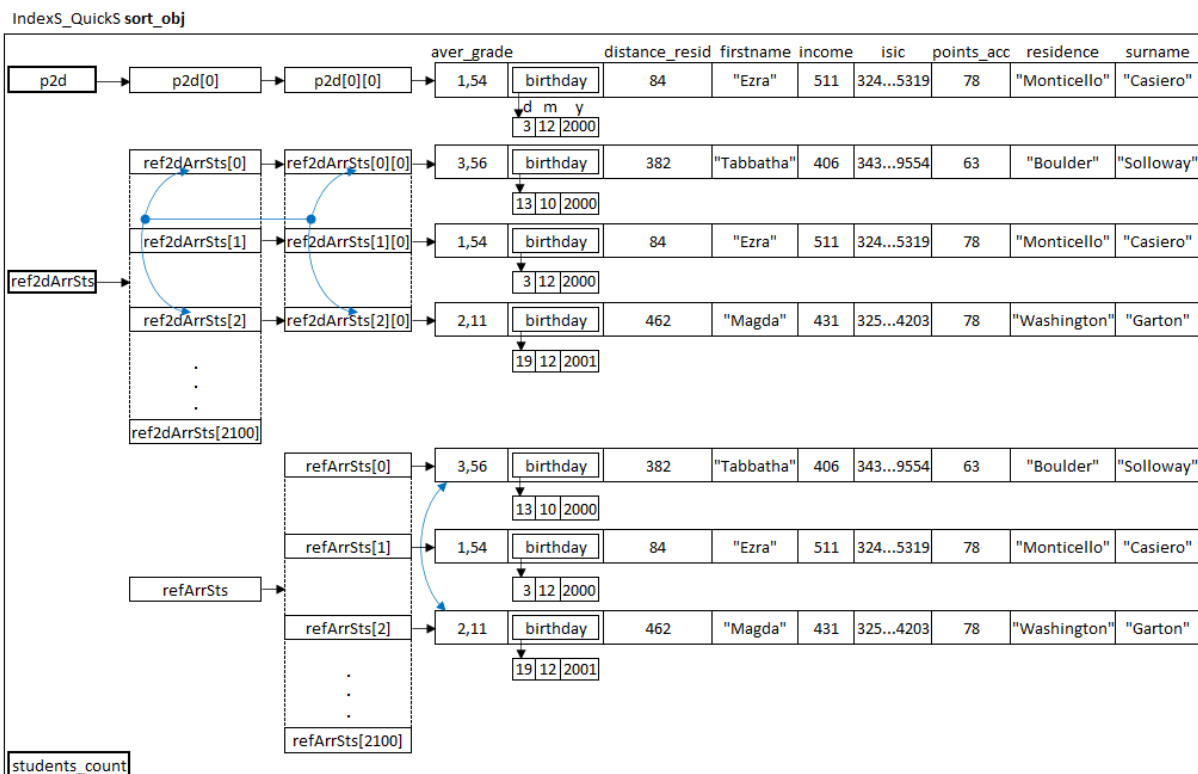
// tak potom sa porovnaju a vo volaj. met. usporiadaju podla velkosti ISIC, od mensieho po vacsie
if (a.isic < b.isic) return 1;
else if (a.isic > b.isic) return -1;
return 0; }

```

Zdroj: Vlastné spracovanie

Všetky uvedené kľúčové usporiadavacie inštančné metódy *QuickS_movingSort*, *QuickS_movingSort2d* a *QuickS_referSort2d* po zavolaní v statickej metóde *Main* C# aplikácie pracujú s inštančnými premennými objektu *sort_obj*, pretože sú zavolané ako jeho inštančné metódy. Vnútornú štruktúru objektu *sort_obj* zobrazuje nasledujúci obr. 7.

Obr. 7: Vnútorná štruktúra objektu '*sort_obj*' C# aplikácie. V poli '*ref2dArrSts*' je 2 modrými šípkami znázornené referenčné usporiadavanie, ktoré realizuje napr. inštančná metóda '*QuickS_referSort2d*' a v poli '*refArrSts*' je jednou modrou šípkou znázornené presúvacie usporiadavanie, ktoré realizuje napr. inštančná metóda '*QuickS_movingSort*'



Zdroj: Vlastné spracovanie

5 Experiment a jeho výsledky

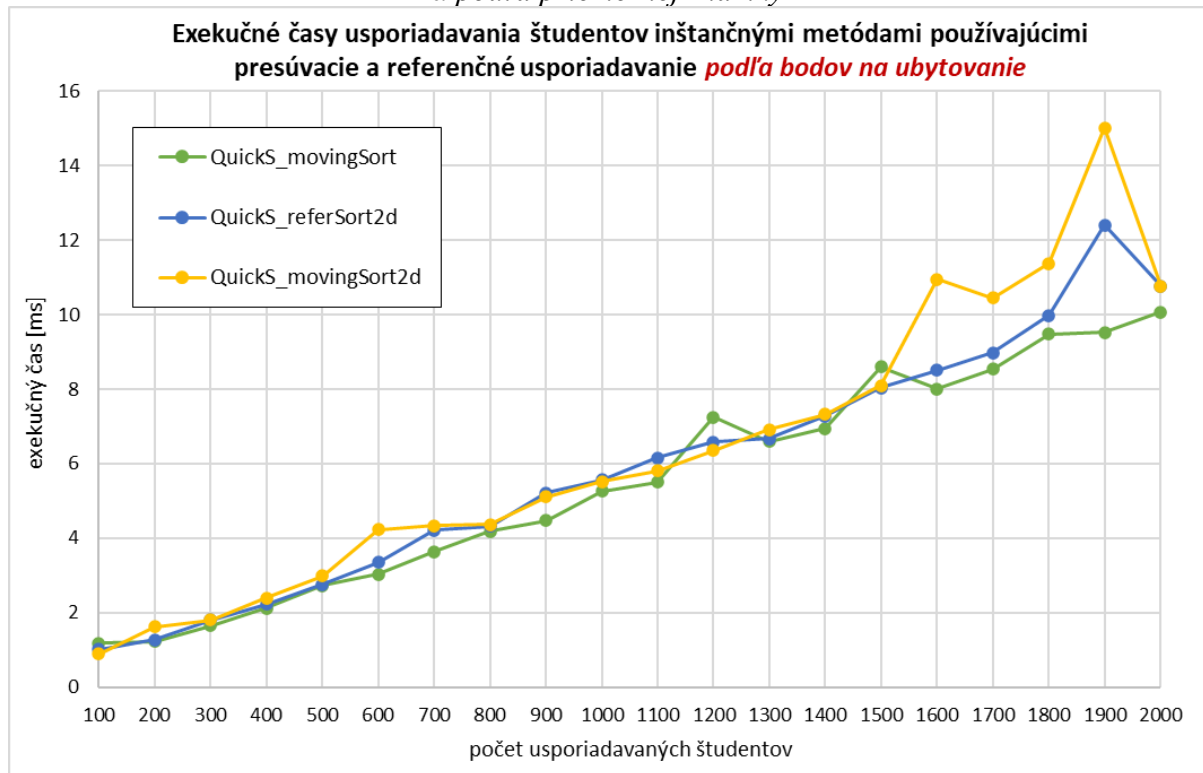
V experimente sme chceli overiť, či je pravdivý náš predpoklad, že referenčné usporiadanie je exekučne efektívnejšie ako presúvacie usporiadanie. Na potvrdenie alebo vyvrátenie tohto predpokladu sme použili našu C# aplikáciu. Jej 3 inštančné metódy *QuickS_movingSort*, *QuickS_movingSort2d* a *QuickS_referSort2d*, všetky s implementovaným algoritmom Quick Sort, dokážu vykonávať presúvacie a referenčné usporiadanie. Inštančná metóda *QuickS_movingSort* usporiadava pole objektov triedy *Student refArrSts* s 1-rozmerným poľom referencií a používa presúvacie usporiadanie. Inštančná metóda *QuickS_movingSort2d* usporiadava pole objektov triedy *Student ref2dArrSts* s 2-rozmerným poľom referencií a používa presúvacie usporiadanie a inštančná metóda *QuickS_referSort2d* usporiadava rovnaké pole objektov triedy *Student* s rovnakým 2-rozmerným poľom referencií, ale používa referenčné usporiadanie. Keďže obe metódy *QuickS_movingSort2d* a *QuickS_referSort2d* usporiadávajú úplne rovnaké pole, tým majú úplne totožné usporiadované dátové štruktúry aj s infraštruktúrou tvorenou 2-rozmerným poľom referencií, čo objektívizuje porovnanie exekučných časov oboch týchto metód. Z tohto dôvodu porovnanie exekučných časov oboch týchto metód poskytuje úplne korektné výsledky. Inštančná metóda *QuickS_movingSort* usporiadava pole objektov triedy *Student refArrSts* s rovnakými hodnotami usporiadovaných štruktúrovaných dát, avšak s jednoduchšou infraštruktúrou, len s 1-rozmerným poľom referencií, čo jej dáva určitú exekučnú výhodu pri usporiadaní rovnakých štruktúrovaných dát oproti metódam *QuickS_movingSort2d* a *QuickS_referSort2*.

Exekučné časy usporiadavania všetkých týchto 3 metód boli zmerané statickou metódou *Main* C# aplikácie a spolu s výsledkami usporiadavania študentov týmito metódami boli touto C# aplikáciou zapísané do logovacieho diskového súboru *LogFile.txt*.

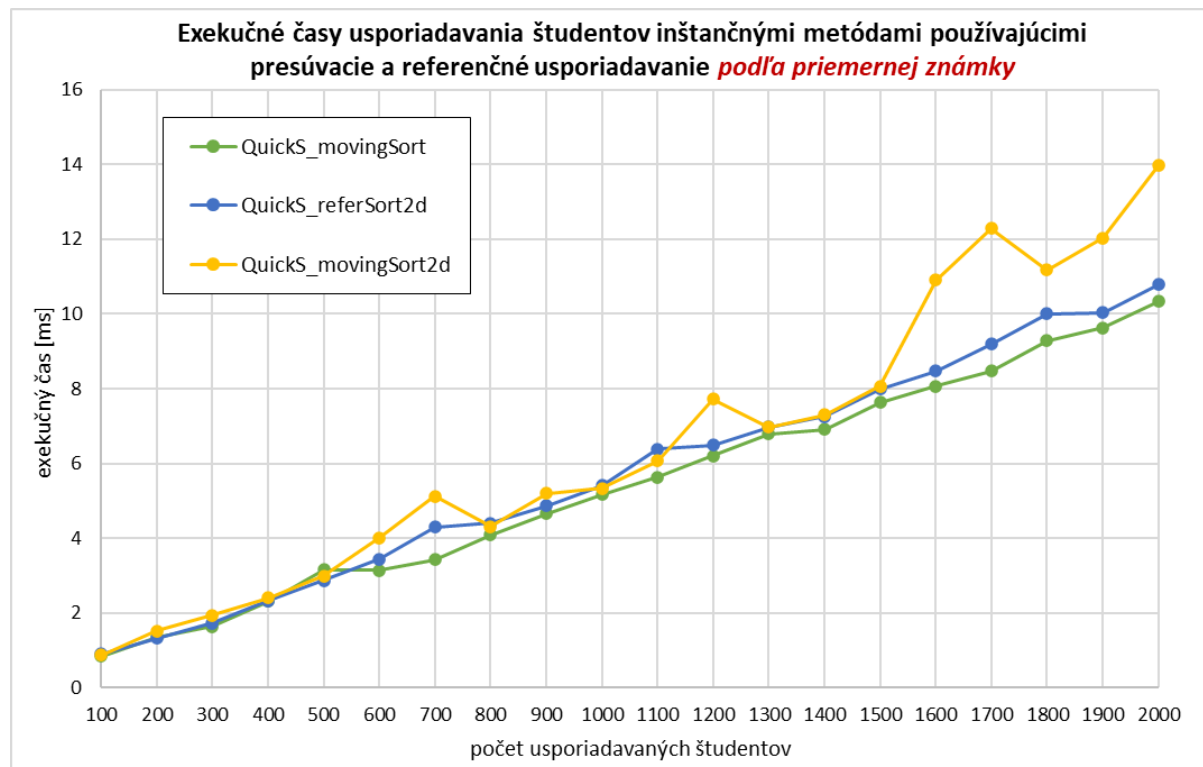
Počas experimentu všetky tieto 3 inštančné metódy usporiadavali rovnako početné obsahovo rovnaké vzorky študentov uložené v oboch týchto poliach *refArrSts* a *ref2dArrSts*. Merania exekučných časov všetkých 3 inštančných metód sa uskutočnili s 20 vzorkami štruktúrovaných dát študentov uložených v oboch poliach, ktoré obsahovali nasledovné počty študentov, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700, 1800, 1900 a 2000.

Exekučné časy usporiadavania všetkých 20 vzoriek študentov všetkými 3 inštančnými metódami s implementovaným usporiadavacím algoritmom Quick Sort a používajúcimi presúvacie a referenčné usporiadanie pre 2 usporiadavacie kritériá, *usporiadavanie podľa bodov na ubytovanie* a *usporiadavanie podľa priemernej známky*, sú zobrazené v nasledujúcich grafoch (obr. 8).

Obr. 8: Exekučné časy usporiadania študentov inštančnými metódami C# aplikácie používajúcimi presúvacie a referenčné usporiadanie podľa bodov na ubytovanie a podľa priemernej známky



Zdroj: Vlastné spracovanie



Zdroj: Vlastné spracovanie

Krátka analýza výsledkov experimentu.

Vykonaný experiment potvrdil náš predpoklad. Referenčné usporiadavanie je exekučne efektívnejšie oproti presúvaciemu usporiadaniu pri usporiadaní vyššie uvedených vzoriek študentov. Rozdiely v exekučnej efektívnosti v prospech referenčného usporiadavania sú zreteľnejšie pri vyšších počtoch usporiadavaných študentov. V našich meraniach sa tento rozdiel stával výraznejším pri usporiadaní 1500 a viac študentov. Z výsledkov vykonaného experimentu vyplýva, že hlavne pri väčších množstvách štruktúrovaných položiek uložených v 2-rozmernom poli takýchto položiek s 2-rozmerným poľom referencií je efektívnejšie referenčné usporiadavanie a dáva zmysel implementovať ho do usporiadavacích metód profesionálnych C# aplikácií. Ak tieto metódy nepotrebujú pracovať v takomto 2-rozmernom poli položiek s 2-rozmerným poľom referencií, ale pracujú v ňom len s 1-rozmerným poľom referencií, vtedy je exekučne efektívnejšie presúvacie usporiadavanie. Takéto pole *refArrSts* s 1-rozmerným poľom referencií usporadúvala metóda *QuickS_movingSort*, ktorá používala presúvacie usporiadavanie a bola zo všetkých 3 usporiadavacích metód, síce s veľmi malým rozdielom, ale exekučne najefektívnejšia.

6 Záver

Ako vyplýva z krátkej analýzy výsledkov experimentu, jeho výsledky potvrdili náš predpoklad. Referenčné usporiadavanie je exekučne efektívnejšie oproti presúvaciemu usporiadaniu pri usporiadaní rozsiahlejších štruktúrovaných dát uložených v 2-rozmernom poli objektov obsahujúcich tieto štruktúrované dáta. Rozdiely v exekučnej efektívnosti v prospech referenčného usporiadavania sú zreteľnejšie pri vyšších počtoch usporiadavaných štruktúrovaných dát, v našom prípade štruktúrovaných dát študentov. V našich meraniach sa tento rozdiel stával výraznejším pri usporiadaní 1500 a viac študentov. Z tohto vyplýva, že má zmysel implementovať referenčné usporiadavanie do usporiadavacích metód profesionálnych C# aplikácií, aj keď je nutné do usporiadavaného poľa štruktúrovaných dát vložiť 2-rozmerné pole referencií.

Literatúra

- [1] Microsoft Corp. (2022). *Microsoft documentation*. Retrieved October 12, 2022, from <https://docs.microsoft.com>
- [2] Sedgewick, R. (1998). *Algorithms in C parts 1-4. Fundamentals, data structures, sorting, searching*. Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- [3] Sedgewick, R., Wayne, K. (2011). *Algorithms fourth edition*. Pearson Education, Inc.
- [4] Sedgewick, R. (2018). *Algorithms, 4th Edition*. Retrieved October 12, 2022, from <https://algs4.cs.princeton.edu/home/>

Analýza šírenia koronavírusu vo vzdelávacích inštitúciách

Zhanar S. Moldabayeva¹, Peter Procházka²

Abstrakt

Článok sa zaoberá šírením koronavírusu v uzavretých priestoroch. Skúmal sa vplyv hladiny oxidu uhličitého, teploty a vlhkosti vzduchu na šírenie koronavírusu. Počas štúdie sa uskutočnili merania oxidu uhličitého, teploty a vlhkosti vzduchu v rôznych častiach budovy a ukázalo sa, že najnebezpečnejšia je výťahová kabína. Vykonala sa štúdia spôsobov zníženia hladiny oxidu uhličitého a aplikovala sa germicídna lampa. Vypracovala sa schéma zariadenia použiteľného na dezinfekciu priestorov. Vykonalo sa praktické použitie germicídneho žiariča, ktoré preukázalo jej účinnosť a viedlo k zníženiu hladiny oxidu uhličitého.

Kľúčové slová

koronavírus, oxid_uhličitý, teplota, vlhkosť, germicídny žiarič, Arduino

Abstract

The article deals with the spread of coronavirus in closed rooms. The influence of carbon dioxide levels, temperature, and air humidity on the spread of coronavirus has been studied. During the study, measurements of carbon dioxide, temperature and humidity were made in different parts of the building and it was revealed that the elevator room is the most dangerous. A study of ways to reduce the level of carbon dioxide was conducted and the use of a bactericidal lamp was chosen. A schematic diagram of a device designed for disinfection of premises has been developed. The practical use of a bactericidal lamp was carried out, which showed its effectiveness and led to a decrease in the level of carbon dioxide.

Key words

coronavirus, carbon_dioxide, temperature, humidity, bactericidal_lamp, Arduino.

JEL classification

I1

1 Úvod

Pandémia koronavírusu, ktorá zúrila po celom svete, bohužiaľ neobišla ani naše krajiny. Prijali sa početné hygienické a protiepidemické opatrenia, aby sa zabránilo šíreniu infekcie.

Pri návšteve verejných miest bolo potrebné nosiť masky, dodržiavať odstupy a používať antiseptiká. V Kazachstane stredné a vysoké školy zaviedli podmienku 100 % očkovania učiteľov a zamestnancov, každodenný ranný filter všetkých zamestnancov a študentov, zákaz hromadných podujatí, sprísnenie kontroly organizácie stravovania v jedálňach atď. Na Slovensku to bolo veľmi podobné. Na Eurázijskej národnej univerzite, ako aj na Ekonomickej

¹ Euroázijská národná univerzita. L.N. Gumilyov, katedra Počítačového a softvérového inžinierstva, Sauran 14, apt. 31, c. Nur-Sultan, Kazašská republika, e-mail: zh.moldabaeva@gmail.com

² Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra aplikovanej informatiky, Bratislava, Slovensko, peter.prochazka@euba.sk

univerzite v Bratislave sa prednášky konali väčšinou formou dištančného vzdelávania, neskôr v súlade s pravidlami pre prezenčnú formu s odstupmi a maskami.

Napriek prijatým opatreniam sa však koronavírus naďalej šírila a často spôsoboval vážne následky. Strata ľudí, s ktorými pracujeme, sa znáša obzvlášť ťažko. Ako dôkaz môžeme uviesť smutné štatistiky. Katedra informatiky a softvérového inžinierstva Eurázijskej národnej univerzity, ku ktorej patrí jeden z autorov, utrpela značné straty. Z 15 ľudí 10 ochorelo na koronavírus, 6 z nich bolo hospitalizovaných v kritickom stave a 3 ľudia zomreli. Okrem pedagogických pracovníkov sa veľké percento ochorenia vyskytovalo aj medzi študentmi, ale našťastie vďaka svojmu mladému veku znášali ochorenie lepšie a počet komplikácií bol oveľa nižší.

2 Materiály a metódy

Vysoký výskyt vírusu medzi ľuďmi navštevujúcimi tú istú budovu nás podnietil k tomu, aby sme preskúmali príčiny vysokého výskytu vírusu a hľadali príčiny jeho šírenia. S týmto cieľom sme uskutočnili štúdiu prioritne na 8. poschodí v priestoroch katedry informačných technológií. Po analýze nasledujúcich zdrojov (Marziali, 2021), (Terzic-Supic, 2021), (Baloch, 2019) sme dospeli k záveru, že najväčší vplyv na šírenie vírusu mali tieto faktory:

(a) Teplota - V štúdiu Marzialiho (Marziali, 2021) sa zistilo, že koronavírus sa lepšie prenáša pri nízkych teplotách, od 8 °C do 18 °C. Akonáhle teplota dosiahla 20 °C, jeho aktivita okamžite klesla. Pri 30 °C bola miera infekcie nulová.

b) Vlhkosť vzduchu - koronavírus je najaktívnejší pri relatívne nízkej vlhkosti vzduchu medzi 35 a 50 %. (Terzic-Supic, 2021)

c) CO₂ - index oxidu uhličitého vo vzduchu. Hladina CO₂ v školských triedach v rozsahu 350-700 ppm sa považuje odborníkmi za zdravotne vhodnú. (Baloch, 2019) Vyššia koncentrácia do 1200 ppm CO₂ vo vzduchu znamená maximálnu akceptovateľnú hladinu. Nad touto hladinou už hovoríme o nedostatku čistého vzduchu, čo môže viesť k rôznym zdravotným ťažkostiam a k zvýšenému riziku výskytu koronavírusov (Csobod et al., 2014).

Na monitorovanie uvedených faktorov sme sa rozhodli merať tieto parametre v rôznych častiach budovy. Keďže Mukanova poukazuje na vplyv plynov na ľudskú činnosť (Mukanova, 2021), rozhodli sme sa okrem hlavných faktorov merať aj formaldehyd (HCHO), prchavé organické zlúčeniny (TVOC), oxid uhoľnatý (CO), metán (CH₄) a kyslík (O₂). Na tieto merania sme použili tieto zariadenia: teplomer-vlhkometer, detektor oxidu uhličitého.

Na meranie teploty a vlhkosti sme použili teplomer s externou sondou a vlhkometer, ktorý meria vlhkosť a teplotu vzduchu s vysokou presnosťou. Zariadenie má vnútornú pamäť a môže ukladať maximálne a minimálne hodnoty vlhkosti a teploty.

Obr. 1: Teplomer s externou sondou a vlhkometerom



Zdroj: <https://www.priceorcan.sk/verk-01763-meteorologicka-stanica>

Na meranie hladiny oxidu uhličitého CO₂, oxidu uhoľnatého CO, metánu CH₄ a kyslíka O₂ sme použili detektor Bosean k-600, ktorý má vysoko citlivý snímač a zabudované čerpadlo na diagnostiku hladiny uvedených plynov vo vzduchu. Pri prekročení prahovej hodnoty CO₂ detektor vydá zvukový signál a na bočných paneloch sa rozsvietia výstražné svetlá.

Obr. 2: Bosean K-600 multiplynový monitor vzduchu vrátane oxidu uhličitého



Zdroj: Vlastné spracovanie

Tester vzduchu sme používali na meranie HCHO (formaldehydu) a TVOC (prchavých organických zlúčenín), čo umožnilo rýchlo a presne stanoviť obsah uvedených plynov vo vzduchu.

Obr. 3: Detektor HCHO a TVOC

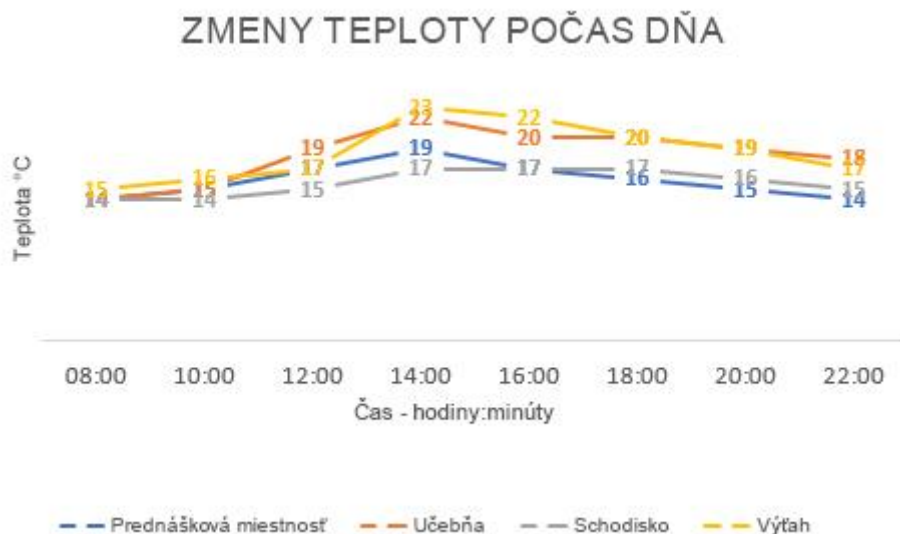


Zdroj: <https://www.aliexpress.com/item/32737200153.html>

3 Výsledky

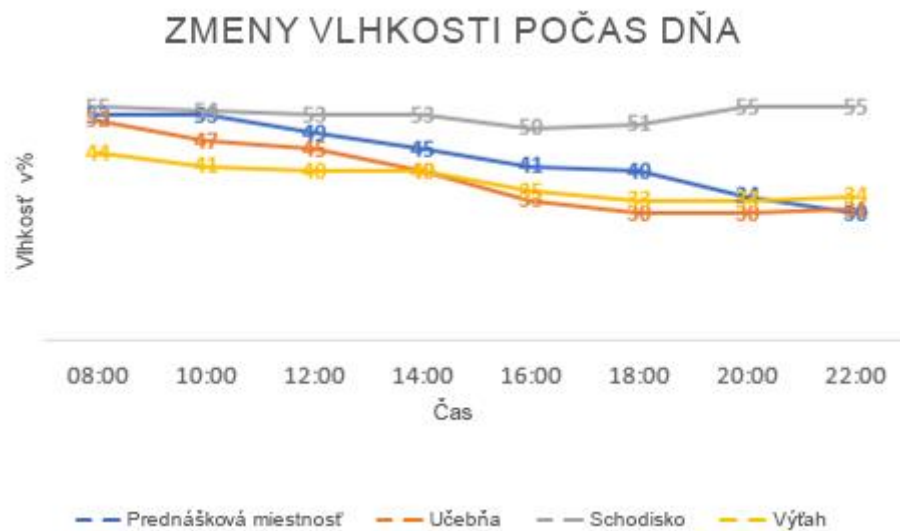
Po výbere potrebných zariadení sme zmerali mikroklimu v rôznych častiach budovy, najmä prednáškové miestnosti (približne 100 m²), učebne (približne 30 m²), schodisko na jedno poschodie (približne 8 m²) a výt'ah (približne 2 m²). Merania sme uskutočnili od 8:00 do 22:00 v dvojhodinových intervaloch. Výsledky meraní sa zaznamenali do tabuľky a následne sa previedli do grafickej podoby.)

Obr. 4: Zmeny teploty počas dňa



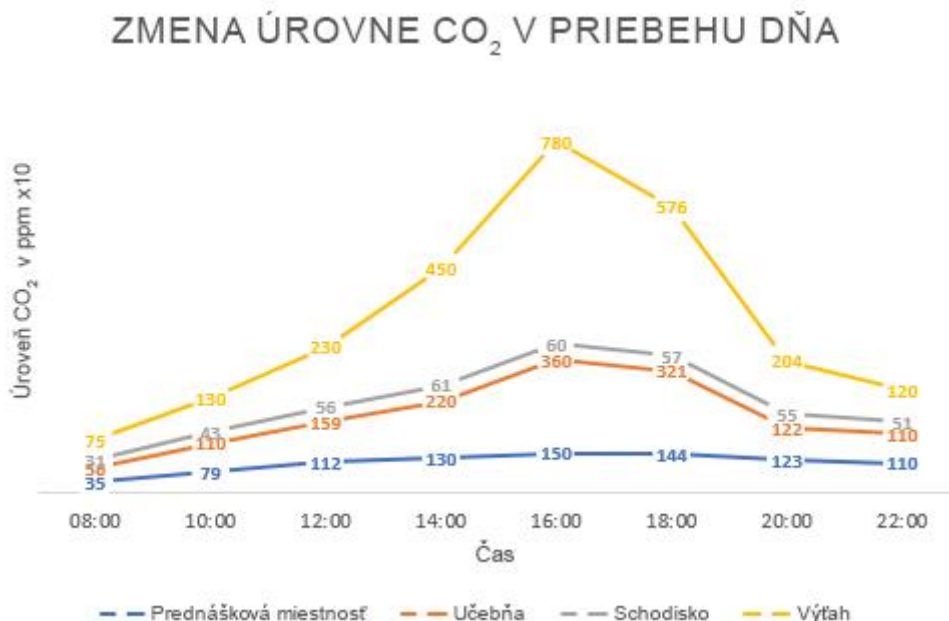
Prvým posudzovaným parametrom bola teplota, ako je vidieť z grafu, počas dňa sa teplota vo všetkých miestnostiach zvýšila a večer došlo znova k poklesu teploty. Okrem toho sa rozsah teplotných zmien čiastočne zhodoval s teplotou, ktorá je priaznivá pre šírenie koronavírusu +8-+18 °C

Obr. 5: Zmeny vlhkosti počas dňa



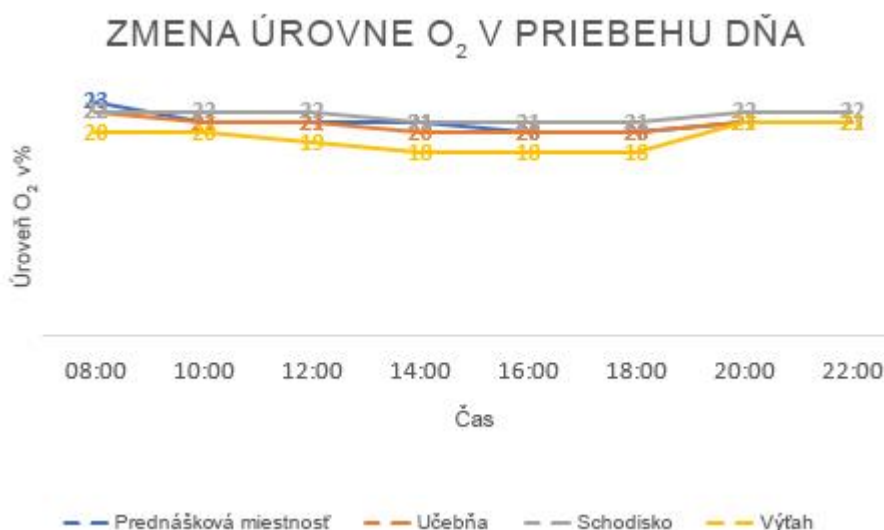
Ďalší parameter - vlhkosť - vykazoval nízke hodnoty, čo bolo spôsobené temperovaním miestností a slabým vetraním priestorov. V priebehu dňa sa postupne znižovali aj hodnoty vlhkosti vo všetkých miestnostiach s výnimkou schodísk, kde vlhkosť zostala stabilná. Ako vidieť z obrázku 5, takmer všetky uvedené hodnoty sú priaznivé pre šírenie koronavírusu, t. j. v rozmedzí 35 - 50 %.

Obr. 6: Zmeny úrovne CO₂ počas dňa



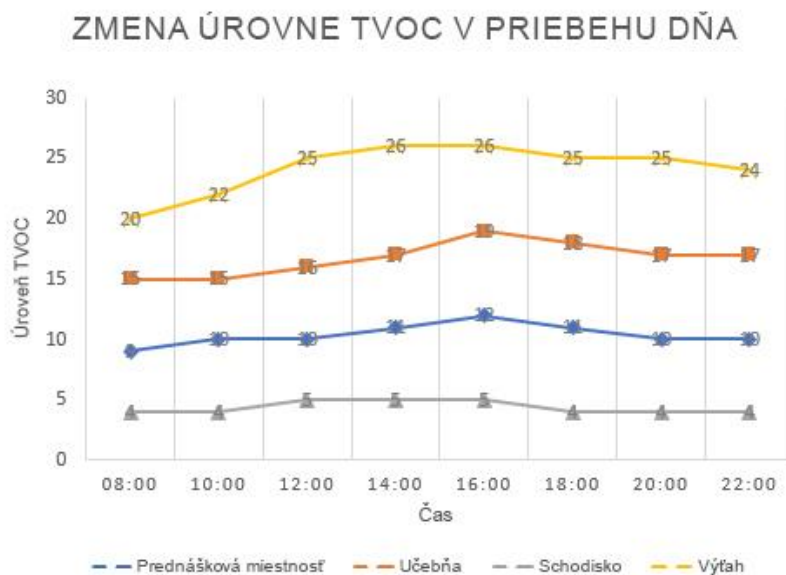
Najpozoruhodnejšie boli výsledky meraní obsah oxidu uhličitého vo vzduchu. Prakticky vo všetkých miestnostiach sa počas dňa zvýšil obsah CO₂, najvýraznejšie vo výťahovej kabíne, kde pri intenzívnej prevádzke senzor vykazoval hodnotu 7800 ppm, čo je mierne nad odporúčanou hodnotou (Csobod et al., 2014), čo je pre ľudskú činnosť neprijemné a môže prispieť k šíreniu vírusu. Tento skok sa dá vysvetliť malým priestorom výťahu a veľkým počtom ľudí v ňom (5-8 ľudí naraz), keďže v snahe neprísť neskoro na hodinu študenti často zanedbávali sociálnu vzdialenosť a vzdialenosť medzi ľuďmi sotva presahovala 20 cm.

Obr. 7: Zmeny úrovne O₂ počas dňa



Popri veľkých rozdieloch v hodnotách oxidu uhličitého sa vyskytli výkyvy aj v hodnotách kyslíka, ktoré však boli nevýznamné. Boli však nepriamo úmerné obsahu CO₂.

Obr. 8: Zmeny úrovne TVOC počas dňa



Zdroj: Vlastné spracovanie

Do úvahy sa brali aj údaje zo senzorov prchavých organických zlúčenín TVOC. Najvyššia koncentrácia bola zaznamenaná v najviac uzavretej a nevetranej miestnosti, vo výťahu, a najnižšia v dobre vetranej miestnosti.. Tento parameter je dôležitý, pretože koronavírus môže medzi organickými zlúčeninami prežívať.

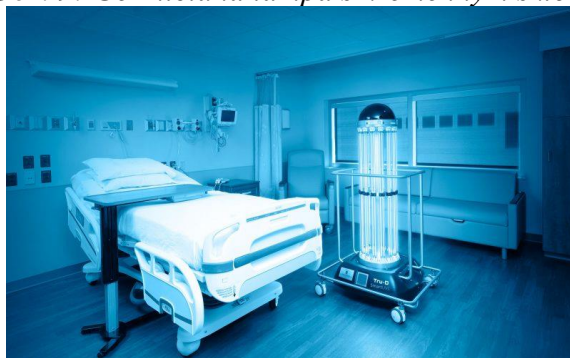
Okrem uvedených parametrov sa meral aj formaldehyd, HCHO, oxid uhoľnatý (CO) a metán, CH₄. Obsah týchto pre človeka nebezpečných plynov sa však našťastie prakticky blížil k nule. Preto sme sa rozhodli tieto parametre nezahrnúť do ďalšej analýzy.

4 Diskusia

Z uvedených výsledkov vyplýva, že kombinácia parametrov - priaznivá teplota, vlhkosť, úroveň oxidu uhličitého a znížená kvalita ovzdušia vedie k riziku šírenia koronavírusovej nákazy hlavne v malých priestoroch, najmä vo výťahu.

Ak chceme tento problém vyriešiť je nevyhnutná účinná dekontaminácia. V štúdiách (Atanov, 2012) a (Seitbatalov, 2021) sa navrhuje použitie germicídnej lampy s kremenným sklom na ošetrovanie miestnosti. Toto svietidlo možno použiť v miestnostiach, kde sa nenachádzajú ľudia alebo iné živé organizmy, ako zvieratá či izbové rastliny. Zvyčajne sú tieto priestory určené na lekárske účely - miestnosti na liečbu zápalových ochorení, sanitárne a zdravotnícke strediská.

Obr. 9: Germicídna lampa s kremenným sklom

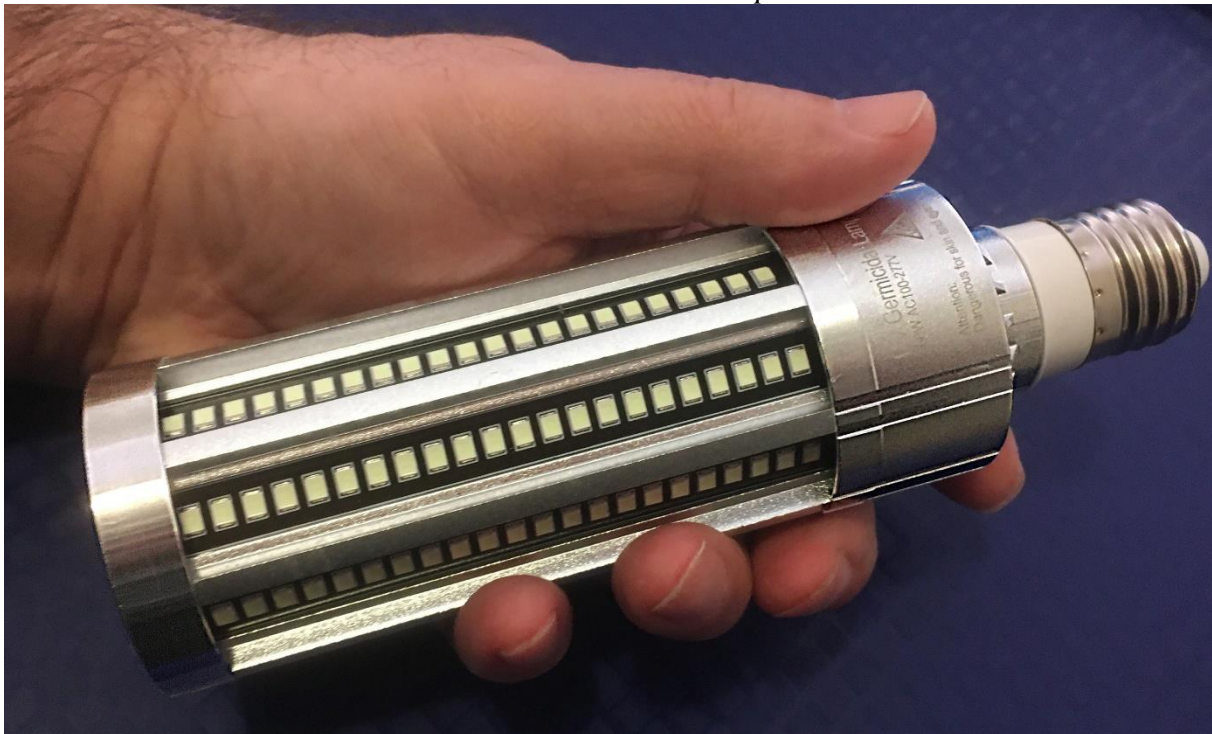


Zdroj: <https://lightech.sk/sluzby/uvc-dezinfekcia/>

Germicídna lampa s kremenným sklom má žiarivku vyrobenú z kremenného skla, cez ktoré UV-C žiarenie bez problémov prechádza, pričom sa produkuje nezanedbateľné množstvo ozónu, ktorý má výrazný negatívny vplyv na ľudský organizmus. Keďže v testovaných miestnostiach sa pravidelne nachádzali ľudia, nebolo možné takúto lampu použiť. Okrem toho sú tieto lampy pomerne veľké a teda pre naše účely nevhodné.

Alternatívou ku germicídnej lampe s kremenného skla je germicídna UVC LED lampa. Konštrukcia baktericídnej lampy pozostáva z SMD LED ktoré vyžarujú svetlo o vlnovej dĺžke 185 nm. Po použití takejto lampy preto nie je potrebné vetrať miestnosť. UV-C lampy nevytvárajú pri žiarení ozón a preto sa označujú aj ako "bezozónové" lampy.

Obr. 10: Bezozónová lampa

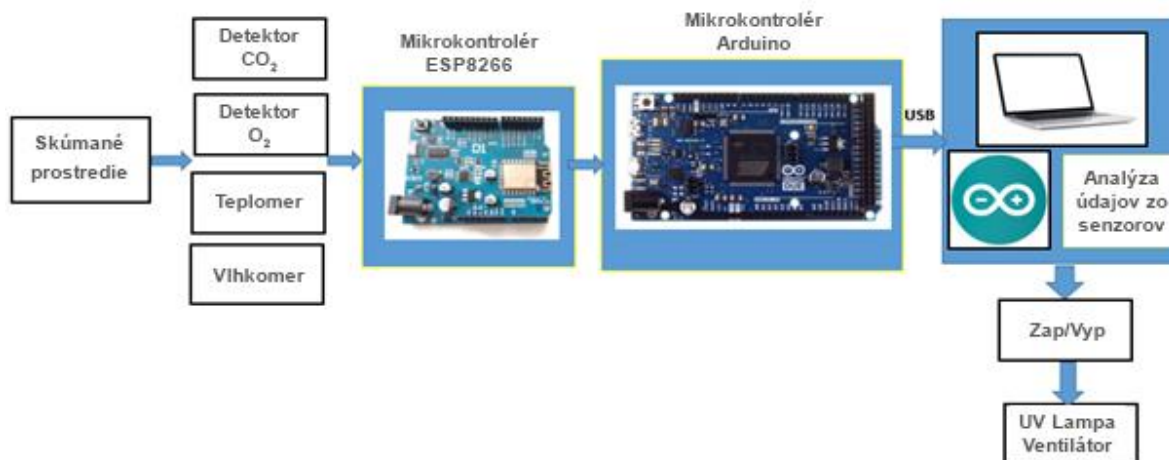


Zdroj: <https://www.aliexpress.com/>

Po preštudovaní kontrolných systémov, ktoré boli preskúvané v prácach (Seitbatalov, 2021) a (Baimukhamedov, 2019), sme dospeli k záveru, že najlepším riešením v tejto situácii by bolo použiť germicídnu UVC LED lampu, pretože je pohodlnejšia a bezpečnejšia na používanie, nakoľko existujú aj ľahké prenosné zariadenia na manuálnu dekontamináciu.

Na dezinfekciu miestnosti sme navrhli zariadenie, ktoré ošetruje miestnosť kombináciou faktorov získaných zo senzorov. Tejto problematike sa venovali aj Jurík a kolektív (JURÍK et al., 2021). Schéma zariadenia je znázornená na nasledujúcom obrázku.

Obr. 11: Schéma zapojenia jednotky

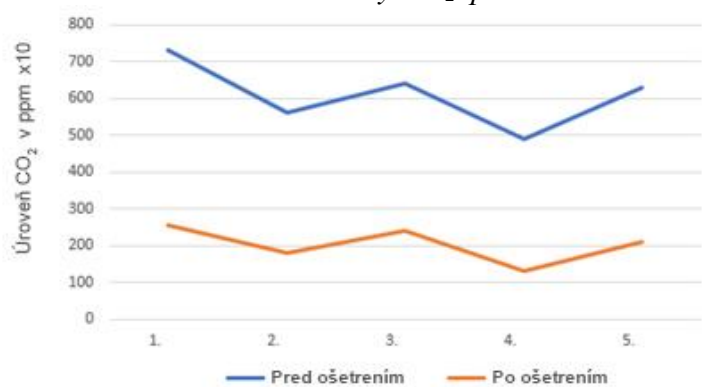


Zdroj: Vlastné spracovanie

V tomto prípade je testovaným prostredím vzduch, ktorý sa analyzuje teplomerom, vlhkomerom a detektorom CO₂ a O₂. Získané údaje sa prenášajú cez WIFI z mikrokontroléra ESP8266 a analyzujú sa pomocou programu napísaného v prostredí Arduino IDE. Program porovná údaje prijaté zo snímačov s kritickými údajmi analyzovanými vyššie a usúdi, či je potrebné čistenie vzduchu v miestnosti. Ak je takéto ošetrenie potrebné, systém vydá zvukový signál a zapne nepriamo vyžarujúci UVC žiarič, ktorý má zabudovaný ventilátor potrebný na cirkuláciu vzduchu.

Za účelom overenia navrhnutého riešenia sme uskutočnili test na katedre aplikovanej informatiky. Model bol nainštalovaný na sekretariáte a používal sa 10 dní. Počas testu bolo zaznamenaných 5 prekročení prípustnej hladiny CO₂. Po ošetrení miestnosti UV žiarením sa merania CO₂ zopakovali. Získané údaje sú znázornené na obrázku 12.

Obr. 12: Zmena hladiny CO₂ po ošetrení



Zdroj: Vlastné spracovanie

5 Záver

Počas našej štúdie sme dospeli k nasledujúcim záverom. Na šírenie koronavírusu má veľký vplyv hladina oxidu uhličitého, teplota a vlhkosť. Vo vnútorných priestoroch - v budove pre vzdelávanie - však zostáva teplota a vlhkosť stabilná, preto sa osobitný dôraz kladie na zmeny hladiny oxidu uhličitého. Nami realizované merania sa zamerali na hladiny oxidu

uhlíčitého v rôznych častiach budovy a zistili sme, že najväčšie riziko predstavuje kabína výťahu.

Skúmali sme spôsoby zníženia hladiny oxidu uhličitého a zvolili sme použitie UVC LED germicídnej lampy, resp. jej profesionálnu verziu vo forme nepriameho germicídneho žiariča. Praktické používanie nepriameho germicídneho žiariča sa ukázalo ako účinné a viedlo k zníženiu hladiny oxidu uhličitého a tým aj k zhoršeniu prenosových podmienok pre rôzne patogény vrátane koronavírusu. Preto odporúčame do kabín výťahov nainštalovať nepriamy germicídny žiarič, ktorý môže veľmi účinne dekontaminovať kabínu výťahu a tým účinne obmedziť prenášanie patogénov.

Literatúra

- [1] Atanov, S. K. (2012) Algorithms of indistinct logic in systems with microcontroller management, *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, vol. A247, 529–551
- [2] Baimukhamedov, M.F., Moldamurat, K., Akgul, M.K. (2019). Optimal control model of the automobile transport, *Transport Means - Proceedings of the International Conferencet*, 1312–1316
- [3] Baloch, S., Baloch, M. A., Zheng, T., & Pei, X. (2020). The coronavirus disease 2019 (covid-19) pandemic. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*, 250(4), 271–278. <https://doi.org/10.1620/tjem.250.271>
- [4] Csobod, E., Annesi-Maesano, I., Career, P., & Kephelopoulos, S. (2014, October). *SINPHONIE (Schools Indoor Pollution and Health Observatory Network in Europe): Executive Summary of the Final Report*. Retrieved October 23, 2022, from https://www.researchgate.net/publication/271473923_SINPHONIE_Schools_Indoor_Pollution_and_Health_Observatory_Network_in_Europe_Executive_Summary_of_the_Final_Report
- [5] Jurík, P., Schmidt, P., & Kultán, J. (2021). Optimization of sensor network topology using multiple criteria. *Studies in Informatics and Control*, 30(2), 101–110. <https://doi.org/10.24846/v30i2y202109>
- [6] Marzialì, M. E., Hogg, R. S., Oduwole, O. A., & Card, K. G. (2021). Predictors of covid-19 testing rates: A cross-country comparison. *International Journal of Infectious Diseases*, 104, 370–372. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.12.083>
- [7] Mukanova, Z., Atanov, S., Jamshidi, M. (2021). Features of Hardware and Software Smoothing of Experimental Data of Gas Sensors SIST 2021 - 2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies, 9465981
- [8] Seitbattalov, Z.Y., Atanov, S.K., Moldabayeva, Z.S. (2021). An Intelligent Decision Support System for Aircraft Landing Based on the Runway Surface SIST 2021 - 2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies, 9466000
- [9] Terzic-Supic, Z., Todorovic, J., Bajcetic, M., Jankovic, J., Santric-Milicevic, M., Stamenkovic, Z., Djikanovic, B., Mandic-Rajcevic, S., Piperac, P., Jovic-Vranes, A., & Matejic, B. (2021). Knowledge, attitudes and practices and fear of covid-19 among medical students in Serbia. *The Journal of Infection in Developing Countries*, 15(06), 773–779. <https://doi.org/10.3855/jidc.14298>

Analýza faktorov ovplyvňujúcich verný a pravdivý obraz v účtovníctve

Martina Podmanická¹

Abstrakt

Najvyšším cieľom účtovníctva v trhovej ekonomike je poskytnúť verný a pravdivý obraz o ekonomickej realite podniku. Verný a pravdivý obraz je výsledkom správneho uplatňovania všeobecne uznávaných účtovných zásad a stanovených účtovných postupov, ktoré je neoddeliteľne spojené s aplikáciou etických princípov v činnosti účtovníkov i zostavovateľov účtovných závierok. Aplikáciou všeobecne uznávaných účtovných zásad v bilančnej politike účtovnej jednotky je možné dosiahnuť tak verný a pravdivý obraz o ekonomickej realite účtovnej jednotky ako je ich vhodnou aplikáciou možné zastierať a prikrášľovať nepriaznivú situáciu, resp. zámerne zhoršovať situáciu účtovnej jednotky. Príspevok na základe legislatívneho vymedzenia zásady verného a pravdivého obrazu identifikuje a analyzuje faktory pôsobiace na dosiahnutie a preskúmanie verného a pravdivého obrazu v priebehu účtovania počas bežného účtovného obdobia i pri zostavovaní účtovnej závierky a na základe realizovanej analýzy legislatívnych požiadaviek ozrejmuje mieru zodpovednosti jednotlivých subjektov zainteresovaných na dosiahnutí a preskúmaní verného a pravdivého obrazu.

Kľúčové slová

verný a pravdivý obraz, účtovná závierka, účtovník, audítor, účtovné predpisy, zodpovednosť, etika

Abstract

The highest objective of accounting in a market economy is to give a true and fair view of the business's economic reality. The true and fair view is the result of the correct application of generally accepted accounting principles and established accounting procedures, which is inextricably linked to the application of ethical principles in activities of accountant experts. By applying generally accepted accounting principles in the accounting policy of the accounting entity, it is possible to achieve true and fair view of the accounting entity's economic reality or it is possible to obscure and embellish the entity's unfavourable situation or intentionally aggravate the entity's situation by a suitable application of accounting principles. Based on the legislative definition of the true and fair view principle, the article identifies and analyses the factors acting to achieve and examine the true and fair view both during the accounting period and in the preparation of financial statements. The article also clarifies the responsibility of the subjects involved in achieving and examining the true and fair view.

Key words

true and fair view, financial statements, accountant, auditor, accounting regulations, responsibility, ethics

JEL classification

M40, M41

1 Úvod

Zásada verného a pravdivého obrazu je považovaná za najvyššiu zásadu, sú jej podriadené všetky ostatné účtovné zásady, nadobúda tak význam nadradeného kritéria a to

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

z toho dôvodu, že má pre rozhodovanie súčasných i potenciálnych vlastníkov, investorov, veriteľov i ostatných používateľov prvoradá význam. Zásada verného a pravdivého obrazu je rešpektovaná všetkými formami medzinárodnej harmonizácie (účtovnou smernicou EÚ, IFRS, US GAAP) i právnymi úpravami účtovníctva jednotlivých krajín. Účtovná smernica EÚ (a teda aj účtovné predpisy všetkých členských štátov EÚ), IFRS i US GAAP predstavujú taký rámec finančného výkazníctva, podľa ktorého má účtovná závierka poskytovať verný a pravdivý obraz, resp. niekedy sa používa pojem verné zobrazenie, pričom, ak je to potrebné na dosiahnutie verného a pravdivého obrazu, účtovná jednotka musí v účtovnej závierke uviesť dodatočné informácie napriek tomu, že ich príslušný rámec finančného výkazníctva nevyžaduje a musí mať možnosť nepoužiť niektoré ustanovenia daného rámca finančného výkazníctva, ak sú s požiadavkou poskytnúť verný a pravdivý obraz nezlučiteľné (Farkaš, 2020).

Význam zásady verného a pravdivého obrazu vyplýva z informačnej funkcie účtovníctva, keď účtovníctvo, no najmä jeho výsledný produkt – účtovnú závierku, chápeme ako nástroj efektívneho podávania a sprostredkovania informácií zistených o účtovnej jednotke príslušným používateľom, ktorí na základe týchto informácií vykonávajú rozhodnutia vo vzťahu k tejto účtovnej jednotke. Je preto dôležité, aby účtovná závierka poskytovala svojim používateľom užitočné, neskreslené a neutrálne informácie.

Zásada verného a pravdivého obrazu sa spravidla interpretuje tak, že účtovná závierka musí byť zostavená v súlade s platnými právnymi predpismi z oblasti účtovníctva, resp. účtovnými štandardami. Takéto poňatie zásady verného a pravdivého obrazu je spojené s predstavou univerzálneho, jednotného a informačne neutrálneho obrazu o skutočnostiach, ktoré sú predmetom zobrazenia v účtovníctve, a ktoré zároveň evokuje predstavu, že účtovníctvo musí o účtovnej jednotke poskytovať „iba jediný správny obraz“. Táto predstava je však nesprávna a zavádzajúca. Účtovníctvo totiž zachytáva javy, ktoré sa uskutočňujú vo veľmi dynamicky sa rozvíjajúcom trhovom prostredí, a preto z hľadiska informačnej funkcie účtovníctva je nutné pravdivé a verné zobrazenie skutočností posudzovať z hľadiska relevantnosti účtovných informácií k potrebám ich používateľov. Interpretácia mnohých javov je často nejednoznačná, pracuje sa s odhadovanými veličinami, všeobecne uznávané účtovné zásady pripúšťajú alternatívy vo viacerých oblastiach. Účtovná legislatíva i účtovné štandardy ponúkajú množstvo prípustných riešení, ktoré vnášajú do týchto oblastí značnú dávku subjektivismu, a to aj vtedy, keď sa účtovná závierka zostavuje v snahe poskytnúť verný obraz. V dôsledku toho môže účtovná jednotka vyčíslit' a vykázat' svoj výsledok hospodárenia v rámci prípustných pravidiel v značne širokom intervale, o čom svedčia aj mnohé výskumné štúdie, pričom každá z vyčíslených hodnôt je správna, pokiaľ patrí do daného intervalu. Cieľom verného a pravdivého obrazu nie absolútna zhoda s realitou, nakoľko účtovníctvo iba realitu modeluje, ale snaha používateľov informovať tak, aby si mohli vytvoriť názor, ktorý je v súlade s reálne existujúcou finančnou situáciou a výkonnosťou účtovnej jednotky (Kovanicová, 2005).

Objektom skúmania v predkladanom príspevku je zásada verného a pravdivého zobrazenia skutočnosti, považovaná za základnú zásadu podvojného účtovníctva, ktorou sa zabezpečuje cieľ účtovníctva v trhovej ekonomike, a to podávať prostriedkami jemu vlastnými verný a pravdivý obraz o finančnej a výnosovej situácii podniku. Plnenie tohto cieľa účtovníctva predpokladá zobraziť stav a zmeny stavu základných činiteľov, pomocou ktorých posudzujeme finančnú a výnosovú situáciu podniku, pretože práve ony tvoria predmet účtovníctva (Soukupová, Šlosárová, Baštincová, 2004).

Cieľom príspevku je na základe legislatívneho vymedzenia zásady verného a pravdivého obrazu identifikovať a analyzovať faktory pôsobiace na dosiahnutie a preskúmanie verného a pravdivého obrazu v priebehu účtovania počas bežného účtovného obdobia i pri zostavovaní účtovnej závierky a na základe realizovanej analýzy legislatívnych požiadaviek ozrejmiť mieru zodpovednosti jednotlivých subjektov zainteresovaných na dosiahnutí a preskúmaní verného a pravdivého obrazu.

Príspevok prezentuje a analyzuje uvedenú problematiku tak, ako je riešená v platnej právnej úprave 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“) a 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“). Pri písaní príspevku sme preto analyzovali najmä ustanovenia daných právnych predpisov, okrem nich nám inšpiráciou boli i knižné publikácie od Farkaša (2020) a Kovanicovej (2005), ako aj články publikované v odborných časopisoch a príspevky publikované v zborníkoch z vedeckých konferencií.

2 Aplikácia zásady verného a pravdivého obrazu podľa slovenskej účtovnej legislatívy

Právne úpravy účtovníctva jednotlivých krajín i jednotlivé formy medzinárodnej harmonizácie majú svoje vlastné ustanovenia o vernom a pravdivom obraze. V Slovenskej republike účtovné jednotky zostavujú svoje individuálne účtovné závierky v súlade so zákonom o účtovníctve a príslušným opatrením pre zostavenie účtovnej závierky určeným pre konkrétnu veľkostnú skupinu a počnúc rokom 2006 vybrané účtovné jednotky zostavujú svoje individuálne účtovné závierky podľa IFRS v znení prijatom EÚ. Od roku 2005 sa konsolidované účtovné závierky všetkých účtovných jednotiek zostavujú podľa IFRS v znení prijatom EÚ s výnimkou konsolidovaných účtovných závierok účtovných jednotiek verejnej správy.

Podľa zákona o účtovníctve je účtovná jednotka povinná účtovať tak, aby účtovná závierka poskytovala verný a pravdivý obraz o skutočnostiach, ktoré sú predmetom účtovníctva, a o finančnej situácii účtovnej jednotky. Podľa zákona o účtovníctve je zobrazenie v účtovnej závierke verné, ak obsah položiek účtovnej závierky zodpovedá skutočnosti a je v súlade s ustanovenými účtovnými zásadami a účtovnými metódami. A zobrazenie v účtovnej závierke je pravdivé, ak sú pri ňom použité účtovné zásady a účtovné metódy, ktoré vedú k dosiahnutiu verného zobrazenia skutočností v účtovnej závierke. Z dikcie zákona je zrejmé, že nástrojom na aplikáciu tejto základnej všeobecne uznávanej účtovnej zásady sú práve v platnej právnej účtovnej legislatíve ustanovené účtovné zásady a účtovné metódy. Ak teda účtovná jednotka dodrží účtovné zásady a účtovné metódy, ktoré ustanovila právna úprava, obraz poskytnutý účtovníctvom je verný. Ak ich nedodrží, v zmysle zákona o účtovníctve, hrozí účtovnej jednotke pokuta. Na tomto mieste je potrebné uviesť, že napr. ustanovenia o vernom a pravdivom obraze sa nevzťahujú na účtovné jednotky, ktoré zostavujú svoju individuálnu či konsolidovanú účtovnú závierku podľa IFRS v znení prijatom EÚ, pretože IFRS v znení prijatom EÚ majú svoje vlastné ustanovenia o pravdivom a vernom obraze, nakoľko IFRS v znení prijatom EÚ nie sú o vedení účtovníctva, ale o zostavení účtovnej závierky (Farkaš, 2020).

Pre zabezpečenie verného a pravdivého obrazu je dôležité i jeho preskúmanie, a to zvlášť pred zostavením účtovnej závierky a zvlášť po zostavení účtovnej závierky. Zásadný význam pre preskúmanie verného a pravdivého obrazu pred samotným zostavením a zverejnením účtovnej závierky, má nepochybne prepracovaný vlastný vnútorný kontrolný systém účtovníctva účtovnej jednotky. Kontrolnú činnosť v tejto fáze preskúmania verného a pravdivého obrazu vykonávajú samotní zamestnanci účtovnej jednotky vrátane interných audítorov či členovia dozornej rady, ktorým táto povinnosť prislúcha v zmysle Obchodného zákonníka. V prípade preskúmania verného a pravdivého obrazu po zostavení účtovnej závierky, sa predmetom preskúmania stáva primárne účtovná závierka, to však neznamená, že podkladom na vyhodnotenie toho, či účtovná závierka skutočne poskytuje verný a pravdivý

obraz, nebudú aj jednotlivé účtovné záznamy relevantné k skúmanej oblasti. Kontrolnými orgánmi v tejto fáze preskúmania verného a pravdivého obrazu môžu byť najmä externí audítori, daňový úrad a rovnako dozorná rada, ktorá v zmysle Obchodného zákonníka preskúmava účtovnú závierku spolu s návrhom na rozdelenie zisku alebo usporiadanie straty. Overenie existencie a funkcionality vnútorného kontrolného systému je jedným zo základných východísk pre výkon vnútorného i štatutárneho auditu. V účtovných jednotkách, ktoré majú povinnosť mať účtovnú závierku overenú audítorom, je prítomnosť vnútorného kontrolného systému preto nevyhnutnosťou. Výrazne nepriaznivejšia situácia vo vzťahu k existencii funkčného vypracovaného vnútorného kontrolného systému je v tých účtovných jednotkách, ktoré nemajú povinnosť overovania účtovnej závierky audítorom. Účtovníctvo disponuje množstvom jemu vlastných kontrolných prvkov či nástrojov, ktoré umožňujú tak preventívnu, ako aj následnú ekonomickú kontrolu rôznych hospodárskych javov, pričom významný vplyv na kontrolu má existencia výpočtovej techniky a výber účtovného softvéru. V tomto ohľade je pre účtovníctvo typická kontrola formálnej a vecnej správnosti účtovníctva, napr. kontrola formálnej a vecnej správnosti účtovných dokladov, preskúmanie prípustnosti účtovných prípadov obsiahnutých v účtovných dokladoch, zaúčtovanie všetkých účtovných prípadov, vykonanie inventarizácie, kontrola súladu analytickej a syntetickej evidencie, pričom predmet kontroly vecnej správnosti účtovníctva je natoľko široký, že vymedziť ho vyčerpávajúco je mimoriadne náročné. Účtovníctvo plní svoju úlohu i pri kontrole zásobovacích, výrobných i odbytových procesov účtovnej jednotky, nakoľko poskytuje informácie pre také účely, akými sú napr. kontrola hospodárnosti a efektívnosti, kontrola dodržiavania finančnej disciplíny (tvorba a rozdelenie zisku, limit cestovných výdavkov, výdavky na reprezentáciu atď.), či kontrola nakladania s majetkom.

Významný vplyv na preukázateľnosť účtovníctva a prenesene i na dosiahnutie verného a pravdivého obrazu má tiež úroveň automatizácie a digitalizácie účtovnej jednotky. Platí, že väčšie účtovné jednotky využívajú automatizáciu v komplexnom rozsahu, zatiaľ čo menšie účtovné jednotky využívajú iba istú mieru automatizácie, nakoľko pri rozhodovaní o tom, ktoré procesy automatizovať, berú do úvahy pomer medzi nákladmi na automatizáciu a benefitmi, ktoré automatizácia ich spoločnosti prináša. Podľa Blahušiakovej (2022) využívanie technológií v podnikových procesoch vedie k menšej chybovosti, vyššej efektívnosti, úspore nákladov, k zrýchleniu pravidelne sa opakujúcich činností, k znižovaniu pracovnej záťaže zamestnancov, zvyšovaniu produktivity, konkurencieschopnosti účtovných jednotiek a pod.. Na druhej strane si automatizácia podnikových procesov vyžaduje vynaloženie dodatočných nákladov súvisiacich s obstaraním potrebných technológií, licencií, autorizovaných prístupov, ako aj poplatkov súvisiacich so správou firemných dát tretími stranami, či ochranou pred kybernetickými útokmi. V tejto súvislosti do popredia vystupujú i problémy súvisiace s výpadkami energie, či internetu, ktorých dôsledkom je nedostupnosť firemných dát. Aktuálne zákon o účtovníctve od 1. 1. 2022 ponúka úplne nové možnosti ako pracovať s účtovníctvom vo vzťahu k vnútorným procesom v účtovnej jednotke, ale aj vo vzťahu k Finančnej správe SR i daňovým úradom. Účtovníctvo môže byť totiž bezpapierové. Fyzické dokumenty sa od nového roka nemusia archivovať, účtovným jednotkám odpadá starosť, aby sa nezničili, nepoškodili či nestratili. Digitalizáciou účtovníctva sa odstráni aj častý problém s dohľadávaním dokumentov. Výhodou elektronizácie je aj efektívna kontrola duplicit. V kontexte s digitalizáciou účtovníctva je často diskutovanou aj otázka bezpečnosti účtovných dokumentov, preto prioritou výrobcov softvérov je, aby dáta účtovných jednotiek boli v maximálnom bezpečí. Všetky dokumenty sú nahrané v centrálnom systéme, kde schvaľovanie prebehne automatizovane na základe stanovených pravidiel. Je dôležité zabezpečiť, aby k účtovným záznamom nemal prístup ktokoľvek v účtovnej jednotke. Nastavením práv je potrebné zabezpečiť, že účtovné záznamy uvidia len povolané osoby. Vo vzťahu k vernému a pravdivému obrazu je kľúčové dosiahnuť zaznamenanie všetkých akcií,

ktoré sa na danom účtovnom zázname udiali, od vloženia, otvorenia, schvaľovania až po archiváciu. Od okamihu vyhotovenia účtovného záznamu, v priebehu jeho nožnej transformácie, prijatia, odoslania, sprístupnenia až do konca lehoty ustanovenej na uchovávanie účtovného záznamu je účtovná jednotka povinná zabezpečiť také požiadavky na účtovný záznam ako vierohodnosť jeho pôvodu, neporušenosť obsahu a čitateľnosť účtovného záznamu.

Okrem účtovnej závierky je významným článkom v systéme zabezpečenia verného a pravdivého obrazu o finančnej situácii a výkonnosti účtovnej jednotky, ako aj sprostredkovania tohto obrazu používateľom výročná správa. Výročná správa vytvára priestor pre poskytnutie dodatočných zverejňovaných informácií a v zmysle zákona o účtovníctve obsahuje napr. informácie o vývoji účtovnej jednotky, o stave, v ktorom sa nachádza, o významných rizikách a neistotách, ktorým účtovná jednotka čelí, a ktorých znalosť je spolu so znalosťou o prístupe k riadeniu účtovnej jednotky pre používateľa účtovných informácií podmienkou správneho úsudku o očakávanej finančnej situácii a výkonnosti účtovnej jednotky, ďalej obsahuje dôležité finančné a nefinančné ukazovatele nevyhnutné na pochopenie minulého a očakávaného vývoja účtovnej jednotky. Závažnosť tohto dokumentu je taxatívne zdôraznená i v zákone o účtovníctve, podľa ktorého sa zásada verného a pravdivého obrazu vzťahuje aj na výročnú správu. Súlad výročnej správy s účtovnou závierkou musí byť overený audítorom.

3 Legislatívne požiadavky ovplyvňujúce verný a pravdivý obraz v účtovníctve

Kľúčovým faktorom, ktorý má bezprostredný vplyv na to, ako bude realita o účtovnej jednotke zobrazená v účtovníctve a prezentovaná v účtovnej závierke, sú účtovné predpisy platné v tej ktorej krajine. Zákon o účtovníctve zásadu verného a pravdivého obrazu vzťahuje tak na účtovnú závierku, ako aj na účtovníctvo. Požiadavky na vedenie účtovníctva sú formulované ako povinnosť viesť účtovníctvo správne, úplne, preukázateľne, zrozumiteľne a spôsobom zaručujúcim trvalosť účtovných záznamov. Tieto požiadavky súvisia s takými metodickými prostriedkami účtovníctva ako sú dokladovosť, účet a účtovný zápis, inventarizácia, účtovná závierka a archivácia účtovnej dokumentácie. Na dosiahnutie správneho aplikovania metodických prostriedkov je ich používanie rozpracované v právnej úprave účtovníctva. Na druhej strane tieto požiadavky nijako nesúvisia s vecným obsahom účtovných informácií. Na konkrétnu, vecnú oblasť postupov účtovania a zostavovania účtovnej závierky sa zameriavajú všeobecne uznávané účtovné zásady. Tie určujú pravidlá pre identifikáciu, oceňovanie a vykazovanie základných zložiek účtovnej závierky. Každá krajina má svoje vlastné účtovné predpisy obsahujúce pravidlá pre identifikáciu, oceňovanie a vykazovanie základných zložiek výkazov účtovnej závierky. Zložky výkazov účtovnej závierky sú v účtovných predpisoch jednotlivých krajín rôzne definované, jednotlivé položky majetku a záväzkov sú rôzne oceňované i rôzne vykazované. Preto, ak by tá istá účtovná jednotka s rovnakými transakciami v priebehu účtovného obdobia zostavovala účtovnú závierku podľa rôznych účtovných predpisov, zobrazenie majetku, záväzkov, vlastného imania, nákladov či výnosov by sa líšilo v závislosti od použitých účtovných predpisov.

Pri vedení účtovníctva a zostavovaní účtovnej závierky je potrebné dodržiavať všeobecne uznávané účtovné zásady, ktoré sa zameriavajú na vecnú oblasť postupov účtovania a zostavovania účtovnej závierky. V tejto súvislosti pre vedenie účtovníctva i zostavenie účtovnej závierky kľúčovými zásadami sú predpoklad nepretržitého pokračovania v činnosti a akruálny princíp.

Viesť účtovníctvo a zostavovať účtovnú závierku má zmysel len v prípade, ak predpokladáme nepretržitú dobu trvania účtovnej jednotky. Dôsledky tohto predpokladu sú spojené najmä s neistotou a rizikom, ktoré so sebou budúcnosť nevyhnutne prináša. Neistota, riziko a tiež snaha o budúcu prosperitu majú viesť účtovnú jednotku k opatrnému vykazovaniu majetku, záväzkov i výsledku hospodárenia, na čo slúžia predovšetkým pravidlá pre

oceňovanie a vykazovanie majetku a záväzkov. Uplatnenie predpokladu nepretržitého pokračovania ovplyvní rozsah i obsah položiek vykazovaných v účtovnej závierke. V prípade, že účtovná jednotka nebude naďalej pokračovať v svojej činnosti nemá zmysel vytvárať rezervy na budúce výdavky, znižovať výsledok hospodárenia o straty očakávané v budúcnosti, časovo rozlišovať výnosy a náklady. Ďalším dôsledkom prijatia predpokladu nepretržitosti v činnosti a teda perspektívy pokračovať v činnosti účtovnej jednotky je skutočnosť, že používateľov informácií z účtovnej závierky zaujíma nielen aktuálna finančná situácia a výkonnosť účtovnej jednotky, ale aj jej schopnosť získať zo súčasného majetkového potenciálu budúci ekonomický úžitok. Kovanicová (2005) uvádza, že potreba uspokojiť tento záujem vedie k tomu, že napr. súvaha vyjadruje stav majetku, záväzkov a vlastného imania k súvahovému dňu, ale s pohľadom upretým do budúcnosti. To je dôvod, prečo hľadisko zvýšenia či zníženia ekonomického úžitku je zakomponované aj v definíciách majetku, záväzkov, nákladov i výnosov. To ako sú v slovenskej účtovnej legislatíve tieto základné pojmy definované, je kľúčové pre identifikáciu a následné vykazovanie základných zložiek účtovnej závierky. Pri definovaní majetku a záväzkov zákon o účtovníctve využíva aj pojmy ako napr. je takmer isté, je pravdepodobné, spoľahlivé ocenenie, ktoré už definované nie sú, stotožňujeme si ich však s významom, aký majú v IFRS, pretože IFRS boli inšpiráciou pri tvorbe týchto definícií. Z hľadiska dosiahnutia verného a pravdivého obrazu v oblasti majetku je zaujímavé, že podmienkou pre účtovanie o majetku nie je vlastnícke právo k majetku, čo je prejavom aplikovania zásady ekonomickej podstaty nad právnu formou, ktorá je vlastná pre IFRS a v slovenskej účtovnej legislatíve sa uplatňuje skôr výnimočne (Farkaš, 2020). Položky, ktoré vyhovujú definíciám základných zložiek účtovnej závierky sa v účtovníctve zachytávajú a vykazujú v účtovnej závierke v štruktúre, ktorá nadväzuje na sústavu účtovníctva používanú v účtovnej jednotke. V súčasnosti rozlišujeme sústavu podvojného a sústavu jednoduchého účtovníctva, ktoré sa líšia najmä v primárnom zameraní a využívaní účtovných informácií, v účtovnej metodike, v účtovných knihách, v obsahu a štruktúre účtovnej závierky, v spôsobe zisťovania výsledku hospodárenia, vo vnútorných kontrolných väzbách a kontrolných možnostiach (Baštincová, 2014). Všetky tieto rozdiely prirodzene vplývajú na kvalitu verného a pravdivého obrazu o skutočnostiach, ktoré sú predmetom účtovníctva v danej sústave účtovníctva. V sústave podvojného účtovníctva sa dôsledne aplikuje aktuálny princíp, čo znamená, že náklady a výnosy účtuje účtovná jednotka v tom účtovnom období, v ktorom vznikli, bez ohľadu na deň ich úhrady, inkasa alebo na deň vyrovnania iným spôsobom. Príjmy a výdavky účtuje účtovná jednotka vždy v tom účtovnom období, v ktorom dôjde k ich inkasu alebo úhrade. Zároveň to znamená, že v účtovníctve založenom na aktuálnom princípe sa účtujú a vykazujú nároky získať peňažné prostriedky a povinnosti zaplatiť peňažné prostriedky v podobe pohľadávok a záväzkov najrôznejšieho druhu. Účtovná závierka zostavená na aktuálnom princípe tak podáva informácie nielen o transakciách, ktoré nastali v minulosti a spôsobili príjem či výdavok peňažných prostriedkov, ale aj o transakciách, ktoré ešte len príjem či výdavok v budúcnosti spôsobia. Transakcie, ktoré ovplyvňujú výsledok hospodárenia daného účtovného obdobia, musia časovo a vecne s týmto účtovným obdobím súvisieť, je teda nutné ich vo vzťahu k účtovnému obdobiu časovo a vecne rozlišovať. V podvojnóm účtovníctve, ktoré rešpektuje aktuálny princíp, potom rozdiel výnosov a nákladov predstavuje reálny výsledok hospodárenia, pretože zobrazuje všetky aktivity uskutočnené v danom účtovnom období vrátane ich ekonomických dôsledkov. Naproti tomu v sústave jednoduchého účtovníctva, ktoré nerešpektuje aktuálny princíp, výsledok hospodárenia ako rozdiel medzi príjmami a výdavkami nepredstavuje reálny výsledok hospodárenia z podnikateľskej činnosti účtovnej jednotky, pretože nie je obrazom všetkých aktivít zrealizovaných v účtovnej jednotke v príslušnom účtovnom období, ale iba tých, ktoré spôsobili príjem alebo výdavok peňažných prostriedkov. Pre sústavu jednoduchého účtovníctva je typické, že sleduje len príjmy a výdavky, bez zohľadnenia ich vecnej a časovej súvislosti so sledovaným účtovným obdobím,

je predovšetkým daňovo orientované, čo sa prejavuje tak, že primárne je zamerané na zistenie základu dane z príjmov a až následne na získanie pravdivých informácií potrebných pre účtovnú jednotku v súvislosti s riadením a rozhodovaním o jednotlivých transakciách v rámci podnikateľskej činnosti (Baštincová, 2014). Už pri vedení bežného účtovníctva v sústave jednoduchého účtovníctva treba dodržiavať príslušné ustanovenia nielen účtovnej, ale aj daňovej legislatívy. Výsledok hospodárenia je vo väčšine prípadov súčasne aj základom dane z príjmov, nakoľko sústava jednoduchého účtovníctva je podriadená zákonu o dani z príjmov, preto ju aj považujeme za typické daňové účtovníctvo. V súvislosti s výsledkom hospodárenia zisteným na báze rozdielu medzi príjmami a výdavkami je dôležité poznamenať, že napriek neschopnosti komplexne zobrazit' aktivity účtovnej jednotky, je rozdiel medzi príjmami a výdavkami dôležitým ukazovateľom schopnosti účtovnej jednotky generovať peňažné prostriedky zo svojej činnosti. Podľa Kovanicovej (2005) je to aj dôvod, prečo sú dva najdôležitejšie výkazy zostavené na základe akruálneho princípu doplnené o výkaz peňažných tokov (podľa IFRS i US GAAP je to samostatný výkaz, v Slovenskej republike je to prehľad peňažných tokov zostavovaný v rámci poznámok veľkých účtovných jednotiek a subjektov verejného záujmu). Čo sa týka prezentovania informácií o výkonnosti účtovnej jednotky a záujmu čo najkomplexnejšie zobrazit' verný a pravdivý obraz o výkonnosti účtovnej jednotky tak napríklad podľa IFRS i US GAAP sa prezentuje celkový komplexný výsledok, ktorý sa skladá zo všetkých položiek výsledku hospodárenia a tiež ostatných súčastí komplexného výsledku, ktoré obsahujú položky výnosov a nákladov (vrátane reklasifikačných úprav), ktoré nie sú vykazované výsledkovo, ale súvahovo v rámci vlastného imania. Niektorí používatelia informácií z účtovnej závierky totiž považujú zisky a straty vykazované vo vlastnom imaní za súčasť ukazovateľa finančnej výkonnosti účtovnej jednotky. Z toho vznikla aj požiadavka na širšie chápanie finančnej výkonnosti, ktorá okrem výsledku hospodárenia uvádzaného vo výkaze ziskov a strát zohľadňuje aj tie zisky a straty, ktoré sa v danom účtovnom období účtovali súvahovo prostredníctvom položiek vlastného imania.

Ako sme už uvádzali vyššie, dôležitým kritériom pri definovaní základných zložiek účtovných výkazov podľa platnej účtovnej legislatívy, a teda i kritériom pri vytváraní a zabezpečovaní verného a pravdivého obrazu o skutočnostiach, ktoré sú predmetom účtovníctva, je spoľahlivosť ich ocenenia. Užitočnosť informácií obsiahnutých v účtovných závierkach priamo závisí od spôsobu oceňovania tých položiek, ktoré sú predmetom vykazovania. Od zvoleného spôsobu oceňovania jednotlivých položiek majetku a záväzkov závisí vypovedacia schopnosť prakticky všetkých základných veličín zisťovaných v účtovníctve. Spôsob oceňovania ovplyvňuje kvalitu a úroveň finančnej analýzy danej účtovnej jednotky. Znalosť oceňovania je dôležitá i pri výkone auditu účtovných závierok v súvislosti so zisťovaním, či nedošlo k rozdeleniu fiktívne vykazaného zisku na úkor zachovania majetkovej podstaty podniku. Nesprávne riešenie oceňovania v účtovníctve má i závažné makroekonomické dôsledky. Podľa Kovanicovej (2005) výskum v tejto oblasti dokázal, že systémy účtovníctva založené na tradičnom princípe oceňovania v historických cenách majú v období rastu cien za následok deformáciu hospodárskych cyklov, resp. niektorých jeho fáz. Nadhodnotenie zisku či podhodnotenie straty typické pre účtovníctvo založené na princípe oceňovania v historických cenách, má v období výraznejšieho rastu cien a inflácie za následok urýchlenie, resp. skrátenie fázy konjunktúry. Naopak nadhodnotenie strát v období recesie a poklesu cien má za následok predĺženie fázy recesie. Najvýznamnejšími faktormi, ktoré výrazne znižujú spoľahlivosť oceňovania v účtovníctve, a teda i informácie účtovníctvom poskytované, sú skutočnosť, že dochádza k zmene cien konkrétnych položiek majetku, ktoré účtovná jednotka používa a tiež, že dochádza k zmene cien v celkovej cenovej hladine v dôsledku zmeny kúpnej sily peňazí. Z uvedených dôvodov problematika oceňovania v rôznych súvislostiach významne ovplyvňuje verný a pravdivý obraz o skutočnostiach, ktoré sú predmetom účtovníctva a zároveň predstavuje oblasť, ktorá je na všetkých úrovniach

regulácie účtovníctva pomerne rozsiahlo a prísne upravená. Pri účtovaní sa využíva predpoklad, že peňažná jednotka má stálu kúpnu silu, a teda že jav ako inflácia neexistuje. Peňažná jednotka však na rozdiel od naturálnych jednotiek nezostáva stála, jej kúpna sila sa mení, čoho sme napokon aj v súčasnosti priamymi účastníkmi, keď inflácia v Slovenskej republike je momentálne najvyššia od roku 2000, za mesiac september 2022 stúpila na 14 %. V dobe inflácie, ako sme už naznačili vyššie, schopnosť merania peňažnou jednotkou v priebehu určitej doby kolíše a oceňovanie sa stáva menej spoľahlivým. S touto skutočnosťou sa účtovníctvo vyrovnáva úpravou ocenenia pri zostavovaní účtovnej závierky za účelom zmerania dopadu inflácie na účtovné jednotky, avšak z väčšej časti takto upravená účtovná závierka nespĺňa požiadavku relevantnosti a interpretovateľnosti. Slovenská právna úprava účtovníctva nerieši problém inflácie špecificky. V rámci nadnárodnej právnej úpravy existuje IAS 29 Vykazovanie v hyperinflačných ekonomikách, ktorý majú aplikovať spoločnosti pôsobiace v hyperinflačných ekonomikách. Informácia o výške majetku či už v brutto alebo netto výške (ale aj výška čistého obratu) je dôležitá napr. pri zatriedovaní účtovných jednotiek do veľkostnej skupiny, pri rozhodovaní, či účtovná jednotka bude svoju individuálnu účtovnú závierku zostavovať podľa IFRS v znení prijatom EÚ, pri posudzovaní povinnosti mať individuálnu účtovnú závierku overenú audítorom, pri uplatnení oslobodenia z povinnosti zostavovať konsolidovanú účtovnú závierku z dôvodu neprekročenia veľkostných kritérií i pre stanovenie výšky pokuty za správny delikt uloženej daňovým úradom.

V súčasnosti je účtovníctvo v Slovenskej republike založené na zásade oceňovania v historických nákladoch. Výhodou oceňovania v historických nákladoch je, že sa dajú spoľahlivo zistiť a ľahko overiť, sú preukázateľné na základe účtovných dokladov, podľa ktorých sa ceny majetku a záväzkov stanovili pri prvotnom ocenení. Oceňovanie je proces spojený s priradovaním peňažnej sumy príslušnej položke majetku alebo záväzkov a súvisí s výberom vhodnej oceňovacej veličiny ku dňu ocenenia. Dňom ocenenia je deň uskutočnenia účtovného prípadu, ktorým je deň prírastku alebo úbytku majetku a záväzkov a deň, ku ktorému sa zostavuje účtovná závierka. Majetok a záväzky sa ku dňu uskutočnenia účtovného prípadu oceňujú v závislosti od spôsobu nadobudnutia či vzniku obstarávacou cenou, vlastnými nákladmi, menovitou hodnotou a reálnou hodnotou. Pri ocenení úbytku majetku alebo záväzkov sa používa rovnaká oceňovacia veličina, aká sa použila pri ich prvotnom ocenení. V určitých prípadoch, ak je to v súlade s požiadavkou verného a pravdivého zobrazenia, možno použiť modifikáciu tohto ocenenia pri úbytku majetku, ktorým je virtuálna mena, rovnaký druh zásob vedený na sklade, rovnaký druh cenných papierov vedený v portfóliu účtovnej jednotky či rovnaká cudzia mena v hotovosti alebo na devízovom účte, keď sa na ocenenie úbytku majetku použije cena zistená váženým aritmetickým priemerom alebo metódou FIFO. Aplikácia alternatívneho ocenenia pri úbytku majetku môže mať v období rastu obstarávacích nákladov pozitívny vplyv na správne hodnotenie finančnej situácie k súvahovému dňu, pretože dochádza k správnejšiemu oceneniu majetku v súvahe, no na druhej strane sa môže dostať do rozporu s požiadavkou na verné a pravdivé zobrazenie nákladov kvôli výraznému podhodnoteniu nákladov a nadhodnoteniu výsledku hospodárenia vo výkaze ziskov a strát.

Na druhej strane sa často stáva, že historické náklady už ku dňu, ku ktorému sa zostavuje účtovná závierka, nie sú relevantné. V tomto smere má najmä pri zostavovaní účtovnej závierky dominantný vplyv aplikácia zásady opatrnosti, ktorá vyplýva z uplatnenia predpokladu nepretržitého pokračovania v činnosti. Aplikácia zásady opatrnosti znamená taký prístup k odhadom vykonávaným v neistých podmienkach, pri ktorom sa majetok a výnosy nenadhodnocujú a záväzky a náklady sa nepodhodnocujú. Neistota a riziko majú viesť účtovnú jednotku k opatrnému vykazovaniu majetku, záväzkov i výsledku hospodárenia, na čo slúžia predovšetkým pravidlá pre oceňovanie a vykazovanie majetku a záväzkov. V mnohých prípadoch musíme pri oceňovaní položiek majetku a záväzkov uplatniť odhad. Používanie primeraných odhadov je neoddeliteľnou súčasťou prípravy a zostavovania účtovnej závierky,

a preto sa nechápe ako ohrozenie spoľahlivosti. Z uplatnenia zásady opatrnosti vyplýva, že očakávané, ale neisté výnosy sa neúčtujú a v účtovnej závierke nevykazujú. Účtujú sa len vtedy, keď sú realizované. Tento prístup sa označuje ako realizačný princíp. V praxi však dochádza k jeho nerešpektovaniu napr. v prípade kurzového zisku z prepočtu majetku a záväzkov v cudzej mene ku dňu, ku ktorému sa zostavuje účtovná závierka, v prípade zisku vykazaného podľa metódy stupňa dokončenia zákazky, zisku súvisiaceho s odloženou daňovou pohľadávkou i účtovania a vykazovania rozdielu z precenenia majetku a záväzkov na reálnu hodnotu v tých prípadoch, keď sa vyказuje ako súčasť výsledku hospodárenia (Farkaš, 2020). Na druhej strane musia byť v účtovnej závierke zohľadnené všetky predpokladané riziká a predpokladané straty. Prístup, keď sa iným spôsobom pristupuje k nerealizovaným ziskom a iným spôsobom k nerealizovaným stratám, sa v odbornej literatúre nazýva imparitný princíp. Pojmy realizačný princíp ani imparitný princíp sa v slovenskej účtovnej legislatíve nenachádzajú, ale ustanovenia zodpovedajúce aplikovaniu týchto princípov sa nachádzajú tak v zákone o účtovníctve ako aj v postupoch účtovania pre podnikateľov. Nástrojom na uplatnenie zásady opatrnosti v oblasti majetku je najmä úprava ocenenia formou opravných položiek a odpisov a v oblasti záväzkov najmä účtovanie a vykazovanie rezerv. Aplikáciu zásady opatrnosti rovnako vidíme i v oblasti poskytovania informácií, o ktorých sa síce neúčtuje, pretože nespĺňajú podmienky na zaúčtovanie, ale uvádzajú sa v poznámkach účtovnej závierky. Zásada opatrnosti je vyjadrená i v ustanoveniach o čistej realizačnej hodnote, ktorými sa v slovenskej účtovnej legislatíve aplikuje princíp nižšej ceny. Podľa neho sa majetok vykáže v súvahe v ocenení nižšou z cien, ktorú pri danom druhu majetku umožňuje účtovná legislatíva použiť. V rozpore so všeobecne uznávanou zásadou opatrnosti do istej miery vyznieva oceňovanie reálnou hodnotou. Deje sa tak z dôvodu zrealnenia ocenenia a s cieľom poskytnúť používateľom informácií z účtovnej závierky relevantnejšie informácie ku dňu, ku ktorému sa zostavuje účtovná závierka. Ku dňu, ku ktorému sa zostavuje účtovná závierka je reálnou hodnotou možné oceniť len určité presne vymedzené položky majetku a záväzkov, najmä cenné papiere a podiely, deriváty, majetok a záväzky v obchodných spoločnostiach alebo družstvách zanikajúcich bez likvidácie. Pri ocenení majetku reálnou hodnotou sa účtovná hodnota majetku mení smerom nahor i nadol. Pri aplikovaní zásady opatrnosti sa ocenenie majetku môže upravovať len smerom nadol, nikdy nie nahor; spätné zvýšenie ocenenia majetku je možné len do výšky pôvodného ocenenia. Podľa slovenskej účtovnej legislatívy nie je možné preceňovať napr. dlhodobý hmotný majetok, čo by malo význam najmä v období inflácie, keď sa hodnota majetku na trhu zvyšuje. Zvýšenie hodnoty dlhodobého hmotného majetku v účtovníctve na úroveň jeho hodnoty na trhu (so súčasným zvýšením nejakej položky vo vlastnom imaní) by umožnilo uskutočňovať odpisy tohoto majetku v takých sumách, ktoré sú potrebné na zabezpečenie reprodukcie tohto majetku a zároveň zabránia erózii vlastného kapitálu. V časoch, keď inflácia nie je zanedbateľná, by precenenie dlhodobého hmotného majetku významne prispelo k vernému a pravdivému obrazu o finančnej situácii i výkonnosti účtovnej jednotky. Nakoľko však slovenské účtovné predpisy nepripúšťajú precenenie dlhodobého hmotného majetku, zostáva dlhodobý hmotný majetok v účtovníctve podhodnotený a ani odpisy vyčíslené z historických nákladov nemôžu plniť svoju základnú funkciu, ktorou je zabezpečenie jednoduchej reprodukcie tohto majetku. To je i dôvod, prečo IFRS pripúšťajú, aby sa ocenenie takéhoto majetku zvýšilo. Zákon o účtovníctve umožňuje účtovným jednotkám oceňovať akcie a podiely v dcérskej účtovnej jednotke alebo v účtovnej jednotke s podielovou účasťou metódou vlastného imania. Pri použití metódy vlastného imania sa hodnota akcií a podielov porovnáva s hodnotou zodpovedajúcou miere účasti na vlastnom imaní v dcérskej účtovnej jednotke a v účtovnej jednotke s podielovou účasťou a hodnota akcií a podielov sa upraví na hodnotu zodpovedajúcu miere účasti na vlastnom imaní v dcérskej účtovnej jednotke a v účtovnej jednotke s podielovou účasťou. Platí, že hodnota finančnej investície nemôže byť

záporná, hoci by bol jej zodpovedajúci podiel na vlastnom imaní inej účtovnej jednotky záporný, v tomto prípade sa podiel na základnom imaní ocení nulou.

Podľa zákona o účtovníctve sa účtovné jednotky delia do troch veľkostných skupín, a to na mikro účtovné jednotky, malé účtovné jednotky a veľké účtovné jednotky. Všetky tri veľkostné skupiny podnikateľských účtovných jednotiek vrátane subjektov verejného záujmu účtujú podľa jednotného opatrenia MF SR, ktorým sa ustanovujú postupy účtovania pre podnikateľov. Pre mikro účtovné jednotky sú v postupoch účtovania pre podnikateľov prijaté určité zjednodušenia ohľadom účtovania o derivátoch, oceňovania majetku a záväzkov reálnou hodnotou, neúčtovania o odloženej dani z príjmov či neúčtovania časového rozlíšenia nákladov a výnosov nevýznamného a stále sa opakujúceho účtovného prípadu. Pre zostavenie účtovnej závierky má už každá veľkostná skupina účtovných jednotiek vydané samostatné opatrenie MF SR, pričom platí, že najmenšie požiadavky na rozsah a obsah má účtovná závierka pre mikro účtovné jednotky (napr. majetok sa v súvahe vykazuje len v netto hodnote, v súvahe i vo výkaze ziskov a strát sa vykazujú kumulované údaje, výkaz ziskov a strát má výrazne jednoduchšiu vertikálnu štruktúru a nevykazuje sa v ňom ukazovateľ čistý obrat), väčšie požiadavky jestvujú pre zostavenie účtovnej závierky malých účtovných jednotiek a najväčšie požiadavky sú pochopiteľne pre zostavenie veľkých účtovných jednotiek a subjektov verejného záujmu (napr. oproti mikro a malým účtovným jednotkám zostavujú v rámci poznámok prehľad o pohybe vlastného imania a prehľad peňažných tokov, dokonca na rozdiel od mikro a malých účtovných jednotiek má veľká účtovná jednotka vo svojich poznámkach uviesť ďalšie informácie vždy, ak sú potrebné na zabezpečenie súladu s požiadavkou, aby účtovná závierka poskytovala verný obraz o majetku, záväzkoch, finančnej situácii a výsledku hospodárenia účtovnej jednotky, čo z hľadiska dosiahnutia a zabezpečenia verného a pravdivého obrazu považujeme za kľúčové). Z uvedeného je zrejmé, že náročnosť a rozsah legislatívnych požiadaviek na účtovníctvo rastie úmerne s veľkosťou, a teda aj významom účtovnej jednotky, čo je prirodzené. V tejto súvislosti je však zaujímavé, že nech sú legislatívne nároky na vedenie účtovníctva a zostavenie účtovnej závierky akékoľvek, v prípade, že sú splnené, je splnená aj požiadavka, že účtovná jednotka účtuje tak, aby účtovná závierka poskytovala verný a pravdivý obraz o skutočnostiach, ktoré sú predmetom účtovníctva, a o finančnej situácii účtovnej závierky a to napriek tomu, že napr. mikro účtovná jednotka obsahuje len časť z informácií požadovaných pre veľkú účtovnú jednotku či pre subjekt verejného záujmu (Farkaš, 2020).

Pre hodnotenie trendov vo finančnej situácii a finančnej výkonnosti používateľmi i zabezpečenie porovnateľnosti informácií v účtovnej závierke je dôležité zachovanie kontinuity v používaní účtovných metód a účtovných zásad. Zásada kontinuity v používaní účtovných zásad a účtovných metód sa prejavuje jednak v používaní rovnakých spôsobov oceňovania a postupov účtovania počas celého účtovného obdobia a tiež v dvoch po sebe nasledujúcich účtovných obdobiach a jednak v prezentovaní informácií v účtovnej závierke rovnakým spôsobom v každom účtovnom období. Zákon o účtovníctve ukladá účtovnej jednotke povinnosť používať v jednom účtovnom období rovnaké účtovné metódy a účtovné zásady; ak účtovná jednotka zmení doterajšie účtovné zásady a účtovné metódy v priebehu účtovného obdobia, nové účtovné zásady a účtovné metódy musí používať od prvého dňa tohto účtovného obdobia. O zmene účtovných zásad a účtovných metód je účtovná jednotka povinná informovať v účtovnej závierke v poznámkach, úpravy údajov za predchádzajúce účtovné obdobie sa nevyžadujú. Ak účtovná jednotka zistí, že účtovné zásady a účtovné metódy použité v účtovnom období sú nezlučiteľné s požiadavkou verného a pravdivého zobrazenia skutočností, je povinná zostaviť účtovnú závierku tak, aby poskytla verný a pravdivý obraz skutočností. O tom je účtovná jednotka povinná informovať v účtovnej závierke v poznámkach.

Podľa zákona o účtovníctve informácie v účtovnej závierke musia byť pre používateľa užitočné, posudzujú sa z hľadiska ich významnosti a musia byť zrozumiteľné, porovnateľné a spoľahlivé. Informácia sa považuje za významnú, ak by jej neuvedenie v účtovnej závierke

alebo jej chybné uvedenie v účtovnej závierke mohlo ovplyvniť úsudok alebo rozhodovanie používateľa. Významnosť nie je vymedzená pomocou kvantitatívnych kritérií, ale iba všeobecne. Hľadisko významnosti sa uplatňuje najmä pri zostavovaní poznámok veľkých účtovných jednotiek a subjektov verejného záujmu. S požiadavkou na významnosť, ktorá sa podľa zákona o účtovníctve týka účtovnej závierky, sa však môžeme stretnúť i v postupoch účtovania, napr. v súvislosti s významnými opravami chýb minulých účtovných období; významným dodatočným vyrubením dane z príjmov či významným nárokom na vrátenie dane z príjmov za predchádzajúce roky; alebo aj v oblasti neúčtovania časového rozlíšenia nákladov a výnosov nevýznamného a stále sa opakujúceho účtovného prípadu v mikro účtovnej jednotke medzi dvoma účtovnými obdobiami, pričom nejde o účtovný prípad týkajúci sa účtovania dotácií a emisných kvót; vo veľkých a malých účtovných jednotkách nie je zase potrebné časovo rozlišovať náklady a výnosy, ak ide o nevýznamný a stále sa opakujúci účtovný prípad týkajúci sa časového rozlíšenia nákladov a výnosov posledného a prvého mesiaca účtovného obdobia. Kritérium významnosti môžeme uplatniť i pri oslobodení od povinnosti zostaviť konsolidovanú účtovnú závierku v prípade, ak zostavením len individuálnej účtovnej závierky materskej účtovnej jednotky sa významne neovplyvní úsudok o finančnej situácii, nákladoch, výnosoch a výsledku hospodárenia za konsolidovaný celok. Požiadavka významnosti je kľúčová i pri realizácii auditu účtovných závierok. Informácie v účtovnej závierke sú zrozumiteľné, ak umožňujú jednotlivo aj v súvislostiach spoľahlivo a jednoznačne určiť obsah účtovných prípadov v nadväznosti na použité účtovné zásady a účtovné metódy a obsah účtovných záznamov v nadväznosti na použité podoby účtovných záznamov. Informácie nemôžu byť vylúčené iba z dôvodu, že sú nezrozumiteľné pre používateľa. Predpokladá sa pritom, že používateľ má určité všeobecné vedomosti o účtovnej závierke i o súvislostiach medzi informáciami, ktoré sú obsahom účtovnej závierky. Informácie sú porovnateľné, ak sa v účtovných obdobiach používajú rovnaké účtovné zásady a účtovné metódy, pričom účtovná jednotka je povinná použiť účtovné metódy a účtovné zásady spôsobom, ktorý vychádza z predpokladu nepretržitosti v činnosti. V prípade, ak predpoklad nepretržitosti v činnosti nie je splnený, je účtovná jednotka povinná použiť tomu zodpovedajúci spôsob účtovania a uviesť informáciu o použitom spôsobe v účtovnej závierke v poznámkach. Informácie v účtovnej závierke sú spoľahlivé, ak účtovná jednotka účtuje tak, aby jej účtovná závierka poskytovala verný a pravdivý obraz o skutočnostiach, ktoré sú predmetom účtovníctva, a o finančnej situácii účtovnej jednotky a ak sú úplné a včasné. Úplnosť informácií v účtovnej závierke sa zabezpečuje s dodržaním významnosti a so zohľadnením nákladov na ich získanie. Informácie v účtovnej závierke sú včasné, ak je splnená požiadavka zostavenia účtovnej závierky najneskôr do šiestich mesiacov od dátumu, ku ktorému sa účtovná závierka zostavuje, ak osobitný predpis neustanovuje inak.

Po zostavení účtovnej závierky nemožno uzavreté účtovné knihy otvárať, s výnimkou keď do schválenia účtovnej závierky možno uzavreté účtovné knihy opäť otvoriť, ak sa tým zabezpečí verný a pravdivý obraz.

4 Zodpovednosť za dosiahnutie a preskúmanie verného a pravdivého obrazu

Podľa zákona o účtovníctve je za vedenie účtovníctva, zostavenie a predloženie účtovnej závierky a za preukázateľnosť účtovníctva zodpovedná účtovná jednotka. Obchodný zákonník bližšie špecifikuje, že v spoločnosti s ručením obmedzeným sú riadne vedenie účtovníctva povinní zabezpečiť konatelia a v akciovej spoločnosti zabezpečuje riadne vedenie účtovníctva predstavenstvo. Za účtovníctvo účtovnej jednotky je teda zodpovedný štatutárny orgán, jeho konkrétny člen, teda manažment podniku, ktorý svoju osobnú zodpovednosť za správnosť údajov obsiahnutých v účtovnej závierke potvrdzuje podpisom na účtovnej závierke. Konečnú zodpovednosť za to, či účtovná závierka poskytuje verný a pravdivý obraz o skutočnostiach, ktoré sú predmetom účtovníctva, a o finančnej situácii účtovnej jednotky však majú majitelia

účtovnej jednotky, pretože schvaľovanie účtovnej závierky patrí do pôsobnosti valného zhromaždenia. Je preto logické, že v prípade tých spoločností, ktoré majú povinnosť mať účtovnú závierku overenú audítorom, audítora schvaľuje valné zhromaždenie, nie štatutárny orgán. Štatutárny orgán predkladá valnému zhromaždeniu dozornou radou preskúmanú účtovnú závierku ako i návrh na rozdelenie zisku alebo usporiadanie straty. Obchodný zákonník predpokladá, že štatutárny orgán vykonáva svoju funkciu s odbornou starostlivosťou. Ekonomické a právne znalosti patria preto medzi nutné predpoklady členov štatutárnych orgánov. Jedným z orgánov, ktorý nesie spoluzodpovednosť za vernosť a pravdivosť informácií obsiahnutých v účtovnej závierke a zohráva kľúčovú úlohu pri vytváraní dôveryhodného výkazníctva účtovnej jednotky, je výbor pre audit. Výbor pre audit plní predovšetkým poradnú funkciu pre štatutárny orgán, sleduje zostavenie účtovnej závierky, usmerňuje prácu interného auditu, sleduje efektívnosť vnútornej kontroly a systémy riadenia rizík v účtovnej jednotke, koordinuje spoluprácu medzi externým a interným audítorom, v prípade zmeny externého audítora pomáha s jeho výberom. Je jedným z orgánov takej účtovnej jednotky, ktorá spĺňa definíciu subjektu verejného záujmu.

Samotnú realizáciu činností spojených s vedením účtovníctva a zostavením účtovnej závierky môžu vykonávať interní zamestnanci alebo môže účtovná jednotka poveriť vedením účtovníctva inú právnickú alebo fyzickú osobu, čím sa však nezbavuje zodpovednosti za vedenie účtovníctva. Vzhľadom na komplexnosť činností spojených s dosiahnutím a preskúmaním verného a pravdivého obrazu zodpovednosť za verný a pravdivý obraz nemôžeme morálne zúžiť len na právne vymedzenú zodpovednosť za vedenie účtovníctva. Dosiahnutie a preskúmanie verného a pravdivého obrazu je výsledkom funkčnej a dlhodobej spolupráce manažérov, vlastníkov, členov dozorných orgánov, kontrolórov, interných audítorov, externých audítorov, súdnych znalcov, odborníkov na oceňovanie, sudcov pri súdnych sporoch súvisiacich s hospodárskou kriminalitou, no najmä samotných účtovníkov, ktorí obraz o účtovnej jednotke počas celého účtovného obdobia vytvárajú. Úskalie jeho dosiahnutia i preskúmania spočíva najmä v uprednostňovaní svojich osobných záujmov nad záujmom verejným. Verný a pravdivý obraz je možné dosiahnuť a preskúmať len pomocou kvalifikovaných a nezávislých odborníkov.

V tejto súvislosti sa ako kľúčová pre dosiahnutie verného a pravdivého obrazu javí úloha etiky, postoja účtovníka, jeho úmysel i úroveň jeho morálneho vedomia. Podľa Hvoždarovej (2007) postoj účtovníka ako kľúčového subjektu, ktorý je závislý od vlastníka a od manažmentu, môže byť v zásade trojakého typu:

- účtovník je plne stotožnený s uplatňovaním všeobecne uznávaných účtovných zásad a každý svoj krok hodnotí, či je v súlade najmä so zásadou verného a pravdivého obrazu o skutočnosti a tento jeho postoj je v súlade s postojom vlastníka a manažmentu;
- účtovník je ochotný využiť legálne možnosti, ktorými v rámci platnej legislatívy dôjde k čiastočnému porušeniu zásady verného a pravdivého obrazu, napr. voľbou spôsobu oceňovania, odpisovej metódy, pri odhadoch najrôznejšieho typu;
- účtovník je ochotný na príkaz manažmentu vytvoriť účtovnú závierku, ktorá bude minimalizovať daňovú povinnosť alebo vylepšiť, alebo naopak zhorši obraz o účtovnej jednotke, čím úmyselne a vedome poruší zásadu verného a pravdivého obrazu.

Podľa nášho názoru uvedenú typológiu účtovníka môžeme rozšíriť i na fyzické či právnické osoby, ktoré účtovníctvo zabezpečujú dodávateľským spôsobom. Hvoždarová (2007) ďalej uvádza, že najväčšiu skupinu tvoria účtovníci druhého typu, ktorí vďaka dôkladnej znalosti právnych predpisov dokážu optimalizovať niektoré ukazovatele v súlade so záujmami vlastníka i manažmentu, a preto sú aj vlastníkmi a manažérmi cenení najviac. Z hľadiska etického kódexu IFAC ich prístup spravidla nie je ani porušením etických princípov, ako sú

bezúhonnosť, objektívnosť, odborná spôsobilosť a náležitá starostlivosť, dôvernosť informácií a profesionálne správanie sa. Miera, do akej je pri tomto prístupe porušený verný a pravdivý obraz, je daná úrovňou legislatívy, ktorá umožňuje korekciu vernosti a pravdivosti a tiež schopnosťou účtovníka aplikovať túto legislatívu v prospech záujmov vlastníkov a manažmentu danej účtovnej jednotky.

Súčasný trend účtovníctva vyžaduje vysoké nároky na schopnosti účtovných profesionálov. Profesionálny účtovník sa v krajinách s vyspelou trhovou ekonomikou chápe ako podnikový ekonóm, ktorý má dostatočné vedomosti nielen v účtovníctve, ale aj v ďalších súvisiacich disciplínach. Najdôležitejšou požiadavkou na profesiu účtovníka je popri vysokej ekonomickej odbornosti, tiež dôsledne dodržiavaná etika, pretože porušenie etických noriem môže mať vážny vplyv na transparentnosť, ako aj na celkovú dôveryhodnosť ekonomického prostredia. To platí pri ochrane záujmov a majetku jednotlivých ekonomických subjektov, ako aj investorov na finančnom trhu.

Profesia účtovníka je v Slovenskej republike historicky veľmi silne poznamenaná plánovaným systémom riadenia ekonomiky, kde sa účtovníctvo vnímalo ako nevýznamný nástroj evidencie majetku v socialistickom vlastníctve, čo sa prenieslo aj do požiadaviek na kvalifikáciu účtovníkov. V rozpore s vysokými nárokmi na kvalitu profesie účtovníka vyznievajú v podstate podceňované legislatívne požiadavky na osoby, ktoré majú záujem poskytovať účtovnícke služby, keď činnosť účtovných poradcov a vedenie účtovníctva patrí aj v súčasnosti do voľných živností, pri ktorých sa preukazovanie odbornej ani inej spôsobilosti nevyžaduje. Riziko odbornej nespôsobilosti a nenáležitej starostlivosti hrozí najmä vtedy, keď účtovná jednotka realizuje povinnosť viesť účtovníctvo dodávateľským spôsobom.

Čiastočne kompenzačne voči nedostatočným legislatívnym požiadavkám na profesiu účtovníka bol v roku 2000 v Slovenskej republike mimo legislatívneho rámca z iniciatívy vtedajšieho Slovenského zväzu účtovníkov a v spolupráci s britskou ACCA implementovaný systém certifikácie účtovníkov, ktorý spĺňa dôležité parametre kvalifikačných požiadaviek na výkon profesie účtovníka (Škultéty, Laučík, 2005). Systém ACCA je zavedený v 170 krajinách sveta, má viac ako 500 000 členov a študentov a považuje sa za prestížnu kvalifikáciu. Absolventi vzdelávacieho programu majú oprávnenie viesť účtovníctvo pre spoločnosti dodávateľským spôsobom alebo v pracovnoprávnom vzťahu. Vzdelávacie štandardy ACCA sú rovnako aplikované i pri výučbe predmetov druhého stupňa študijného programu Účtovníctvo a audítorstvo v študijnom odbore Ekonomia a manažment na Fakulte hospodárskej informatiky Ekonomickej univerzity v Bratislave. V súčasnosti sa v Slovenskej komore certifikovaných účtovníkov na princípe dobrovoľnosti združujú certifikovaní účtovníci. Ich praktické pôsobenie regulujú etické pravidlá formulované v Etickom kódexe účtovných odborníkov podľa odporúčaní IFAC a podľa zvyklostí iných obdobných organizácií v zahraničí. Systém certifikácie a vzdelávania účtovníkov je jednoznačne jedným z dôležitých krokov, ktoré približujú účtovníkov v Slovenskej republike obvyklému štandardu v krajinách EÚ a vytvárajú podmienky na ich uplatnenie na trhu práce v rámci EÚ.

Z objektívnych dôvodov rozhodujúcu úlohu pri interpretácii a preskúmaní verného a pravdivého obrazu o skutočnostiach, ktoré sú predmetom účtovníctva, majú audítori. Logicky majú teda i zodpovednosť za finálnu podobu obrazu, ktorý o sebe účtovná jednotka prostredníctvom zostavenej a zverejnenej účtovnej závierky šíri. Vonkajšia kontrola účtovníctva uskutočňovaná audítormi v podstatnej miere prispieva ku skvalitneniu celého systému účtovníctva vrátane vnútorného kontrolného systému účtovníctva, nakoľko sa vyžaduje, aby externý audítor preveril systém vnútorných kontrol auditovaného podniku a odhadol riziko významných nesprávností v účtovnej závierke, spôsobených či už chybami alebo podvodmi. V procese posudzovania týchto rizík sa audítor musí zamýšľať nad vnútornými kontrolami, relevantnými pre prípravu a vernú prezentáciu účtovnej závierky podniku, s cieľom naplánovať audítorské postupy zodpovedajúce danému prostrediu. Externý

audítora, podobne ako interný audítora je vnímaný aj ako preventívny faktor. Externý audit je zameraný najmä na overovanie účtovnej závierky ako výsledného produktu spracovania účtovných informácií a overovanie súladu účtovnej závierky s výročnou správou. Interný audit hodnotí vnútorné kontrolné systémy a príslušným orgánom účtovnej jednotky a vrcholovému vedeniu poskytuje informácie, analýzy a odporúčania k lepšiemu plneniu ich úloh. Povinnosť overovania účtovnej závierky audítormi je pre vybraný okruh účtovných jednotiek explicitne ustanovená v zákone o účtovníctve, resp. v inom osobitnom predpise. Audítora oznamuje výboru pre audit hlavné závery vyplývajúce z výkonu auditu, najmä o významných nedostatkoch vo vnútornej kontrole účtovnej jednotky vo vzťahu k procesu zostavovania účtovnej závierky. Výsledkom auditu je názor nezávislého audítora, že účtovná závierka a výročná správa účtovnej jednotky neobsahujú významné nesprávnosti a chyby. Je to zásadná odlišnosť od účtovníka, ktorý je spravídla v zamestnaneckom pomere v účtovnej jednotke, a teda je závislý od jej vlastníkov. Účtovník je obmedzený svojou závislosťou od vlastníka i od manažmentu, kým audítora je vo svojom rozhodovaní sa pri výbere etických postojov nezávislý. Názor audítora je preto pre verejnosť zárukou, že sa možno na informácie z účtovnej závierky spoľahnúť. Len pri nepodmienenom názore sa audítora vyjadruje, že účtovná závierka poskytuje pravdivý a verný obraz, pri podmienenom a zápornom názore nie, pri odmietnutí názoru sa audítora k účtovnej závierke nevyjadruje vôbec. Podľa Farkaša (2020) častým, ale nie jediným dôvodom na vyjadrenie iného než nepodmieneného názoru je situácia, keď má audítora iný názor na použitie účtovných zásad a účtovných metód pri zostavení účtovnej závierky než má štatutárny orgán ako orgán zodpovedný za jej zostavenie, napr. že sú vytvorené nedostatočné opravné položky k majetku, nedostatočné rezervy, nesprávne časové rozlíšenie na strane aktív alebo pasív a pod. Ak sa takáto rozdielnosť vyskytne, zvyčajne sa vydiskutuje ešte v priebehu zostavovania účtovnej závierky, a to tak, aby účtovná závierka pravdivý a verný obraz poskytovala. Štatutárny orgán potom predkladá valnému zhromaždeniu na schválenie už účtovnú závierku poskytujúcu verný a pravdivý obraz spolu s nepodmieneným názorom audítora. Audítora vyjadruje svoj názor vo verejnom záujme a kvalita auditu je zárukou bezpečnosti v obchodných vzťahoch i finančných transakciách. Aj preto sú na audítora v porovnaní s účtovníkmi už pri vstupe do profesie kladené vysoké kvalifikačné predpoklady a nadväznú celoživotnú vzdelávanie, samozrejme v spojitosti s uplatňovaním základných etických princípov zakotvených v Etickom kódexe audítora SKAU v súlade s Etickým kódexom IFAC, ako sú bezúhonnosť, objektivita, odborná spôsobilosť a náležitá starostlivosť, dôvernosť informácií a profesionálne správanie sa audítora.

V Slovenskej republike je dodržiavanie účtovných predpisov, a teda i posúdenie či účtovná závierka poskytuje verný a pravdivý obraz zverené daňovým orgánom, ktoré sú za nedodržanie účtovných predpisov oprávnené uložiť účtovnej jednotke sankcie.

Záver

Určenie toho, čo je „verné a pravdivé“ bude vždy závislé od úplného pochopenia celého komplexu skutočností v podnikaní. Význam verného a pravdivého obrazu o skutočnostiach, ktoré sú predmetom účtovníctva zdôrazňuje najmä skutočnosť, že používatelia finančných údajov považujú účtovnú závierku za dôveryhodnú a prakticky jediný spoľahlivý verejnosti dostupný zdroj informácií o stave podniku, na základe ktorého prijímajú svoje rozhodnutia vo vzťahu k účtovnej jednotke. Bez analýzy výstupov z účtovníctva sa neuskutočnia žiadne významné ekonomické rozhodnutia a transakcie. Je prirodzené, že informácie, ktoré majú byť podkladom pre rozhodovanie, majú spĺňať požiadavky kvality ako užitočnosť, významnosť, zrozumiteľnosť, porovnateľnosť, spoľahlivosť, úplnosť, včasnosť. Kvalita účtovných informácií nie je potrebou iba danej účtovnej jednotky, ale všetkých zainteresovaných subjektov. Kvalita účtovných informácií napriek jednoznačnosti požiadaviek, všeobecnej akceptácii i teoretickej rozpracovanosti nie je samozrejmosťou. Aplikáciou všeobecne

uznávaných účtovných zásad v bilančnej politike účtovnej jednotky je možné dosiahnuť tak verný a pravdivý obraz o ekonomickej realite účtovnej jednotky ako je ich vhodnou aplikáciou možné zastierať a prikrášľovať nepriaznivú situáciu, resp. zámerne zhoršovať situáciu účtovnej jednotky. Z hľadiska prevencie pred skreslením je žiaduce najmä posilniť nezávislosť účtovníctva účtovnej jednotky od jej výkonného manažmentu, zefektívniť vnútorný kontrolný systém, konzistentne aplikovať všeobecne uznávané účtovné zásady, sprísniť nadväznosti medzi informáciami prezentovanými vo výkazoch účtovnej závierky a zverejňovanými v poznámkach, na legislatívnej úrovni eliminovať možnosti výberu z viacerých alternatív účtovania, oceňovania a prezentácie pre rovnaké transakcie a tiež vytvoriť právne a podnikateľské prostredie s vysokou úrovňou všeobecnej etiky a morálky. Profesionálna etika v rôznych povolaniach je neoddeliteľnou súčasťou etiky všeobecnej, preto od všeobecnej úrovne etiky je odvodená úroveň etiky v profesii. Pre všetkých zamestnancov účtovnej jednotky oprávnených nariaďovať, schvaľovať a preskúmať hospodárske operácie vrátane najvyššieho vedenia a osôb zodpovedných za spracovanie účtovných informácií na všetkých jeho úrovniach je nevyhnutné stanoviť opatrenia v oblasti profesionálnej etiky a bezúhonnosti, napr. v podobe najrôznejších kódexov, či organizovania školení na uplatňovanie základných etických pravidiel na všetkých úrovniach spoluzodpovednosti za verný a pravdivý obraz. Len samotná, akokoľvek kvalitná legislatíva stanovujúca požiadavky na dosiahnutie a preskúmanie verného a pravdivého obrazu o skutočnostiach, ktoré sú predmetom účtovníctva bez skúseností, odborných schopností, profesionálneho úsudku, nezávislosti, no najmä etického správania sa účtovných profesionálov, manažérov i audítorov, verný a pravdivý obraz zabezpečiť nedokáže.

Literatúra

- [1] Baštinová, A. (2014). *Účtovníctvo a dane fyzických osôb*. 1. vydanie. Bratislava: Wolters Kluwer s.r.o.
- [2] Blahušiaková, M. (2022). Automatizácia a digitalizácia účtovníctva v Slovenskej republike – komparatívna analýza. *Ekonomika a informatika – vedecký časopis FHI EU v Bratislave a SSHI*, 22(1), 5-16.
- [3] Etický kódex audítora SKAU. (2019). [Eticky-kodex-auditora-final-uprava.pdf \(skau.sk\)](#)
- [4] Etický kódex SKCU. (2014). [Eticky_kodex_SKCu.pdf](#)
- [5] Farkaš, R. (2020). *Účtovná závierka obchodných spoločností*. 1. vydanie. Bratislava: Wolters Kluwer SR s.r.o.
- [6] Hvozďarová, J. (2007). Etika ako aktuálny aspekt činnosti účtovníka a audítora. *AIESA - budovanie spoločnosti založenej na vedomostiach: 11. medzinárodná vedecká konferencia*. Bratislava, 2007: Fakulta hospodárskej informatiky EU.
- [7] Kovanicová, D. (2005). *Finanční účetnictví. Světový koncept. IFRS/IAS*. 5. aktualizované vydanie. Praha: Polygon.
- [8] 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.
- [9] Soukupová, B., Šlosárová, A., & Baštinová, A. (2004). *Účtovníctvo*. 2. prepracované vydanie. Bratislava: Edícia ekonómia.
- [10] Škultéty, J., & Laučík, Z. (2005). Certifikácia účtovníkov v Slovenskej republike – nový fenomén pri príprave profesionálnych účtovníkov. *Účtovníctvo, audítorstvo, daňovníctvo*, 05(3), 103-106.
- [11] Zákon č. 431/2002 Z. z. o účtovníctve v znení neskorších predpisov.
- [12] Zákon č. 513/1991 Zb. Obchodný zákonník v znení neskorších predpisov.
- [13] Zákon č. 595/2003 Z. z. o dani z príjmov v znení neskorších predpisov.

Distribučovaný databázový systém na MySQL

Peter Schmidt¹, Pavol Jurík²

Abstrakt

V tomto príspevku sa zameriame na problémy spojené s distribuovanými databázami spoločnosti, ktorá prevádzkuje sieť obchodov a svoju infraštruktúru má postavenú na open-source technológiách. Svoje údaje uchováva a spracováva pomocou databázy MySQL. Jej cieľom je vytvoriť funkčný a spoľahlivý IS so všetkými výhodami distribuovaného databázového systému (DDBS) na platforme MySQL.

Kľúčové slová

MySQL, distribuovaná databáza, replikácia, distribuovaný IS

Abstract

In this paper, we focus on problems associated with distributed databases of a company that operates a network of stores and has built its infrastructure on open-source technologies. It stores and processes its data using a MySQL database. Its goal is to create a functional and reliable IS with all the advantages of a distributed database system (DDBS) on the MySQL platform.

Key words

MySQL, distributed database, replication, distributed IS

JEL classification

L8

1 Úvod

Globalizácia je hlavným trendom začiatku 21. storočia, čomu výrazne napomáhajú informačné technológie, presnejšie povedané, bez masívneho rozvoja IT za posledných 20 rokov by ku globalizácii v tejto miere, akú vidíme dnes, nemohlo dôjsť. Spoločnosti sa rozširujú, vytvárajú pobočky nielen v materskej krajine, ale po celom svete.

Pre mnohé podniky a organizácie, ktoré majú svoje pobočky vo viacerých mestách, štátoch či na rôznych svetadieloch je nevyhnutné, aby mali svoje obchodné údaje k dispozícii v maximálnej možnej miere, pričom dôležitou podmienkou je aj ich bezpečnosť. Veľa spoločností tento problém rieši využívaním cloudových služieb, avšak údaje strategického významu si nechávajú vo vlastnej réžii. Tento krok je pochopiteľný, nakoľko vo viacerých vyspelých štátoch legislatíva nedokáže ochrániť citlivé údaje na cloudoch, ktoré ako jedno z distribuovaných riešení využíva virtualizáciu a zdieľanie hardvéru. Možnosť využívania vlastnej hardvérovej infraštruktúry na geograficky vzdialených miestach s využívaním dostupných riešení bezpečnej komunikácie viedlo viaceru spoločností k vytvoreniu vlastného distribuovaného riešenia.

V tomto príspevku sa zameriame na problémy spojené s distribuovanými databázami spoločnosti, ktorá prevádzkuje sieť obchodov nielen na Slovensku, ale aj v ďalších troch

¹ Ekonomická univerzita, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra aplikovanej informatiky, Dolnozemska cesta 1, 852 35 Bratislava, peter.schmidt@euba.sk

² Ekonomická univerzita, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra aplikovanej informatiky, Dolnozemska cesta 1, 852 35 Bratislava, pavol.jurik@euba.sk

európskych krajinách. Napriek prítomnosti na štyroch regionálnych trhoch nejde o veľkého nadnárodného giganta, nakoľko ich sortiment je špecifický a určený živnostníkom a podnikateľom. V každej krajine má od troch do piatich pobočiek. Ekonomická situácia spoločnosti napriek tomu, že umožňuje veľmi pomalý rast, neumožňuje obrovské investície do distribuovanej informatickej infraštruktúry. Cloudové riešenia sú pre nich vhodné len sčasti a centralizované spracovanie dát sa ukázalo ako náročné a málo flexibilné. Pri centralizovanom spracovaní dochádzalo k spomaleniu práce kvôli preťaženiu serverov a častým výpadkom na miestach s horším internetovým pripojením.

2 Základné pojmy

Distribučovaný systém môžeme definovať nasledovne:

- je systém viacerých autonómnych prvkov, ktoré spolupracujú na dosiahnutí spoločného cieľa. Zo systému sú vylúčené tie siete, v ktorých serverové uzly fungujú bez spoločného účelu (Burns & Wellings, 2009);
- je systém autonómnych výpočtových prvkov, ktoré sa javia používateľovi ako jednotný systém. Táto definícia sa zaoberá dvoma charakteristickými črtami distribuovaných systémov:
 - o ide o súhrn výpočtových prvkov, z ktorých každý môže nezávisle fungovať;
 - o používatelia veria, že pracujú s jednotným systémom. To znamená, že serverové uzly musia medzi sebou nebadane spolupracovať (Steen & Tanenbaum, 2017);
- je systém, v ktorom sú jednotlivé prvky prepojené sieťou. Tieto prvky medzi sebou komunikujú prostredníctvom zasielania údajov a správ. Cieľom distribuovaného systému je spolupráca všetkých serverových uzlov k dosiahnutiu spoločného cieľa;
- pri distribuovaných systémoch je potrebné, aby boli všetky dáta používateľovi k dispozícii aj pri prerušení spojenia, tzn. je vhodné vytvoriť také distribuované systémy, ktoré pri výpadku spojenia vytvoria zálohy odoslaných transakcií. Tieto systémy fungujú prostredníctvom siete VPN (Kultan, Schmidt, & Mukhambetova, 2019).

2.1 Informačné systémy z hľadiska prístupu k údajom môžeme klasifikovať nasledovne:

Centralizované IS:

- predpokladajú vytvorenie jedinej centrálnej databázy na hlavnom serverovom uzle, ku ktorému budú mať prístup ostatní používatelia. Na získanie prístupu k údajom je potrebné sieťové pripojenie. Spoľahlivosť a dostupnosť v systéme je závislá od dostupnosti hlavného serverového uzla, nakoľko výpadok centrálneho serverového uzla spôsobí nefunkčnosť celého systému (Kultan, Schmidt, & Mukhambetova, 2019);
- sú najintuitívnejšie a najjednoduchšie pochopiteľné. Spravidla používajú architektúru klient/server, kde sú klienti pripojení priamo k centrálnemu serveru. Toto je najčastejšie používaný typ systému v mnohých organizáciách, kde klient posiela požiadavku na firemný server a prijíma odpoveď. Keďže celý systém pozostáva z centrálneho uzla a mnohých klientov, všetci klienti sa synchronizujú s globálnymi hodinami centrálneho uzla. Zlyhanie centrálneho uzla spôsobí zlyhanie celého systému. Keď je server vypnutý, neexistuje iná entita na odosielanie požiadaviek či prijímanie odpovedí (Berty Technologies, 2019);
- v centralizovanom systéme sú všetci používatelia pripojení k centrálnemu uzlu. Centrálny uzol ukladá údaje, ku ktorým majú prístup ostatní používatelia, na základe oprávnení. Nesporná výhoda centralizovaného systému je ľahká správa

a údržba. „Upgrade“ sa vykonáva na jednom mieste. Jednoduchšie je aj riešenie zabezpečenia systému.

Decentralizované IS:

- databáza je rozdelená na jednotlivé serverové uzly po častiach. Táto architektúra má niektoré vlastnosti distribuovaného spracovania;
- ide o typ systému, ktorý si získal veľkú obľubu vďaka úspechu blockchainu. Mnoho organizácií sa snaží aplikovať tieto systémy do praxe. Každý uzol robí vlastné rozhodnutie. Konečné správanie systému je súhrn rozhodnutí jednotlivých uzlov. Neexistuje žiadna centrálna entita, ktorá prijíma a odpovedá na žiadosti. Skladá sa z uzlov a sieťového prepojenia. Každý uzol je nezávislý, má rôzne nastavené globálne hodiny. Má viac ako jednu centrálnu jednotku, ktorá môže prijímať dáta z iného uzla. Porucha jedného centrálného uzla nespôsobí zlyhanie celého systému, ale iba časti. Všetky uzly sú rovnocenné, žiadny uzol nemá nadradenosť nad ostatnými, ani podradenosť. Môžeme hovoriť o systéme na báze peer-to-peer (GeeksforGeeks, 2019);
- decentralizovaný systém môže byť rovnako zraniteľný ako centralizovaný systém. Je však odolnejší voči poruchám, pretože v prípade zlyhania jedného alebo viacerých uzlov môžu ostatní používatelia naďalej systém využívať.

Distribučované IS:

- skladajú sa z uzlov, ktoré sú územne rozptýlené a chovajú sa ako jeden celok. Distribuované systémy sú opakom centralizovaných systémov, na rozdiel od centralizovaného systému je sieť fragmentovaná na jednotlivé serverové uzly, ktoré spolu kooperujú. Funkcie, riadenie aj logika spracovania sú riešené distribuovane (Kultan, Schmidt, & Mukhambetova, 2019);
- je systém, ktorý sa chová ako celok. Zlyhanie uzla nemá výrazný vplyv na celý systém, teda ak jeden uzol zlyhá, celý systém bude naďalej fungovať. Každý uzol rozhoduje samostatne, konečné správanie je súhrn rozhodnutí jednotlivých uzlov. Neexistuje hlavná, centrálna entita, ktorá prijíma a odpovedá na žiadosti;
- je podobný decentralizovanému systému v tom, že nemá jediného centrálného vlastníka a eliminuje centralizáciu. Používatelia majú v systéme rovnaký prístup k údajom, avšak používateľské oprávnenia môžu byť v prípade potreby povolené. Najlepším príkladom rozsiahleho, distribuovaného systému je internet. Distribuovaný systém umožňuje používateľom zdieľať vlastníctvo údajov. Hardvérové a softvérové zdroje sú tiež rozdelené medzi používateľov, čo môže v niektorých prípadoch zlepšiť výkon systému. Distribuovaný systém je zabezpečený pred nezávislým zlyhaním komponentov, čo môže značne zlepšiť jeho dostupnosť (Berty Technologies, 2019).

Základom všetkých informačných systémov je miesto, kde sa uchovávajú informácie. Toto miesto je databáza, ktorá v závislosti od charakteru dát môže byť relačná, textová, grafická a pod. V súčasnosti sa stále najviac využívajú relačné databázy SQL (Select Query Language). Aby databáza patrila do kategórie SQL databáz, musí jej systém riadenia bázy dát (DBMS) vedieť interpretovať jazyk SQL a spracovávať jednotlivé dopyty, ktoré prichádzajú od používateľov. Nakoľko jazyk SQL je štandardizovaný, jednotlivé produkty sa líšia hlavne cenou. Samozrejme cena odzrkadľuje aj kvalitu DBMS, ale sú na trhu aj kvalitné systémy zdarma, ako napríklad obľúbený MySQL alebo Maria DB, ktoré sú aj navzájom kompatibilné.

Pre malé a stredne veľké spoločnosti je voľba DBS na báze MySQL alebo Maria DB logickou voľbou.

2.2 Homogénny versus heterogénny distribuovaný databázový systém

Distribučovaný databázový systém môžeme rozdeliť na:

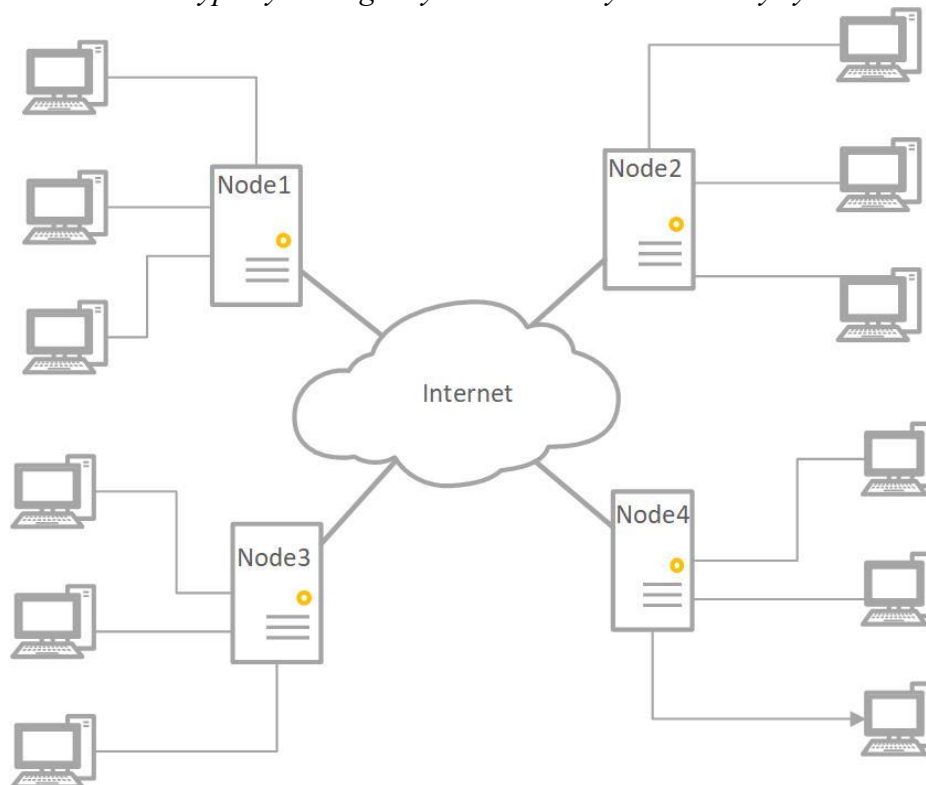
Homogénny DDBS (Homogeneous Distributed database system):

- Všetky uzly majú identický databázový softvér
- Každý uzol vie o ostatných
- Dohodnú sa na spolupráci pri spracovaní používateľských dotazov
- Lokálne uzly sa vzdávajú časti svojej autonómie, pokiaľ ide o ich právo meniť schémy alebo softvér DBMS
- Tento softvér musí tiež spolupracovať s ostatnými uzlami pri výmene informácií o transakciách, aby bolo možné spracovanie transakcií vo viacerých uzloch.

Heterogénny DDBS (Heterogeneous Distributed database system)

- Rôzne schémy a rôzny databázový softvér
- Uzly o sebe nemusia navzájom vedieť
- Môžu poskytovať obmedzené možnosti spolupráce pri spracovaní transakcií
- Rozdiely v schémach môžu predstavovať problém pri spracovaní transakcií
- Rozdielnosť softvéru môže byť prekážkou pri spracovaní najmä tých transakcií, ktoré prístupujú k viacerým uzlom (Chakraborty, 2018).

Obr. 1: Typický homogénny distribuovaný databázový systém



Zdroj: Vlastné spracovanie

Pre našu štúdiu neuvažujeme o heterogénnych DDBS, nakoľko heterogenita značne sťažuje proces replikácie. Mimochodom heterogénne DDBS sa najčastejšie vyskytujú pri GRID computing a pri Cloudoch. Pre nás je najlogickejšia voľba homogénny DDBS.

2.3 Problém

Aj keď open-source DBS vyvíjajú pomerne veľké komunity vývojárov, v určitých oblastiach zákonite zaostávajú. Nakoľko MySQL je už pod správou Oracle, je logické že si materská firma nebude tvoriť konkurenta, ktorý je navyše zdarma, takže vývoj MySQL je takpovediac pozvoľný. Prejavuje sa to hlavne v možnostiach duplikácie a replikácie dát, ktoré sú kľúčové, ak by sme MySQL chceli použiť ako distribuovaný DBS.

2.4 Čo je replikácia dát?

Máme jednu kópiu databázy a z nejakého dôvodu potrebujeme ďalšiu kópiu. Ak máme na jednom uzle DB a na druhom uzle jej kópiu, môžeme hovoriť o duplikáte na homogénnom DDBS. Poznámka: *Viacerí používatelia nerobia rozdiel medzi duplikátom DB a zálohou DB. Rozdiel je v tom, že záloha sa vytvára k určitému času a po zapísaní sa do nej už neukladajú žiadne zmeny, vďaka tomu sa dá DB k danému času zo zálohy reštaurovať. Duplikát DB je funkčná, živá DB, na ktorej sa prejavujú všetky zmeny, ktoré sa vykonali v originálnej DB na základe duplikačnej politiky.*

Replikácia je sofistikovanejšia a má rôzne formy, rôzne porovnávacie osi ako mieru synchronizácie, počet záznamových serverov, formáty zmien a pod.

Vývojári implementujú do svojich DDBS určitú podporu replikácie dát. Kým v starších verziách MySQL replikácia podporovaná nebola, tak už pri verzii MySQL 5.7 je podpora zjavná. Napriek týmto snahám, ešte nemôžeme povedať, že vieme na báze MySQL 5.7 vytvoriť DDBS. Na správne fungovanie DDBS má spoľahlivá a rýchla replikácia dát kľúčový vplyv.

2.5 Aké máme možnosti replikácie dát?

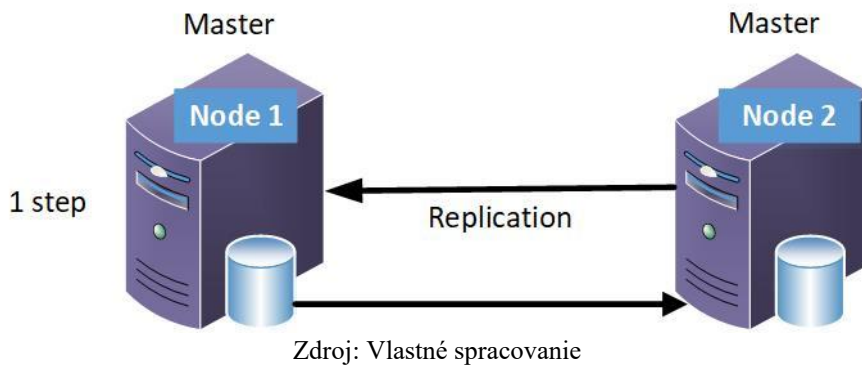
V princípe rozoznávame Master-Slave a Master-Master replikáciu. Replikácia **Master-Slave classic** znamená, že sa všetky zmeny uložia na jeden server, potom sa skopírujú do množstva replík, avšak tento spôsob je typický klient-server.

Master-master true znamená, že sa zmeny uložia na viac master uzlov „súčasne“ tak, že sa z jedného na druhý replikujú. Je jasné, že keď máte jeden originál a z neho niekoľko replík, ktoré by mali (ideálne okamžite) tento originál kopírovať, potom je pomerne jednoduché si predstaviť, že tento model je vhodný napr. pri prvotnej tvorbe replík, keď je náš DDBS tvorený rovnakými databázami, čiže rovnaké schémy a rovnaké dáta, bez fragmentácií.

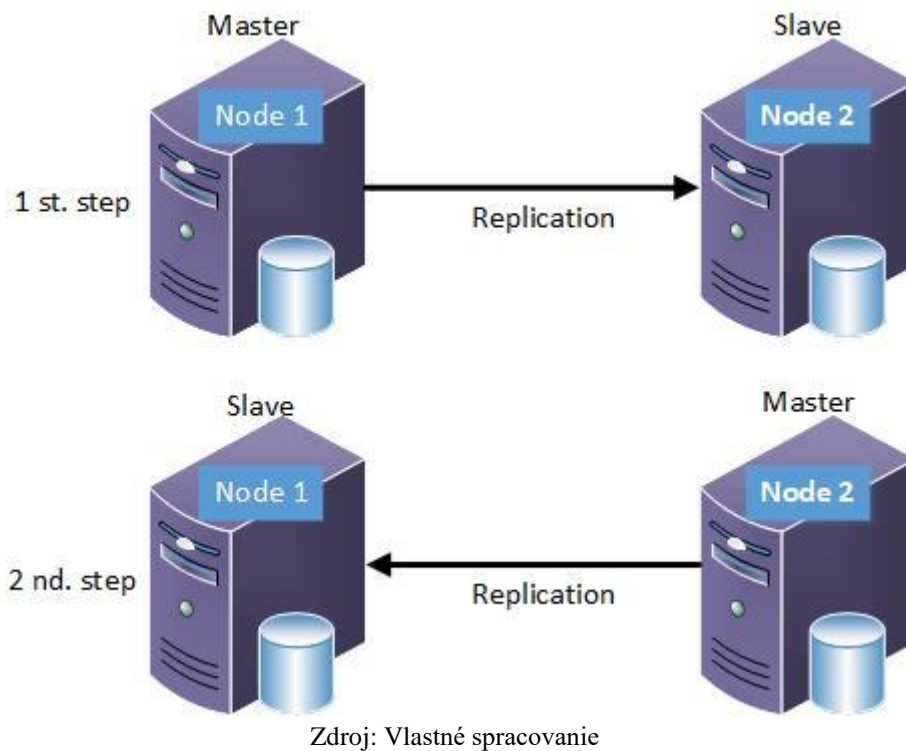
Problémy začínajú pri Master-Master replikácii, a nie len v prípade MySQL, ale vo všeobecnosti. Čisto teoreticky sa zamyslime, čo by sa stalo, keby sme sa pokúsili spustiť rovnakú transakciu na dvoch uzloch súčasne, ktorá by mala zmeniť rovnaké údaje, ale rôznymi spôsobmi. Je zrejmé, že tieto dve zmeny nemôžeme použiť súčasne. V okamihu, keď na jednom uzle začneme niečo meniť, na druhom uzle ešte nič nie je. Nastáva konflikt. Jedna z transakcií bude musieť byť vrátená späť. Práve na vyriešenie takýchto situácií je nevyhnutné mať uzly synchronizované.

Multi-master replication je metóda replikácie databázy, ktorá umožňuje ukladanie údajov skupinou počítačov a aktualizáciu ktorýmkoľvek členom skupiny. Všetci členovia reagujú na dopyty týkajúce sa údajov o klientoch. Replikačný systém s viacerými hlavnými servermi je zodpovedný za šírenie úprav údajov vykonaných každým členom do zvyšku skupiny a za riešenie akýchkoľvek konfliktov, ktoré by mohli vzniknúť medzi súbežnými zmenami vykonanými rôznymi členmi. Multi Master je podobná topológii Master / Slave, s tým rozdielom, že oba uzly sú súčasne master aj slave. To znamená, že medzi uzlami bude kruhová replikácia. Odporúča sa nakonfigurovať obidva servery na protokolovanie transakcií z replikačného vlákna (log-slave-updates), ale ignorovať svoje vlastné už replikované transakcie (nastaviť replicate-same-server-id na 0), aby sa zabránilo nekonečným cyklom v replikácii. Toto je potrebné nakonfigurovať aj pri povolenom GTID.

Obr. 2: Master – Master cross replication



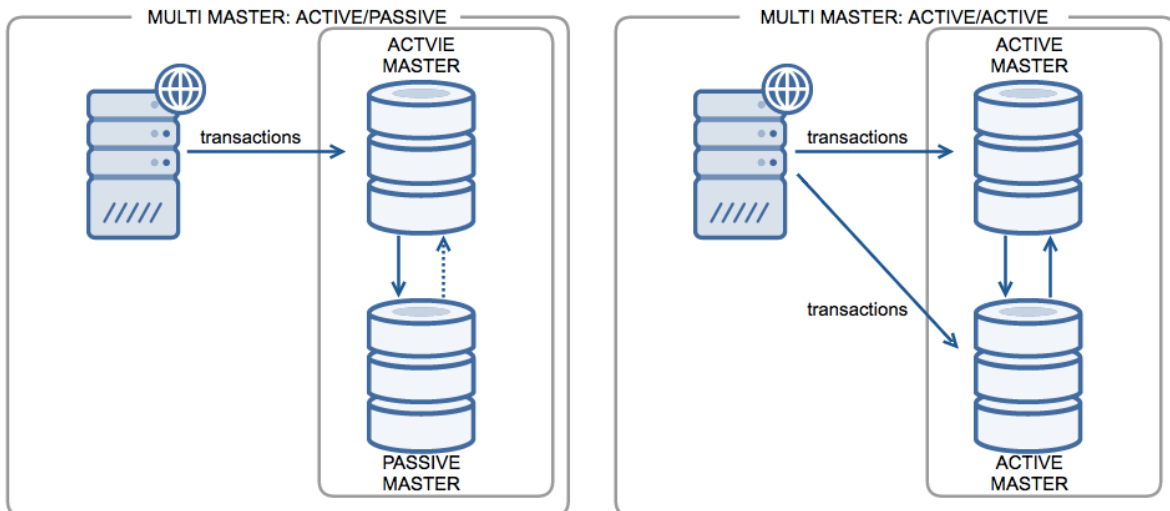
Obr. 3: Master – Slave cross replication



Multi master topológie je možné nakonfigurovať tak, aby mali buď takzvané aktívne/pasívne nastavenie, kde je možné zapisovať iba do jedného uzla a druhý uzol je v aktívnom pohotovostnom režime. Iný spôsob nastavenia je aktívne / aktívne nastavenie, kde sú oba uzly pripravené na zapisovanie (Sharif, 2020).

Primárnym účelom replikácie s viacerými master uzlami je zvýšená dostupnosť a rýchlejšia doba odozvy servera. Komunikácia a replikácia v systémoch Multi-master sa často vykonáva pomocou typu konsenzuálneho algoritmu, ale dá sa implementovať aj pomocou vlastných algoritmov.

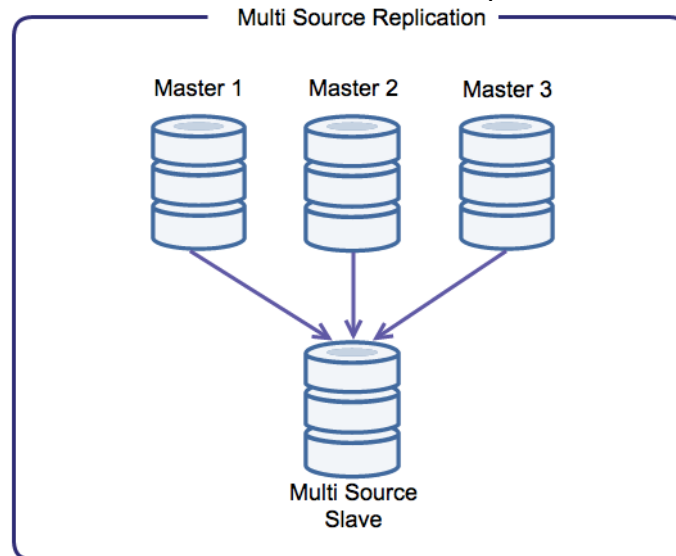
Obr. 4: Multi master replikácia



Zdroj: (Sharif, 2016)

Multi source Replication – viaczdrojová replikácia je podporovaná už od MariaDB 10.0 a MySQL 5.7. V zásade to znamená, že replika je povolená pre replikáciu z viacerých Master. Ak to chceme povoliť, replika nemôže mať viac vzorov, ktoré by sa zapisovali do tej istej schémy, pretože by to viedlo ku konfliktom množiny zápisov.

Obr. 5: Multi Source Slave replikácia

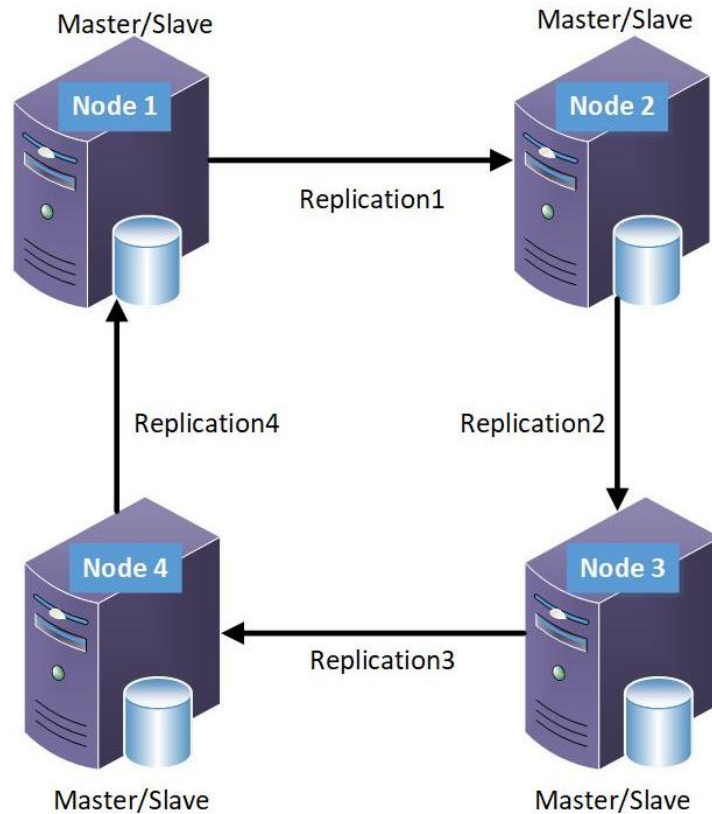


Zdroj: (Sharif, 2016)

Kruhová replikácia (Circular replication) – rozdiel oproti replikácii dvoch uzlov master-master je v tom, že ak máte viac ako dva uzly, replikácia prebieha v kruhu, t. j. pri štyroch uzloch replikácia prebieha z uzla1 do uzla2, z uzla2 do uzla3, z uzla3 do uzla4 a z uzla4 do uzla1 (Timme, n. d.).

Problémom tejto replikácie, pri ktorej je potrebné si vytvoriť replikačného používateľa (user for replication), je jej veľmi nízka spoľahlivosť aj keď je replikácia nadefinovaná priamo v DBMS (SRBD). Situácia sa veľmi nezlepší, aj keď si vytvoríme identické uzly.

Obr. 6: Circular replication on 4 nodes



Zdroj: Vlastné spracovanie

2.6 Aké údaje prenášať medzi jednotlivými uzlami počas replikácie?

Môžeme prenášať samotné dopyty (query) alebo môžeme prenášať iba zmenené reťazce. Jedno aj druhé dokáže uskutočniť ľubovoľný systém DBMS, v ktorom existujú dopyty, ktoré generujú veľký počet zmien, čiže aktualizáciu veľkého množstva údajov. Vynára sa otázka, čo konkrétne budeme kopírovať? Samotné dopyty môžeme riadiť tam a späť medzi uzlami, alebo môžeme replikovať iba zmenené údaje. Ak by sme sa rozhodli pre dopyty, tak sa nám na ich uchovávanie bude hodiť napr. textový súbor, ale ak si vyberieme prenos jednotlivých záznamov, tak budeme pravdepodobne potrebovať dočasnú tabuľku (temporary table).

Pripomeňme si, že replikácia žije na logickej úrovni, ktorá nemá nič spoločné s úrovňou fyzického úložiska. Ak chceme zachovať synchrónny stav databáz na všetkých serveroch súčasne, musíme použiť replikáciu.

2.7 Riešenie

Vrátíme sa k pôvodnému problému, ktorý sme chceli v tomto článku riešiť. Spomínaná spoločnosť má v každej krajine, kde je zastúpená od 3 do 5 pobočiek. Na zabezpečenie chodu pobočiek/predajní potrebuje distribuované riešenie svojich databáz, aby všetky pobočky mali prehľad o stave zásob tovarov v danej krajine, prípadne dostupnosti tovarov vo svojich zahraničných pobočkách. Kvôli jednoduchosti sú na jednotlivých firemných uzloch úplné repliky celých databáz, pričom sa pravidelne vytvárajú zálohy. Výhoda tohto prístupu je veľká redundancia a vysoká dostupnosť dát aj keď nefunguje konektivita medzi uzlami. V prípade výpadku internetového pripojenia, spoločnosť zaviedla jednoduché ale účinné opatrenie, ktoré zabraňuje zmene záznamov, ktorých autorom/vlastníkom nie je daná pobočka. Všetky ostatné činnosti pobočky môžu vykonávať. Po obnovení konektivity je nutné znovu dosiahnuť konzistentný stav medzi jednotlivými uzlami, spustením replikácií. Aby sa obmedzili zlyhania

navrhla sa fully mesh topológia replikácie. Tento prístup síce zvyšuje réžiu siete, ale dokáže zabezpečiť udržanie, alebo vrátenie DB do konzistentného stavu po výpadku siete.

3 Záver

V tejto štúdii sme sa snažili poukázať na problémy pri tvorbe distribuovaného systému na databázovej platforme, ktorá primárne nebola na takéto účely vyvinutá. Vzniká otázka, prečo nepoužiť databázový systém určený priamo na distribuované spracovanie dát. Odpoveď je veľmi jednoduchá, databázové technológie určené na distribuované spracovanie dát sú veľmi drahé a v žiadnom prípade nie sú jednoduché. Okrem ich kúpnej ceny treba počítať s vysokými nákladmi na ich údržbu. Výhodou prezentovaného riešenia je, že náklady na nákup softvérových prostriedkov boli 0,- eur, nakoľko MySQL databáza je dostupná zdarma. Sme presvedčení, že aj hybridné riešenie, ktoré využíva naprogramovanú replikačnú logiku so správnou konfiguráciou DBMS, dokáže vytvoriť funkčný a spoľahlivý distribuovaný databázový systém, ktorý sa dá používať v bežnej prevádzke. Navrhnutý systém, je schopný sa po výpadku siete, alebo niektorých uzlov, po obnovení komunikácie sám dostať do konzistentného stavu, čiže repliky na každom uzle budú totožné. Podmienkou spoľahlivého fungovania je zakázať manuálnu manipuláciu s databázou.

Príspevok bol spracovaný v rámci riešenia grantovej úlohy KEGA 019EU-4/2020 Podpora dištančného vzdelávania prostredníctvom virtuálnej katedry.

Literatúra

- [1] Bertly Technologies. (2019, June 20). Centralized vs Decentralized vs distributed Systems · Bertly Technologies. Retrieved May 22, 2021, from <https://bertly.tech/blog/decentralized-distributed-centralized>
- [2] Burns, A., & Wellings, A. (2009). *Real-Time systems and programming languages: Ada, Real-Time Java and C/Real-Time POSIX*. Addison-Wesley.
- [3] Chakraborty, A. (Director). (2018, January 30). *DBMS - distributed database system* [Video file]. Retrieved May 22, 2021, from <https://www.youtube.com/watch?v=aUyqZxn12sY>
- [4] GeeksforGeeks. (2019, April 30). Comparison - CENTRALIZED, decentralized and distributed systems. Retrieved May 22, 2021, from <https://www.geeksforgeeks.org/comparison-centralized-decentralized-and-distributed-systems/>
- [5] Kultan, J., Schmidt, P., & Mukhambetova, M. (2019). Distributed data processing in the economy. *Proceedings of the International Conference on Economics, Management and Technology in Enterprises 2019 (EMT 2019)*. doi:10.2991/emt-19.2019.23
- [6] OLACOM. (n.d.). Mysql replication of individual tables. Retrieved from <https://olacom.ru/mozilla-firefox/mysql-replikaciya-otdelnyh-tablic-nastroika-replikacii-master-slave-v-mysql/>
- [7] Sharif, A. (2020, October 01). The difference between mysql multi-master and multi-source replication. Retrieved May 16, 2016, from <https://severalnines.com/database-blog/difference-between-mysql-multi-master-and-multi-source-replication#:~:text=Multi%20source%20replication%20is%20supported,conflicts%20in%20the%20write%20set.>
- [8] Steen, M. V., & Tanenbaum, A. S. (2017). *Distributed systems*. (Udne sted): Maarten van Steen.
- [9] Timme, F. (n.d.). Setting up master-master replication on four nodes with mysql 5 on debian etch. Retrieved May 22, 2021, from <https://www.howtoforge.com/setting-up-master-master-replication-on-four-nodes-with-mysql-5-on-debian-etch>

Typológia štátov Európskej únie podľa príčin smrti

Daniela Sivašová¹

Abstrakt

Obsahom predkladaného príspevku je sledovanie chorobnosti a úmrtnosti, identifikácia najčastejších príčin úmrtí, sledovanie a porovnávanie ich vývoja v jednotlivých krajinách Európskej únie. Veľká pozornosť sa venuje zdravotníckej štatistike, úmrtnosti, ktorá popisuje vývoj úmrtnosti a poukazuje na klasifikáciu chorôb. Dôležité je aj určenie príčiny smrti a poznanie týchto príčin. Poukazujeme na vývoj úmrtnosti v krajinách Európskej únie s priblížením vývoja v SR a sledujeme aj vývoj umierania podľa najčastejších príčin úmrtí. Uvádza sa vývoj chorobnosti osôb starších ako 16 rokov s dlhodobými zdravotnými problémami podľa miery obmedzenia aktivity v Európskej únii, za účelom porovnania nielen úmrtnosti, ale aj chorobnosti obyvateľstva.

Kľúčové slová

úmrtnosť, chorobnosť, príčiny smrti, zhluková analýza

Abstract

The content of the submitted contribution is monitoring of morbidity and mortality, identification of the most common causes of death, monitoring and comparison of their development in individual countries of the European Union. Much attention is paid to health statistics, mortality, which describes the development of mortality and points to the classification of diseases. Determining the cause of death and knowing these causes is also important. We point out the development of mortality in the countries of the European Union with an approximation of the development in the Slovak Republic, and we also monitor the development of dying according to the most common causes of death. The development of the morbidity of persons older than 16 years with long-term health problems according to the level of activity restriction in the European Union is presented, for the purpose of comparing not only mortality, but also the morbidity of the population.

Key words

Mortality, Morbidity, Causes of Death, Cluster analysis

JEL classification

C10, J11

1 Úvod

Kvantitatívne metódy merania a váženía sa začali využívať koncom 16. storočia, a to v medicíne, neskôr vo fyzike a taktiež aj chémii. Štatistické metódy prenikli aj do medicíny, kde sa uplatňovali pri hodnotení biometrických a biologických problémov. Medicína a jej biologické problémy rozvíjali štatistické metódy tak, že vznikol nový odbor matematickej štatistiky, pričom práve biologické problémy si vyžiadali nové štatistické metódy a taktiež zavedenie novej teórie v tejto oblasti (Lubyová, sodomová 2016).

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

V 17. storočí, a to v roku 1666, bolo na teoretickom základe uskutočnené sčítanie ľudu v Kanade a hneď nato aj v Anglicku. William Farr, anglický epidemiológ, považovaný za zakladateľa lekárskej štatistiky, sa v tom čase taktiež začal venovať vedeckej analýze príčin smrti. Štatistika mala neskôr svoje uplatnenie aj pri vyhodnocovaní lekárskeho prehládok vojakov, školákov, v poisťovníctve a v neposlednom rade aj pri hodnotení príčin smrti. Práve štúdiá a práce z tohto obdobia tvoria základy informácií a štúdií o zdravotníckom stave obyvateľstva. Aj neskôr v 19. a začiatkom 20. storočia bola v Rusku a v strednej Európe venovaná zvýšená pozornosť aplikácii zdravotníckej štatistiky a používaniu materiálov demografickej štatistiky na hodnotenie zdravotného stavu obyvateľstva.

V dnešnej dobe je používanie štatistických metód, či už v lekárskejších alebo iných vedách samozrejmosťou, ba až nevyhnutnou podmienkou. Veľkú zásluhu má na tom rozvoj štatistiky po 2. svetovej vojne, pretože moderné výskumy prispeli jednak k rozšíreniu teoretickej štatistiky a taktiež aj medicína sa postupom času stávala z čistej deskriptívnej vedy vedou exaktnou. Ak sa využívajú štatistické metódy v biomedicíne, potom je nevyhnutné rešpektovať mnoho zvláštností. Aj na základe tejto skutočnosti sa z nej stáva samostatná aplikačná časť, pri ktorej sa vyžaduje spolupráca špecialistov ako sú lekári, zdravotníci či biológovia. Pre lekára, pre ktorého je potrebná logika a predstava o možnostiach a nemožnostiach aplikácie štatistických metód je potrebné na zvládnutie tejto práce ovládať aspoň základy štatistických metód.

Aj keď si to lekár častokrát neuvedomuje, je jeho diagnostická a terapeutická činnosť opretá o štatistiku, teda teóriu rozhodovania a štatistické metódy.

Ako môžeme vidieť, aj pri klasickom určovaní diagnózy je užitočné použiť všetky doteraz zistené informácie o všetkých zaznamenaných prípadoch. Aj na základe týchto zistení je potrebný štandard a jeho forma na evidenciu prípadov, ktorý zoskupí všetky informácie do celku tak, aby sa zabránilo, poprípade odstránilo už vzniknuté náhodnosti, a tak sa dokážu jasnejšie vysvetliť a zovšeobecniť zákonitosti pre všetky prípady. Môžeme povedať, že práve to je hlavným významom štatistických metód a takmer rovnaké udalosti, respektíve problémy môžeme pozorovať aj vo vedeckom výskume medicínskej činnosti. Konkrétne pre experimentálnu medicínu je takmer nemožné pracovať bez použitia štatistických metód, napríklad pri plánovaní a hodnotení klinických experimentov je následný kvantitatívny výstup výskumných výsledkov potrebný, ba dokonca bez neho nie je možné štatistické spracovanie uskutočniť (Andrejijová, 2016).

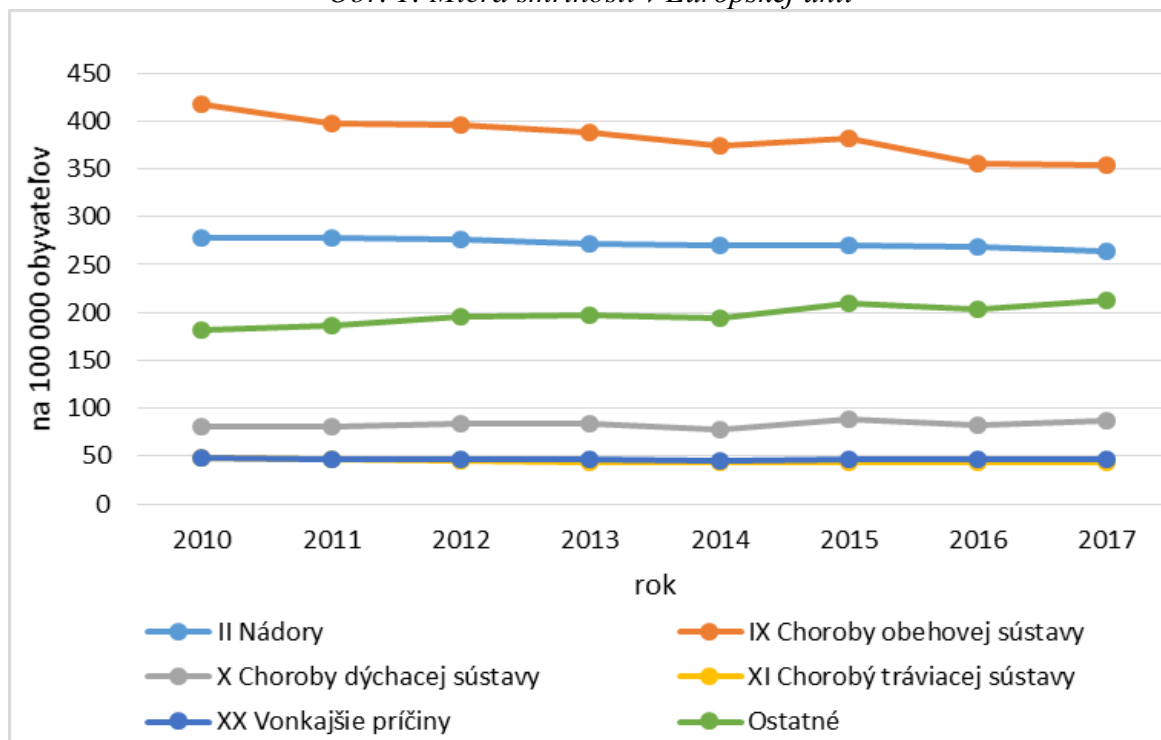
2 Úmrtnosť podľa príčin smrti v Európe

V Európskej únii sa za posledné roky najviac umieralo na choroby obehovej sústavy, čo v roku 2010 predstavovalo 418,30 úmrtí na 100 000 obyvateľov. Postupom rokov však na túto chorobu umiera čoraz menej ľudí, pričom v roku 2017 to bolo 353,45 úmrtí na 100 000 obyvateľov. Druhú priečku obsadila úmrtnosť na nádory, kde tento počet tiež postupom rokov pozvoľne klesal. Ostatné menej zastúpené príčiny smrti postupom rokov rastú, čo znamená, že čoskoro sa nejaká z nich zaradí medzi často vyskytovanú chorobu. Negatívnou správou je aj zistenie, že úmrtnosť na choroby dýchacej sústavy sa od roku 2010 zvýšila z hodnoty 81,2 na hodnotu 86,23 v roku 2017 na 100 000 obyvateľov. Preto treba pozornosť určite venovať aj týmto chorobám a dbať na zdravý životný štýl a životné prostredie, ktoré veľmi často ovplyvňuje túto skupinu chorôb. Úmrtia na vonkajšie príčiny a choroby tráviacej sústavy v Európskej únii sa za pozorovaných 7 rokov veľmi nezmenili, bol zaznamenaný len minimálny pokles..

Tento skutočný vývoj úmrtnosti zobrazuje obrázok 1, kde je pozorovaná miera smrtnosti v krajinách Európskej únie. Smrtnosť (letalita, letálnosť) je demografický ukazovateľ, ktorý je vyjadrený percentuálne, ako podiel počtu zomretých na určitú chorobu k počtu osôb postihnutých touto chorobou (Sivašová, Hurbánková, 2022). Spolu s chorobnosťou

(morbidity) a úmrtnosťou (mortalitou) patrí k ukazovateľom vyjadrujúcim kvantitatívne pomery v spoločnosti postihnutej určitou infekčnou chorobou.

Obr. 1: Miera smrtnosti v Európskej únii

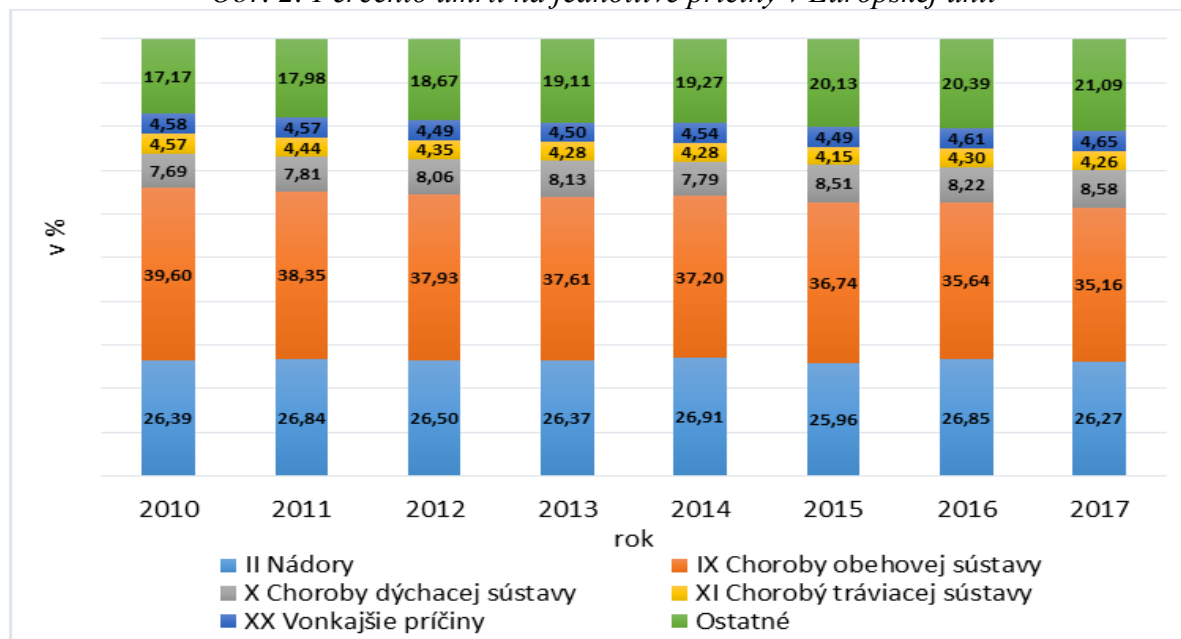


Zdroj: Eurostat, vlastné spracovanie podľa WHO

Ak si ukazovatele rozložíme na percentuálne zastúpenie, zvýšenú pozornosť treba neustále venovať chorobám obehovej sústavy, nakoľko tvorili v roku 2010 takmer 40 % zo všetkých úmrtí v Európskej únii. V roku 2017 sa to veľmi nezlepšilo a stále tvorili vyše 35 % úmrtí, pričom pokles predstavoval 4,45 percentuálneho bodu. Druhou najpočetnejšou skupinou sa stali nádory, ktoré predstavovali v každom zo sledovaných rokov vyše 26 %-né zastúpenie. Ak porovnáme celé sledované obdobie, v poslednom roku sa oproti prvému roku znížil tento podiel veľmi málo a to len o 0,12 percentuálneho bodu, čo značí zvýšenú potrebu venovania sa aj tejto chorobe. Pozitívnu správou je aj pokles úmrtnosti na choroby tráviacej sústavy, kde v roku 2017 oproti roku 2010 pokleslo percento zastúpenia o 0,32 percentuálneho bodu. Choroby dýchacej sústavy a vonkajšie príčiny sa za sledované obdobie nevyvíjali priaznivo, pričom ich percento úmrtí práve na tieto príčiny postupom rokov rástlo. Na choroby dýchacej sústavy v roku 2017 oproti roku 2010 pripadalo o 0,89 percentuálneho bodu viac úmrtí. Vonkajšie príčiny narástli iba o 0,07 percentuálneho bodu za celé sledované obdobie, no nie je to tiež potešujúca správa.

Podľa nižšie uvedeného obrázku 2 môžeme konštatovať, že väčšina chorôb, ktorá spôsobuje úmrtie v Slovenskej republike je zapríčinená chorobami obehovej sústavy, nádormi, chorobami dýchacej sústavy, chorobami tráviacej sústavy a v neposlednom rade aj vonkajšími príčinami. Tieto spomínané choroby spôsobili 93,23 % úmrtí zo všetkých úmrtí v roku 2010. V roku 2015 tento podiel poklesol o 0,10 percentuálneho bodu, čo predstavovalo úmrtnosť 93,13 % na tieto choroby. V roku 2012 spomínané choroby spôsobili smrť u 93,25 % obyvateľstva. V roku 2013 úmrtnosť na tieto choroby klesla na 92,97 %. V ďalších rokoch dané choroby spôsobili úmrtie v rozmedzí 92,24 % až 90,65 %, pričom každým rokom percento mierne klesalo. V roku 2020 spomínané ochorenia spôsobili 85,15 % zomrelých zo všetkých úmrtí.

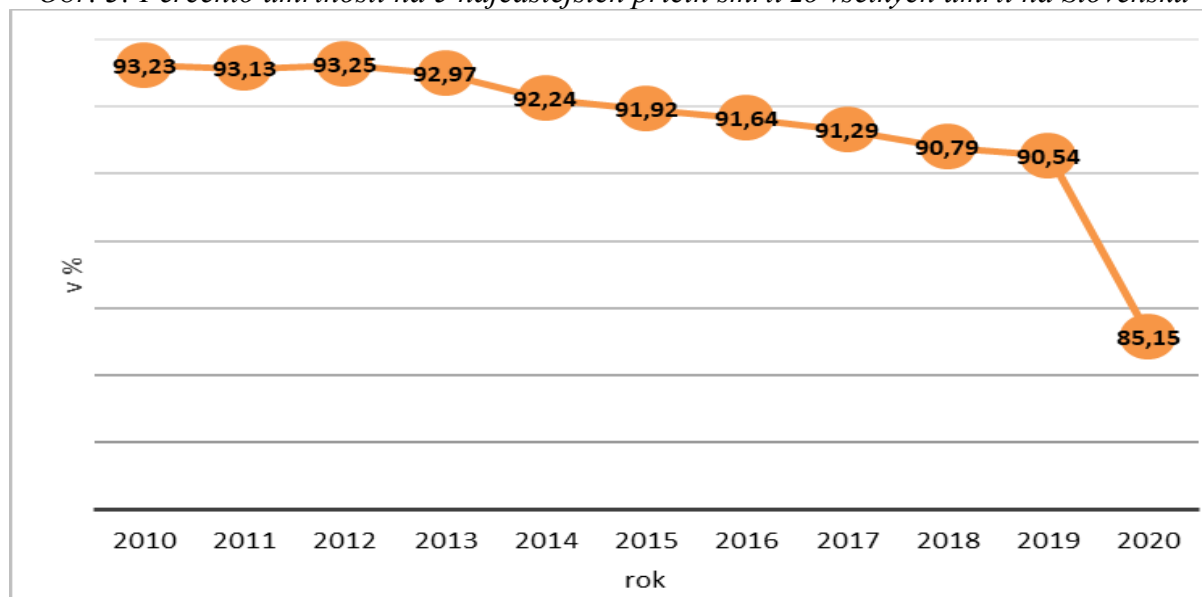
Obr. 2: Percento úmrtí na jednotlivé príčiny v Európskej únii



Zdroj: Eurostat, vlastné spracovanie podľa WHO

Zaujímavé je tiež, pozrieť sa na 5 najčastejších príčin úmrtnosti samostatne na Slovensku. Túto skutočnosť nám zobrazujem obrázok 3.

Obr. 3: Percento úmrtnosti na 5 najčastejších príčin smrti zo všetkých úmrtí na Slovensku



Zdroj: Štatistický úrad, vlastné spracovanie

3 Požitie zhlukovej analýzy

Na to, aby sme si ukázali podobnosť úmrtí v jednotlivých členských krajinách Európskej únie, použijeme zhlukovú analýzu. Na začiatok sa vypočíta pomocou vybranej miery vzdialenosť medzi objektmi. Ak sa vypočítajú vzdialenosti medzi všetkými dvojicami objektov zvolí sa pravidlo, podľa ktorého sa následne spoja do zhlukov. **Wardová metóda** odstraňuje malé zhluky a vytvára približne rovnako veľké skupiny, čo v našom prípade aj chceme dosiahnuť, preto v práci pre potreby zhlukovania použijeme práve túto metódu (Vojtková, Stankovičová, 2020). Pri tejto metóde sa kombinujú všetky možné dvojice zhlukov a vypočíta

sa súčet štvorcových vzdialeností v rámci každého zhuku. Tento súčet sa potom spočíta za všetky zhuky. Vyberie sa kombinácia, ktorá dáva najnižší súčet štvorcov (Cornish, 2017):

$$ESS = \sum_{i=1}^{n_h} \sum_{k=1}^g (x_{hi} - \bar{x}_{C_h})^2, \quad (1)$$

pričom ESS – vnútrozhuková suma štvorcov odchýlok od priemeru zhuku,

n_h – počet objektov v zhuku C_h ,

x_{hi} – vektor hodnôt znaku i -tého objektu v zhuku C_h ,

\bar{x}_{C_h} – vektor priemerov hodnôt znaku v zhuku C_h .

Algoritmus zabezpečuje, aby sa pri spájaní na každom kroku dosiahol minimálny prírastok ESS (Hurbánková, 2021).

Účelom zhukovej analýzy je vytvoriť homogénne skupiny tak, aby vo výsledkoch bol optimálny počet zhukov. Existujú dva hlavné prístupy stanovenia počtu zhukov (Hurbánková, Krasňanská, 2018):

- Heuristický postup – subjektívny názor riešiteľa,
- Ukazovatele efektivity zhukovania – kvalita zhukovania na každom kroku.

V práci používame na určenie počtu zhukov **semiparciálny koeficient determinácie** (SPRSQ), ktorý patrí medzi ukazovatele efektivity zhukovania. Vyjadruje pomer vnútroskupinovej variability (1) odpočítaný od vnútroskupinovej variability(2) k celkovej variabilite. Z toho vyplýva, že SPRSQ je strata homogenity v dôsledku spojenia dvoch skupín alebo zhukov na vytvorenie nového zhuku (chyba, ktorá vznikla spojením dvoch skupín). Hodnota SPRSQ by mala byť malá, aby naznačovala, že spájame dve homogénne skupiny. Nachádza sa v intervale $< 0,1 >$ (Vojtková, Stankovičová, 2020).

Výberovú vzorku tvorili tri najčastejšie príčiny chorôb – nádorové ochorenia, choroby obehovej sústavy a choroby dýchacej sústavy. Najnovšie dáta dostupné na Eurostate boli z roku 2018, kde členskými krajinami bolo ešte 28 krajín. V našej zhukovej analýze použijeme hierarchické postupy, ktoré umožňujú podrobnú analýzu dát.

Nutnou podmienkou toho, aby sme mohli použiť zhukovú analýzu, je štatistická nevýznamnosť premenných. Nakoľko podľa tabuľky 1 sú naše premenné štatisticky významné, je potrebné použiť metódu hlavných komponentov v rámci faktorovej analýzy.

Tab. 1: Korelačná matica

Pearson Correlation Coefficients, N = 28			
Prob > r under H0: Rho=0			
	Nádory	Choroby obehovej sústavy	Choroby dýchacej sústavy
Nádory	1.00000	0.39994 0.0350	-0.02680 0.8923
Choroby obehovej sústavy	0.39994 0.0350	1.00000	-0.38627 0.0423
Choroby dýchacej sústavy	-0.02680 0.8923	-0.38627 0.0423	1.00000

Zdroj: vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Keďže chceme zmeniť závislosť premenných na nezávislosť premenných, v rámci metódy hlavných komponentov si zoberieme všetky 3 hlavné komponenty, vytvoríme si komponentné skóre za jednotlivé krajiny každého komponentu a následne tieto hypotetické premenné dáme do korelačnej matice, kde sa nám ukáže štatistická nevýznamnosť medzi premennými, ktorá je znázornená v tabuľke 2.

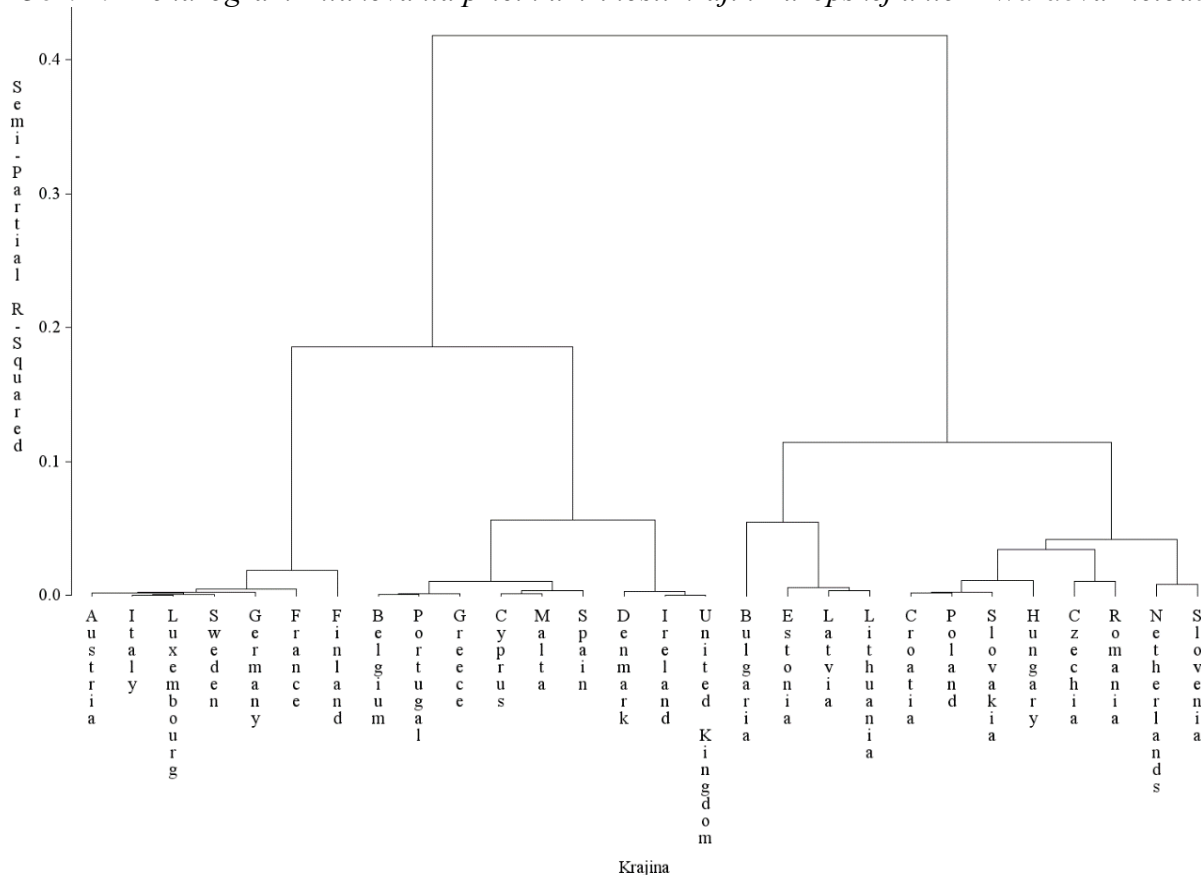
Tab. 2: Korelačná matica 2

Pearson Correlation Coefficients, N = 28			
Prob > r under H0: Rho=0			
	PRIN1	PRIN2	PRIN3
PRIN1	1.00000	0.00000 1.0000	0.00000 1.0000
PRIN2	0.00000 1.0000	1.00000	0.00000 1.0000
PRIN3	0.00000	0.00000	1.00000

Zdroj: vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Na základe splnenej podmienky nezávislosti, môžeme použiť samotnú zhlukovú analýzu. Odhadnuté skóre sa využijú na segmentáciu krajín podľa vhodnej metódy zhlukovania za najvhodnejšiu bola vybraná Wardová metóda. Na znázornenie postupnosti rozkladov na jednotlivých úrovniach sa využil dendrogram, pomocou ktorého sa vieme rozhodnúť, do koľkých zhlukov sa krajiny rozdelia. Z obrázku 4 je viditeľné, že v tomto prípade sa nevytvoril efekt reťazenia a nevznikol by žiaden samostatný jednoprvkový zhluk. Táto metóda odstraňuje malé zhluky, pričom pri jej použití dostávame približne rovnako veľké skupiny, čo je našim cieľom. Na osi x máme jednotlivé krajiny Európskej únie, na osi y sú semiparciálne koeficienty determinácie. Ak si rovnobežne s horizontálnou osou preložíme myšlenú čiaru, tak môžeme pozorovať krajiny, ktoré patria do jednotlivých zhlukov podľa rôznych úrovní zhlukovania.

Obr. 4: Dendrogram zhlukovania príčin úmrtnosti krajín Európskej únie - Wardová metóda

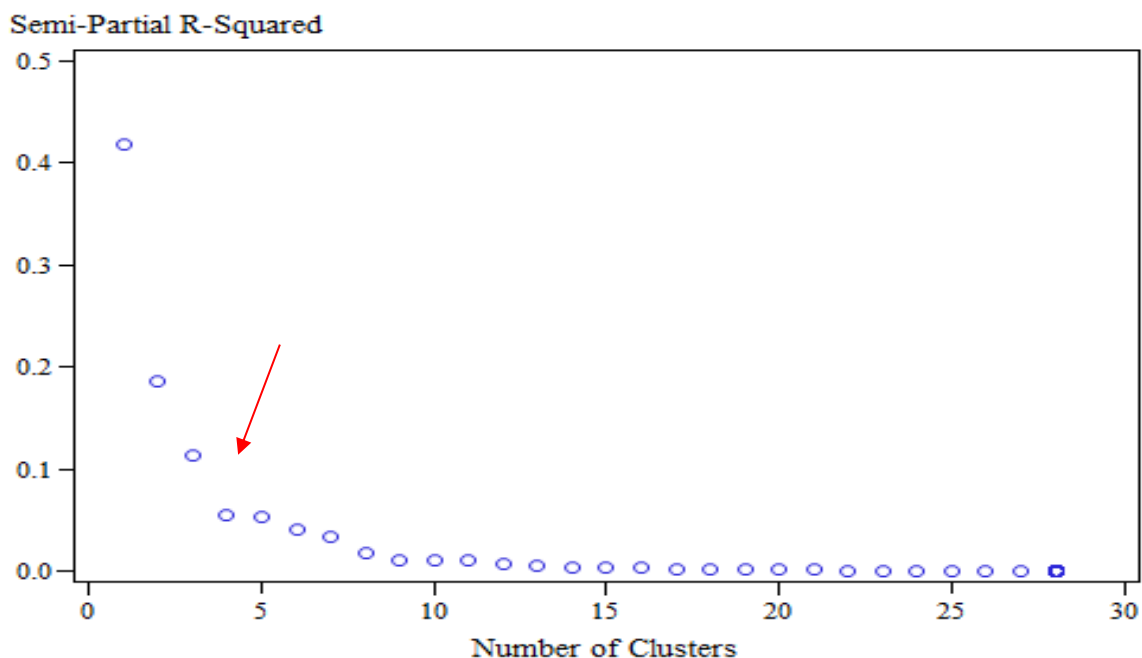


Zdroj: vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Na výber počtu zhlukov je najlepšie si zostrojiť bodový graf závislosti kvality zhlukovania a jednotlivé počty zhlukov. Modrá farba znázorňuje semiparciálne koeficienty determinácie. Našou snahou je zistiť, na ktorom stupni zhlukovania nadobúda tento semiparciálny koeficient najnižšiu hodnotu. Hodnota semiparciálneho koeficienta determinácie blízka nule poukazuje na významnosť počtu vytvorených zhlukov. K dostatočne nízkemu poklesu tejto charakteristiky dochádza na 4. stupni zhlukovania, kde je hodnota semiparciálneho koeficienta determinácie 0,0563, čo môžeme považovať za dostatočne nízku hodnotu k správne zvolenému počtu zhlukov, a taktiež na ostatných úrovniach zhlukovania už dochádza len k minimálnemu úbytku tejto charakteristiky.

Na základe výsledkov Wardovej zhlukovej metódy sme uvážili, že všetky krajiny Európskej únie bude rozumné rozdeliť do štyroch zhlukov. Tieto zhluky sú znázornené v tabuľke 3 a obsahujú podobné krajiny v dôsledku analyzovanej úmrtnosti. Do prvého zhukov patrí 7 krajín, do druhého 9 krajín, v treťom sa nachádza 8 krajín a v poslednom štvrtom zhukov iba 4 krajiny.

Obr. 5: Vývoj semi-parciálneho koeficientu determinácie v závislosti od počtu vytvorených zhlukov



Zdroj: vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Tab. 3: Rozdelenie krajín Európskej únie do zhlukov

ZHLUK 1	
Číslo riadka	Krajina
1	Taliansko
2	Luxembursko
3	Švédsko
4	Rakúsko
5	Nemecko
6	Francúzsko
7	Fínsko
ZHLUK 2	
Číslo riadka	Krajina
8	Írsko
9	Spojené kráľovstvo
10	Belgicko
11	Portugalsko
12	Cyprus
13	Malta
14	Grécko
15	Nemecko
16	Španielsko
ZHLUK 3	
Číslo riadka	Krajina
17	Chorvátsko
18	Poľsko
19	Slovensko
20	Holandsko
21	Slovinsko
22	Česko
23	Rumunsko
24	Maďarsko
ZHLUK 4	
Číslo riadka	Krajina
25	Lotyšsko
26	Litva
27	Estónsko
28	Bulharsko

Zdroj: vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Zameriame sa na interpretáciu štatisticky významných zhlukov. Keďže zhlukovú analýzu sme uskutočnili s využitím len hypotetických nezávislých hlavných komponentov, je potrebné interpretovať pôvodné ukazovatele. Číže si vypočítame zhlukové centroidy pôvodných ukazovateľov.

Tab. 4: Zhlukové centroidy ukazovateľov krajín Európskej únie

Zhluk	Premenné	Stredná hodnota
1	Nádory	243,87
	Choroby obehovej sústavy	313,20
	Choroby dýchacej sústavy	62,63
2	Nádory	252,08
	Choroby obehovej sústavy	288,45
	Choroby dýchacej sústavy	114,92
3	Nádory	306,80
	Choroby obehovej sústavy	589,54
	Choroby dýchacej sústavy	84,56
4	Nádory	278,23
	Choroby obehovej sústavy	843,97

Zdroj: vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Na základe poslednej tabuľky č. 4 vidíme, že do **prvého zhluku** patria krajiny Taliansko, Luxembursko, Švédsko, Rakúsko, Nemecko, Francúzsko a Fínsko. Tieto krajiny mali v roku 2017 najnižší priemerný počet štandardizovanej hrubej miery úmrtnosti na nádorové ochorenia. Úmrtia na choroby obehovej sústavy sa u nich však vyskytovali častejšie ako nádory, no spomedzi ostatných Európskych krajín sa nachádzali na druhom mieste s najnižším počtom zo všetkých štyroch. Poslednou analyzovanou úmrtnostnou chorobou boli choroby dýchacej sústavy, kde spomedzi našich štyroch skupín krajín sa ich priemerná štandardizovaná hrubá miera úmrtnosti nachádzala na druhom mieste s najnižšou úmrtnosťou.

V **druhom zhluku** sa nachádzajú krajiny Írsko, Spojené kráľovstvo, Belgicko, Portugalsko, Cyprus, Malta, Grécko, Nemecko a Španielsko. V tejto skupine sa vyskytuje najviac krajín. Ak sa pozrieme na úmrtnosť na nádorové ochorenia, v týchto krajinách bol priemerný počet štandardizovanej hrubej miery úmrtnosti druhým v poradí spomedzi všetkých Európskych krajín, čo bolo len o trochu horšie ako krajiny v prvom zhluku, no zároveň o dosť lepšie ako v zhluku tri a štyri. Priemerná štandardizovaná miera úmrtnosti na choroby obehovej sústavy sa v týchto krajinách vyskytovala najčastejšie, no spomedzi celej Európskej únie na choroby obehovej sústavy v týchto krajinách zomrelo v priemere najmenej ľudí. Naopak na choroby dýchacej sústavy v druhom zhluku zomrelo v priemere najviac ľudí v pomere k Európskej únii, pričom priemerná štandardizovaná hrubá miera úmrtnosti na choroby dýchacej sústavy spomedzi vybraných troch chorôb bola najnižšia.

Do **tretieho zhluku** sa zaradili krajiny Chorvátsko, Poľsko, Slovensko, Holandsko, Slovinsko, Česko, Rumunsko a Maďarsko. Tieto krajiny boli na základe zhlukovej analýzy opísané priemernou štandardizovanou hrubou mierou úmrtnosti na nádorové ochorenia najvyššou spomedzi všetkých zhlukov, tieto krajiny by sa teda mali zamerať na boj s touto úmrtnosťou. Čo je taktiež negatívnou správou je fakt, že na choroby obehovej sústavy v priemere zomieralo príliš veľa ľudí. Spomedzi všetkých zhlukov sa nachádzali už na druhom mieste spomedzi najčastejších príčin. Čo sa týka konkrétneho zhluku, táto priemerná štandardizovaná hrubá miera úmrtnosti na choroby obehovej sústavy bola najčastejšia. Choroby

dýchacej sústavy nezostávali a vyšplhali sa spomedzi všetkých najčastejších príčin zo všetkých zhlukov na druhé miesto.

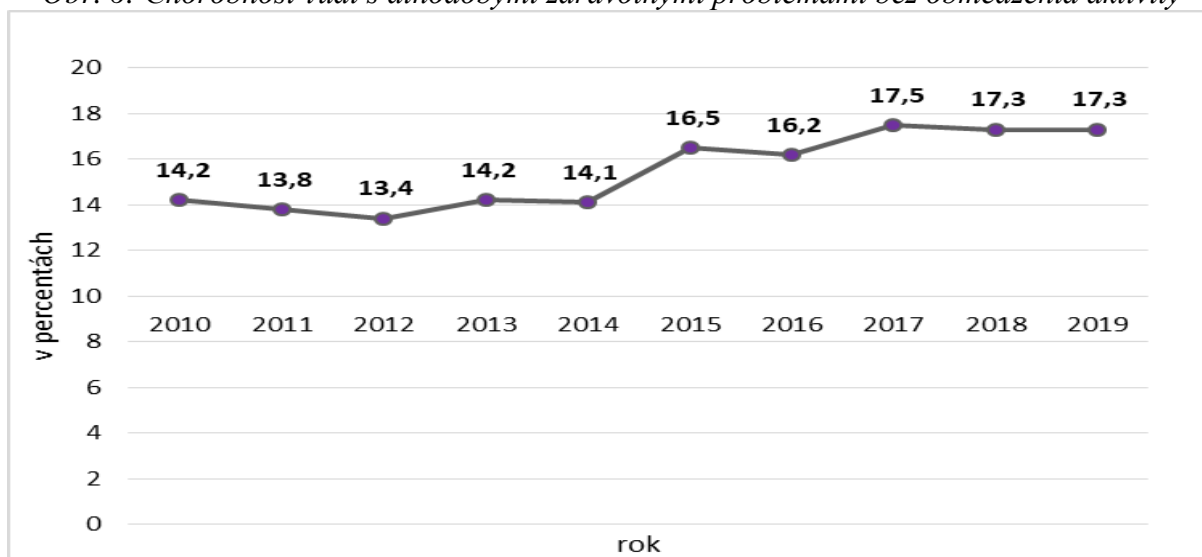
V poslednom **štvrtom zhluku** sa nachádzajú iba štyri krajiny a to Lotyšsko, Litva, Estónsko a Bulharsko. Najviac sa u týchto krajín umieralo na choroby obehovej sústavy, pričom aj v rámci celej Európskej únie priemerná štandardizovaná hrubá miera úmrtnosti na choroby obehovej sústavy predstavovala závažne vysokú a najvyššiu hodnotu 843,97 úmrtí na 100 000 obyvateľov. Na nádory sa v týchto štyroch krajinách zomieralo veľmi často, podobne ako v ostatných Európskych krajinách a obsadili spomedzi štyroch zhlukov druhé najvyššie miesto. Pozitívnu správou je, že priemerná štandardizovaná hrubá miera úmrtnosti na choroby dýchacej sústavy je najnižšia, či už spomedzi chorôb v danom zhluku alebo v celej Európskej únii. Môžeme teda povedať, že boj s úmrtnosťou na choroby dýchacej sústavy sa spomedzi Európskych krajín práve v týchto štyroch krajinách darí najlepšie zvládať.

4 Chorobnosť ľudí s dlhodobými zdravotnými problémami

Dlhodobé zdravotné problémy vplývajú jednak na psychickú, ale taktiež aj na fyzickú stránku človeka. Nakoľko aktivita ľudí poháňa aj tú psychickú stránku, zameriame sa na analýzu vývoja chorobnosti ľudí nad 16 rokov s dlhodobými zdravotnými problémami podľa úrovne obmedzenia aktivity v Európskej únii. Obyvatelia Európskej únie trpiaci dlhodobými zdravotnými problémami, ktorých aktivita nie je obmedzená, v roku 2010 dosahovali 14,2 percenta. Až po rok 2013 sa toto percento ľudí znižovalo, kde sa znovu dostalo na tú istú hranicu ako v roku 2010, a to 14,2 %. V roku 2014 sa zaznamenal menší pokles ľudí s dlhodobými zdravotnými problémami, ktorých aktivita nebola obmedzená, pričom pokles nastal konkrétne o 0,1 percentuálneho bodu. Taktiež je potrebné analyzovať ľudí, ktorých dlhodobý zdravotný problém pôsobil na ich aktivitu mierne až ťažšie. A v roku 2010 percento týchto ľudí siahalo na 83,1 %. Mierne až ťažko obmedzených ľudí aktivitou v roku 2011 priniesol ich nárast a nie pokles ako to bolo pre neobmedzených ľudí, nárast predstavoval 0,4 percentuálneho bodu. Pre roky 2012 a 2013 je zaznamenaný pokles ľudí s obmedzenou aktivitou. V roku 2014 sa percentuálny podiel dlhodobo zdravotne chorých s obmedzenou aktivitou zvýšil o 0,3 percentuálneho bodu. Čo ale stojí za povšimnutie je fakt, že v roku 2015 sa zvýšil, a to dosť výrazne, počet ľudí, ktorí mali dlhodobé zdravotné problémy, či už s obmedzenou alebo bez obmedzenia aktivity. Výraznejší zlom nastal u ľudí s mierne až ťažko obmedzenou aktivitou, kde môžeme sledovať nárast až na hodnotu 85,9 %. Aj keď postupom ďalších troch rokov sa percento takto obmedzených ľudí nevyšplhalo na také vysoké číslo, dokonca v roku 2017 kleslo oproti roku 2015 o 1,3 percentuálneho bodu, tento jav sa opakovane ešte v roku 2019, kde narástla chorobnosť ľudí s dlhodobými zdravotnými problémami mierne až ťažko pôsobiace na aktivitu, ako to bolo v roku 2015. Čo sa týka roku 2015 a ľudí dlhodobo chorých bez obmedzenia, tam nastal výrazný nárast oproti roku 2014 o 2,4 percentuálneho bodu. Takýto vysoký výkyv sa už nezaznamenal do konca sledovaného obdobia. V roku 2016 sme ešte mohli sledovať mierny pokles chorých ľudí bez obmedzenia aktivity o 0,3 percentuálneho bodu. V roku 2017 však znova narástol až na 17,5 %, čo za celé sledované obdobie bola najvyššie zaznamenanou percentuálnou hodnotou takto dlhodobo chorých ľudí. V roku 2019 predstavovalo percento ľudí s dlhodobými zdravotnými problémami bez obmedzenia aktivity stagnáciu s rokom 2018 na 17,3 percentách. Ak sa pozrieme na obrázky 6 a 7 zároveň, môžeme sledovať narastajúci trend v oboch sledovaných triedach ľudí. U ľudí so zdravotnými problémami s mierne až ťažko pôsobiacimi na aktivitu, vidíme výraznejšie kolísanie hodnôt ako u ľudí bez obmedzenia aktivity. Čo sa týka ľudí s dlhodobými zdravotnými problémami bez obmedzenia aktivity na obrázku 6 vidíme v roku 2019 oproti roku 2010 nárast zastúpenia o 3,1 percentuálneho bodu. Na obrázku 7 vidíme nárast chorobnosti ľudí s dlhodobými zdravotnými problémami mierne až ťažko pôsobiacimi na aktivitu, a to konkrétne v roku 2019 oproti roku 2010 o 2,8 percentuálneho bodu. Môžeme konštatovať, že

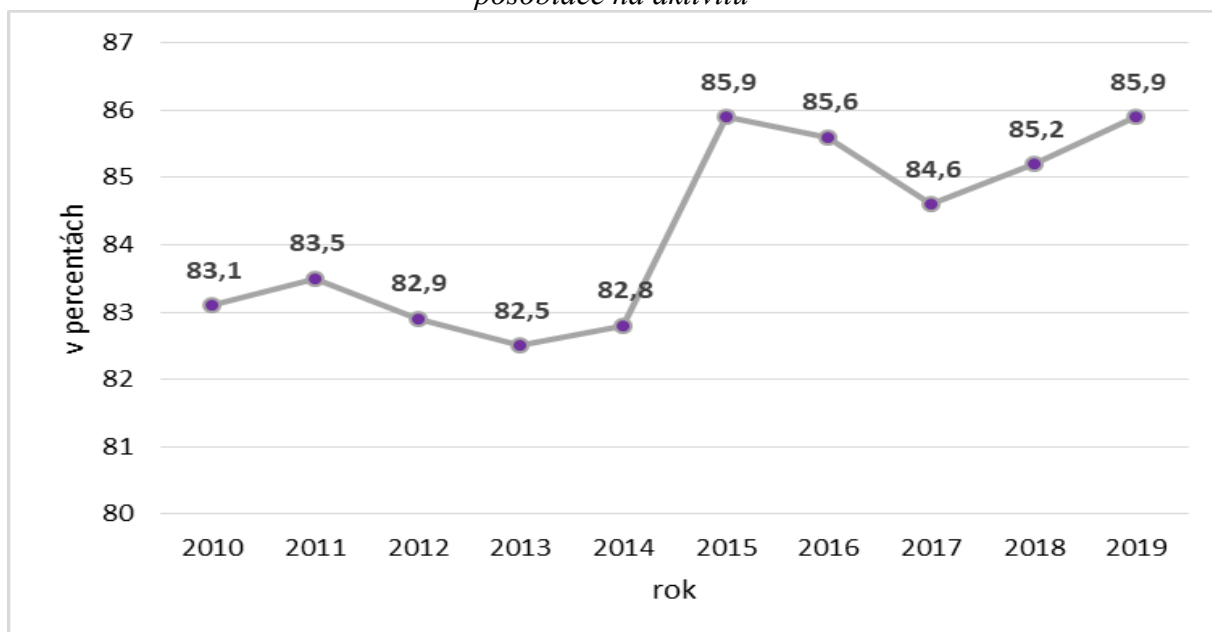
počas celého sledovaného obdobia bol vyšší nárast práve chorých ľudí bez obmedzenia aktivity, čo značí pozitívne správy.

Obr. 6: Chorobnosť ľudí s dlhodobými zdravotnými problémami bez obmedzenia aktivity



Zdroj: Eurostat, vlastné spracovanie

Obr. 7: Chorobnosť ľudí s dlhodobými zdravotnými problémami mierne až ťažko pôsobiace na aktivitu



Zdroj: Eurostat, vlastné spracovanie

5 Záver

Vo svete denne zomiera mnoho ľudí, a to hlavne z dôvodov, ktorým sa dá v dnešnej dobe ľahko predísť. Ak sa použijú správne kroky na zlepšenie životných podmienok, zníži sa tak úmrtnosť obyvateľov. Svet sa tak môže ľahko zmeniť k lepšiemu. Cieľom príspevku bolo sledovanie chorobnosti a úmrtnosti, identifikácia najčastejších príčin smrti, sledovanie a porovnanie ich vývoja v jednotlivých krajinách Európskej únie. Je dôležité si uvedomiť, že zlepšenie zdravotného stavu celej spoločnosti tkvie v každom jedincovi. Dobre nastavená

zdravotná starostlivosť ešte nie je znakom úspechu, preto je potrebné dbať na zdravý životný štýl a prevenciu.

Zdravotnícka štatistika je bezpodmienečnou nutnou metódou pri riadení zdravotníctva ako celku, tak i jeho jednotlivých úsekov a nakoniec je dôležitou súčasťou každého jednotlivého lekára. Vo všeobecnosti zostáva počet úmrtí v mnohých populáciách z roka na rok relatívne konzistentný. Úmrtia sa však môžu zvýšiť, keď dôjde k udalostiam, ako sú prepuknutie chorôb, prírodné katastrofy alebo vojny. COVID-19 je v súčasnosti príčinou nadmernej úmrtnosti na celom svete. Vedci sa domnievajú, že zostávajúce nadmerné úmrtia by mohli byť spôsobené nerozpoznaným ochorením COVID-19 alebo inými narušeniami spôsobenými pandémiou, ako je napríklad prerušený prístup k pravidelnej zdravotnej starostlivosti.

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] ANDREJIJOVÁ, M. (2016). *Štatistické metódy v praxi*. [elektronický zdroj]. Strojnícka fakulta, Technická univerzita v Košiciach. [cit. 20.01.2022]. Dostupné na: https://www.sjf.tuke.sk/kamai/images/vyuka/literatura/statisticke_metody.pdf.
- [2] CORNISH, R. (2017). *Statistics: 3.1 Cluster Analysis*. [online]. Mathematics Learning Support Centre. [cit. 20.4.2022]. Dostupné na: <https://www.statstutor.ac.uk/resources/uploaded/clusteranalysis.pdf>.
- [3] DRDKOVÁ, S. & JOSÍFKO, M. (1973). *Zdravotnícka štatistika*. Praha: Universita Karlova v Praze.
- [4] EUROSTAT. (2013). *Revision of the European Standard Population*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. Dostupné na: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-manuals-and-guidelines/-/ks-ra-13-028>.
- [5] HERNANDEZ, J. B. R. & KIM, P. Y. (2022). *Epidemiology Morbidity And Mortality*. [online]. [cit. 10.1.2022]. Dostupné na: Epidemiology Morbidity And Mortality - StatPearls - NCBI Bookshelf (nih.gov).
- [6] HURBÁNKOVÁ, L. (2021). Analysis of Slovakia Regions on the Basis of Employment of University Graduates. In *Economic and Social Policy [elektronický zdroj] : Proceedings of the International Scientific Conference*, September 7-9, 2021, Čeladná, Czech Republic. Ostrava: Vysoká škola PRIGO.
- [7] HURBÁNKOVÁ, L. & KRASŇANSKÁ, D. (2018). Statistical Analysis of the European Union Countries Based on Selected Socio-Economic and Demographic Indicators. In *ITEMA 2018: Recent Advances in Information Technology, Tourism, Economics, Management and Agriculture [elektronický zdroj]: Proceedings of Second International Scientific Conference*, November 8, 2018, Graz University of Technology, (Graz, Austria) Belgrade: Association of Economists and Managers of the Balkans.
- [8] LUBYOVÁ, M. & SODOMOVÁ, E. (2016). *Sociálna štatistika*. Bratislava: Ekonóm.
- [9] SIVAŠOVÁ, D. & HURBÁNKOVÁ, L. (2022). *Demografická štatistika*. Bratislava: Letra Edu.
- [10] VOJTKOVÁ, M. & STANKOVIČOVÁ, I. (2020). *Viacrozmerné štatistické metódy s aplikáciami v softvéri SAS*. Bratislava: Letra Edu.

ZA prof. Ing. Hedvigou Bakytovou, CSc.**(*12. 8. 1932 † 18. 8. 2022)**

Smutná správa, že nás opustila osobnosť, ktorá sa významnou mierou zaslúžila o pozdvihnutie úrovne výučby a výskumu v oblasti štatistiky, naša bývalá kolegyňa, členka katedry štatistiky a dekanka Fakulty hospodárskej informatiky Ekonomickej univerzity (FHI EU) v Bratislave **prof. Ing. Hedviga Bakytová, CSc.**, nás zastihla v období dovolenkového relaxu. Zomrela 18. augusta 2022 v Bratislave tesne po dožití svojich 90. narodenín. Väčšina terajších členov katedry štatistiky si na pani profesorku pamätá z roku 2017, keď prišla plná elánu, hoci nie úplne zdravá, na fakultu, aby si prebrala medailu Rudolfa Brišku, ktorá zatiaľ bola udelená len piatim bývalým zamestnancom fakulty, ako ocenenie toho, že sa významným spôsobom zaslúžila o rozvoj FHI EU v Bratislave a významne prispela k rozvoju ekonomickej vzdelanosti a vedy. Pre nás starších, ale aj mladších kolegov to bola veľká česť zoznámiť sa s ňou a neformálne porozprávať.

Narodila sa 12. augusta 1932 v Podhradí, okres Prievidza, kde prežila celé svoje detské a mládežnícke roky. Vysokoškolské štúdium ukončila na Vysokej škole ekonomickej v Bratislave (ďalej aj „VŠE“) v roku 1954. V rokoch 1954 – 1964 pracovala v rôznych funkciách vo sfére obchodu a tiež ako vedúca personalistiky. Na katedru štatistiky nastúpila v roku 1964 ako odborná asistentka s orientáciou na štatistiku obchodu a spotreby. Neskôr od roku 1979 už ako docentka sa vo väčšej miere zaoberala matematickou štatistikou a viacrozmernými metódami v štatistike. Patrila k iniciátorom vzniku študijného odboru ekonomická štatistika na fakulte. V roku 1991 bola vymenovaná za profesorku. V tejto funkcii pôsobila na Katedre štatistiky až do roku 2000. Okrem toho v rokoch 1990 – 1997 pôsobila ako prvá a zatiaľ jediná žena vo funkcii dekanke FHI EU v Bratislave (do roku 1992 Fakulty riadenia VŠE v Bratislave). Ako dekanke FHI sa významne podieľala na rozpracovaní študijných programov pre novovzniknuté študijné odbory, ako aj na zavedení bakalárskeho štúdia. Z jej iniciatívy sa veľmi výrazne rozvinula medzinárodná spolupráca fakulty s mnohými významnými zahraničnými univerzitami. Bola iniciátorkou vzniku nemeckofónneho štúdia v spolupráci s univerzitami v Nemecku a Rakúsku a taktiež iniciovala rozvoj spolupráce s Institute of

Actuary v Oxforde a City University v Londýne. Vypracovala a koordinovala projekty medzinárodnej spolupráce programu TEMPUS, v rámci ktorého sa zúčastnil výmenných študijných pobytov celý rad učiteľov a študentov fakulty. Pani profesorka pôsobila aj v pedagogickej činnosti, pričom v oblasti výučby bola autorkou resp. spoluautorkou celého radu publikácií. Medzi najvýznamnejšie z nich možno zaradiť učebnicu Základy štatistiky (1975, 1979), ktorá patrila k prvým tohto druhu na Slovensku a využívali ju študenti ekonomických a technických odborov vysokých škôl, ako i pracovníci z praxe.

Pani profesorku Hedvigu Bakytovú som mala česť poznať nielen ako prísnu vyučujúcu, pri ktorej sme spolu s ostatnými spolužiakmi mali obavy, či sa nám podarí úspešne urobiť skúšku, ale tiež ako kolegyňu resp. dekanu, ktorá nás, v tom čase mladých výrazne podporovala, aby sme vycestovali a zbierali skúsenosti na partnerských zahraničných univerzitách. Kvalita učiteľa sa prejavuje predovšetkým na jeho študentoch a na tom, ako na svojho učiteľa spomínajú. Ako bývalá študentka pani profesorky môžem konštatovať, že pre väčšinu z nás je predmet Štatistika spojený s menami Bakytová a Ugron. Pani profesorka Bakytová svojím poznaním ovplyvnila celé generácie študentov, doktorandov a kolegov na Fakulte riadenia, teraz Fakulte hospodárskej informatiky Ekonomickej univerzity v Bratislave.

Profesorka Hedviga Bakytová bola jednou z osobností, ktorá sa počas svojho takmer 40-ročného pôsobenia zaslúžila nielen o rozvoj Katedry štatistiky na Fakulte riadenia Vysokej školy ekonomickej v Bratislave, dnešnej Fakulte hospodárskej informatiky, Ekonomickej univerzity v Bratislave, ale aj celej univerzity. Ako dekanka všetku svoju prácu sústredila na dosiahnutie medzinárodnej úrovne štúdia na fakulte a v rámci svojich kompetencií prispela významnou mierou k rozvoju štúdia na FHI vo všetkých jeho formách.

Česť jej pamiatke!

za katedru štatistiky doc. Ing. Mária Vojtková, PhD.¹

¹ Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra štatistiky, Dolnozemska cesta 1/b, Bratislava, e-mail: maria.vojtkova@euba.sk.

Blahušiaková, M.: Vývoj finančného zdravia podnikov vybraných odvetví v Slovenskej republike v kontexte pandémie COVID-19¹

Renáta Hornická²

Finančná analýza je veľmi dôležitým nástrojom finančného riadenia. Prostredníctvom ukazovateľov vyčíslených použitím metód finančnej analýzy na podklade údajov z účtovných závierok účtovných jednotiek vieme posúdiť ich finančné zdravie, vyhodnotiť silné a slabé stránky analyzovaných spoločností a na základe týchto výsledkov prognózovať vývoj ich finančnej situácie do budúcnosti, prijať opatrenia na elimináciu slabých stránok a naopak podporiť silné stránky.

V roku 2020 zasiahla celý svet pandémia spojená s vírusom SARS-CoV-2, známa ako pandémia COVID-19, ktorá negatívnym spôsobom ovplyvnila nielen makroekonomické prostredie v podobe poklesu hrubého domáceho produktu, zvýšenia nezamestnanosti, či nárastu cenovej hladiny, ale najmä mikroprostredie. Reštrikčné opatrenia prijímané vládami jednotlivých krajín zamerané na spomalenie šírenia vírusu medzi obyvateľmi súviseli najmä s obmedzením pohybu, stretávania sa, zákazom hromadných akcií, zatvorením škôl, no najmä maloobchodných prevádzok a celkovým obmedzením podnikateľskej činnosti. Tieto opatrenia sa následne negatívnym spôsobom prejavili v obmedzení ekonomického, spoločenského a podnikateľského prostredia, čo vyústilo do zhoršenia finančnej situácie účtovných jednotiek pôsobiacich vo viacerých odvetviach hospodárstva. Opatrenia v Slovenskej republike patrili celosvetovo k jedným z najprísnejších.

V septembri 2022 vyšla monografia autorky Ing. Miriamy Blahušiakovej, PhD., v ktorej analyzovala vplyv pandémie na finančné zdravie účtovných jednotiek pôsobiacich vo vybraných odvetviach hospodárstva v Slovenskej republike. 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 na overiteľných údajoch účtovných závierok zverejnených v registri účtovných závierok pomocou metód finančnej analýzy analyzovať vplyv krízy súvisiacej s pandemiou COVID-19 na finančné zdravie vybraných účtovných jednotiek.

Vecná problematika skúmaná v monografii je rozdelená do piatich kapitol, ktoré na seba logicky nadväzujú. Spolu s úvodom a záverom má monografia 224 strán. Každá kapitola je doplnená podrobnými tabuľkami a grafmi, ktoré ju robia prehľadnejšou a zrozumiteľnejšou.

Prvá kapitola sa venuje súčasnému stavu skúmanej problematiky. V tejto kapitole sa autorka zameriava na zdôraznenie významu finančnej analýzy v procese hodnotenia finančného zdravia podnikov, na vstupné a výstupné údaje finančnej analýzy, ako aj na charakteristiku účtovnej závierky a výročnej správy ako základných zdrojov informácií pre uskutočnenie finančnej analýzy. Autorka sa zároveň sústreďuje na zobrazenie priebehu pandémie COVID-19 v Slovenskej republike, vplyv reštrikčných opatrení na makroprostredie a mikroprostredie, ako aj na formy vládnej pomoci zamerané na zmiernenie negatívnych dopadov pandémie. **V druhej kapitole** je definovaný cieľ monografie a **v tretej kapitole** je spracovaná metodika práce a metódy skúmania s akcentom na charakteristiku objektu skúmania, pracovné postupy, spôsob získavania údajov a ich zdroje, ako aj na použité metódy vyhodnotenia a interpretácie výsledkov. **V štvrtej kapitole** autorka postupne analyzuje finančné zdravie účtovných jednotiek pôsobiacich v siedmich kľúčových odvetviach hospodárstva Slovenskej republiky,

¹ Bratislava: Letra Edu, 2022, 224 s. ISBN 978-80-974180-2-1 (kniha), ISBN 978-80-974180-3-8 (online)

² Katedra účtovníctva a audítorstva, Fakulta hospodárskej informatiky, Ekonomická univerzita v Bratislave, Dolnozemska cesta 1/b, 852 35 Bratislava, tel.: +421 2/672 95 762, e-mail: renata.hornicka@euba.sk.

konkrétne v odvetví Cestovný ruch a gastro, Chémia a plasty, Predaj a údržba vozidiel, Kovovýroba a hutníctvo, Elektrotechnika, Automobilový priemysel, Strojárstvo, a to v účtovných obdobiach 2018 – 2021. V rámci hodnotenia finančného zdravia v každom účtovnom období analyzuje rovnakú vzorku účtovných jednotiek z jednotlivých odvetví, pričom sa zameriava na horizontálnu analýzu tržieb, výsledku hospodárenia, základné pomerové ukazovatele charakterizujúce finančné zdravie, a to ukazovatele rentability vlastného kapitálu, celkovej likvidity a zadlženosti, analýzu zlatého bilančného pravidla, ako aj na predikciu vývoja finančného zdravia do budúcnosti prostredníctvom dvoch predikčných modelov založených na viacrozmernej diskriminačnej analýze (Altmanovho Z-skóre a IN05). Pri analýze sa autorka zameriava na vývoj ukazovateľov v čase, ale aj na vplyv kraja sídla účtovných jednotiek a hlavnej činnosti podnikania na jednotlivé ukazovatele charakterizujúce finančné zdravie účtovných jednotiek. **Piata kapitola** je zameraná na sumarizáciu výsledkov dosiahnutých výskumom, odporúčania pre teóriu, prax a ďalší výskum.

Za účelom dosiahnutia relevantných výsledkov autorka aplikuje v monografii vedecké metódy skúmania, a to predovšetkým literárnu rešerš, zber a selekciu dát, analýzu, komparáciu, generalizáciu, indukciu, dedukciu a syntézu.

Problematika hodnotenia miery vplyvu pandémie COVID-19 na vybrané odvetvia hospodárstva 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. Vedecky najcennejšia je komparatívna analýza dopadu pandémie na jednotlivé analyzované odvetvia hospodárstva, ako aj odporúčania pre teóriu a prax.

Monografia je určená všetkým, ktorí sa zaujímajú o oblasť finančnej analýzy, ako aj hodnotenia finančného zdravia v kontexte pandémie COVID-19.

EXTERNÍ RECENZENTI

Magdaléna Cárachová

Denisa Domaracká

Ondrej Dúžik

Ľubica Hrnčiarová

Ľudmila Ivančíková

Jan Pittner

Zoltán Szedlák

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