

Štatistický úrad Slovenskej republiky
The Statistical Office of the Slovak Republic
Slovenská štatistická a demografická spoločnosť
The Slovak Statistical and Demographic Society

SLOVENSKÁ ŠTATISTIKA a DEMOGRAFIA

SLOVAK STATISTICS
and DEMOGRAPHY

vedecký časopis/scientific journal

4/2026
ročník 36



ŠTATISTICKÝ
ÚRAD
SLOVENSKEJ
REPUBLIKY



ISSN 1339-6854 (online)
ISSN 1210-1095 (tlačené vydanie)

SLOVENSKÁ ŠTATISTIKA A DEMOGRAFIA

Recenzovaný vedecký časopis založený v roku 1991. Jednotlivé čísla časopisu zverejňujeme aj v elektronickej podobe na ssad.statistics.sk a na slovak.statistics.sk. Názory autorov článkov sa nemusia zhodovať s názormi vydavateľa.

Redakčná rada/Editorial Board

Ľudmila Ivančíková

(predsedníčka/chairwoman)

Štatistický úrad SR/Statistical Office of the SR

Martin Boďa

Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici

Matej Bel University in Banská Bystrica

Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem

Jan Evangelista Purkyně University in Ústí nad Labem

Helena Glaser-Opitzová

Štatistický úrad SR/Statistical Office of the SR

Peter Knížat

Štatistický úrad SR/Statistical Office of the SR

Univerzita Komenského v Bratislave

Comenius University in Bratislava

Tomáš Kučera

Univerzita Karlova/Charles University

Karol Macháček

Národná banka Slovenska/National Bank of Slovakia

Iveta Stankovičová

Slovenská štatistická a demografická spoločnosť

Slovak Statistical and Demographic Society

Gábor Szűcs

Univerzita Komenského v Bratislave

Comenius University in Bratislava

Erik Šoltés

Ekonomická univerzita v Bratislave

Bratislava University of Economics and Business

Branislav Šprocha

INFOSTAT – Výskumné demografické centrum

INFOSTAT – Demographic Research Centre

Centrum spoločenských a psychologických vied SAV

Centre of Social and Psychological Sciences SAS

Univerzita Komenského v Bratislave

Comenius University in Bratislava

SLOVAK STATISTICS AND DEMOGRAPHY

The scientific peer-reviewed journal founded in 1991. Individual copies of the journal are available to readers in electronic form at the websites ssad.statistics.sk and slovak.statistics.sk. The opinions of the authors do not necessarily correlate with the opinions of the publisher.

Boris Vaňo

INFOSTAT – Výskumné demografické centrum

INFOSTAT – Demographic Research Centre

Zahraniční poradcovia/Foreign Consultants

Gabriela Czanner

University of Liverpool

Veľká Británia/United Kingdom

Jitka Langhamrová

Vysoká škola ekonomická v Praze

University of Economics in Prague

Česká republika/Czech Republic

Estefanía Mourelle Espasandín

Universidade da Coruña

Španielsko/Spain

Michaela Potančoková

Joint Research Centre, European Commission

Taliansko/Italy

Milan Stehlík

Institute of Statistics, University of Valparaíso

Čile/Chile

Johannes Kepler University Linz, Rakúsko/Austria

Výkonná redaktorka/Executive Editor

Jana Kovaľová

Jazykové redaktorky/Language Editors

Slovenský jazyk/Slovak Language

Silvia Duchková

Anglický jazyk/English Language

Andrea Okenková

Adresa redakcie/Address of Editorial Office

Slovenská štatistika a demografia

Štatistický úrad SR

Lamačská cesta 3/C, 840 00 Bratislava 4

Slovenská republika

E-mailová adresa/E-mail address

[SSaD@statistics.sk](mailto:ssad@statistics.sk)

ssad.statistics.sk

www.statistics.sk

OBSAH/CONTENTS

Peter KNÍŽAT EDITORIÁL/EDITORIAL	3
--	----------

I. VEDECKÉ ČLÁNKY/SCIENTIFIC ARTICLES

Petra MAZUREKOVÁ, Helena GLASER-OPITZOVÁ METODOLOGICKÉ ASPEKTY MANAŽÉRSTVA KVALITY PRI TRANSFORMÁCII NA NOVÉ ZDROJE ÚDAJOV V CENOVÝCH ŠTATISTIKÁCH METHODOLOGICAL ASPECTS OF QUALITY MANAGEMENT IN THE TRANSITION TO NEW DATA SOURCES IN PRICE STATISTICS	7
--	----------

Peter KNÍŽAT TRANSAKČNÉ ÚDAJE Z INTERNETOVÝCH OBCHODOV AKO NOVÝ ZDROJ ÚDAJOV PRE CENOVÚ ŠTATISTIKU: MOŽNOSTI ZOSTAVOVANIA INDEXOV SPOTREBITEĽSKÝCH CIEN TRANSACTION DATA FROM ONLINE RETAILERS AS A NEW DATA SOURCE FOR PRICE STATISTICS: POSSIBILITIES FOR CONSUMER PRICE INDEX COMPILATION	27
---	-----------

Filip STOKLASA, Laura CABAN, Ľudomír ŠLAHOR, Daniela MAJERČÁKOVÁ ANALÝZA PREDIKOVATEĽNOSTI POPREDNÝCH DEVÍZOVÝCH KURZOV ZA POSLEDNÝCH 20 ROKOV ANALYSIS OF THE PREDICTABILITY OF MAJOR FOREIGN EXCHANGE RATES OVER THE PAST 20 YEARS	45
---	-----------

II. INFORMATÍVNE ČLÁNKY, NÁZORY, RECENZIE, ROZHOVORY, INFORMÁCIE/ INFORMATIVE ARTICLES, OPINIONS, REVIEWS, INTERVIEWS, INFORMATION

Martin BOĎA SLOVENSKÉ AMSE ZASE NESKLAMALO SVOJÍM VYDARENÝM UŽ 28. KONFERENČNÝM ROČNÍKOM SLOVAK AMSE DID NOT DISAPPOINT AGAIN WITH ITS SUCCESSFUL 28TH CONFERENCE EDITION Informácia/Information	62
--	-----------

EDITORIÁL

Vážení čitatelia,

Štatistika sa nachádza v období významnej transformácie. Digitalizácia ekonomiky a spoločnosti, rastúca dostupnosť veľkoobjemových údajov a rozvoj informačných technológií a analytických metód menia prostredie, v ktorom vznikajú štatistické informácie. Tradičné štatistické zisťovania zostávajú základným pilierom produkcie kvalitných a dôveryhodných štatistík, čoraz častejšie sa však dopĺňajú administratívnymi údajmi, transakčnými dátami, údajmi získavanými z internetu a ďalšími digitálnymi zdrojmi.

Práve týmto zmenám je venované monotematické číslo časopisu Slovenská štatistika a demografia s názvom **Inovatívne metódy a zdroje údajov v štatistike**. Jeho spoločným menovateľom je myšlienka, že inovácia v štatistike nevzniká iba zavedením nového zdroja údajov alebo aplikáciou novej analytickej metódy. Skutočný prínos vzniká ich prepojením s kvalitnou metodikou, technologickou infraštruktúrou, znalosťou skúmanej oblasti a schopnosťou transformovať výsledky výskumu do prakticky využiteľných riešení.



Peter Knížat, PhD., MSc.

Táto téma má osobitný význam pre oficiálnu štatistiku. Národné štatistické úrady čelia rastúcemu dopytu po podrobnejších, aktuálnejších a zároveň kvalitných štatistických informáciách. Nové zdroje údajov umožňujú zachytiť ekonomické a spoločenské procesy s vyššou frekvenciou a detailnosťou a v niektorých prípadoch zároveň znížiť záťaž respondentov. Ich využitie však prináša otázky reprezentatívnosti, metodickej konzistentnosti, bezpečnosti údajov, technologickej udržateľnosti a zabezpečenia kvality. Skúsenosti Štatistického úradu Slovenskej republiky ukazujú, že prechod od experimentálneho využitia nového zdroja údajov k jeho začleneniu do štatistickej produkcie si vyžaduje spoluprácu s poskytovateľmi údajov, robustné technologické prostredie, automatizované spracovanie a validáciu, ale aj odborný dohľad štatistikov a metodikov. **Nové technológie preto nemenia význam štatistickej expertízy.** Naopak, zvyšujú nároky na posúdenie kvality údajov, vhodnosti použitých metód a interpretácie výsledkov.

Významnú oblasť inovácií predstavuje cenová štatistika, v ktorej sa čoraz intenzívnejšie využívajú transakčné údaje a údaje získavané z internetových stránok. Osobitný potenciál majú online transakčné údaje, ktoré okrem cien obsahujú informácie o skutočne realizovanom predaji, predanom množstve a hodnote tržieb. Umožňujú tak využívať vážené indexové metódy a porovnávať bilaterálne a multilaterálne prístupy k zostavovaniu indexov spotrebiteľských cien. Ich využitie zároveň poukazuje na význam vhodného predspracovania údajov, automatizácie, validačných mechanizmov a systematického zabezpečenia kvality počas celého produkčného procesu.

Inovácia sa však neobmedzuje iba na nové zdroje údajov. Zahŕňa aj rozvoj analytických metód schopných zachytiť komplexnejšie vlastnosti skúmaných javov. Nelineárne prístupy môžu napríklad rozšíriť možnosti analýzy finančných časových radov, zatiaľ čo integrácia nových typov informácií do ekonomických modelov súčasne zvyšuje význam kvality, štandardizácie a porovnateľnosti dátových vstupov.

Príspevky v tomto čísle sú tematicky rozdielne, spája ich však spoločná myšlienka: **hodnota dát nevzniká ich samotnou dostupnosťou a hodnota metódy jej matematickou komplexnosťou. Rozhodujúca je schopnosť prepojiť kvalitné údaje, vhodnú metodiku, odbornú interpretáciu a praktický účel.** Inovácia preto nemá znamenať nahrádzanie overených štatistických princípov technológiami, ale ich rozvíjanie v podmienkach nového dátového prostredia.

V tomto procese má nezastupiteľné miesto spolupráca medzi akademickou sférou, štatistickými inštitúciami a subjektmi verejného a súkromného sektora. Akademické pracoviská vytvárajú priestor na vývoj a kritické overovanie nových metodických prístupov, zatiaľ čo štatistické úrady prinášajú skúsenosti s produkčnými procesmi, požiadavkami na kvalitu oficiálnych štatistík a možnosť overovať nové postupy v reálnych podmienkach. Verejný a súkromný sektor zároveň prináša konkrétne problémy a potreby, ktoré dávajú metodickému výskumu jeho aplikačný rozmer. **Práve prepájanie týchto prostredí môže skrátiť cestu od vedeckého výsledku k riešeniu využiteľnému v praxi.** Moderná štatistická inštitúcia preto nemôže byť iba producentom údajov a ukazovateľov, ale musí byť schopná experimentovať s novými dátovými zdrojmi, hodnotiť nové metódy, rozvíjať analytické kompetencie a spolupracovať s vedeckou komunitou.

Budúcnosť oficiálnej štatistiky nebude založená na jednom univerzálnom zdroji údajov ani na jednej dominantnej metodike. Čoraz dôležitejšia bude schopnosť kombinovať tradičné zisťovania, administratívne a súkromné dátové zdroje, digitálne údaje a nové analytické metódy tak, aby výsledkom zostali dôveryhodné, porovnateľné a zrozumiteľné štatistické informácie. Technologická a metodická inovácia pritom musí ísť ruka v ruku so zachovaním základných princípov oficiálnej štatistiky – odbornou nezávislosťou, transparentnosťou, kvalitou a dôverou používateľov.

Verím, že monotematické číslo **Inovatívne metódy a zdroje údajov v štatistike** prispeje k odbornej diskusii o ďalšom rozvoji štatistiky na Slovensku a podporí intenzívnejšie prepájanie výskumu, oficiálnej štatistiky a aplikačnej praxe. Inovácia totiž nie je cieľom sama osebe, ale nástrojom na lepšie využitie dostupných údajov, hlbšie pochopenie ekonomických a spoločenských javov a tvorbu kvalitnejších štatistických informácií pre rozhodovanie.

Prajem vám podnetné čítanie.

Peter KNÍŽAT, PhD., MSc.

*Autor je zamestnanec Štatistického úradu Slovenskej republiky
a akademický pracovník na Fakulte managementu
Univerzity Komenského v Bratislave*

EDITORIAL

Dear readers,

statistics is currently undergoing significant transformation. The digitalization of the economy and society, the growing availability of large volumes of data, and advances in information technologies and analytical methods are changing the environment in which statistical information is produced. Traditional statistical surveys remain a basis for the production of high-quality and reliable statistics but they are increasingly being supplemented by administrative data, transaction data, web data and other digital data sources.

This thematic issue of Slovak Statistics and Demography, entitled **Innovative Methods and Data Sources in Statistics**, is devoted to these changes. A central idea underlying the contributions is that innovation in statistics is not simply a matter of introducing a new data source or applying a new analytical method. Its value lies in combining new data and methods with sound methodology, appropriate technological infrastructure, subject-matter expertise and the ability to translate research findings into practically applicable solutions.

This topic is particularly important for official statistics. National statistical institutes face growing demand for more detailed, timely and, at the same time, high-quality statistical information. New data sources enable to capture economic and social processes more frequently and in greater detail, while in some cases also reducing the burden on respondents. At the same time, their use raises a number of challenges related to representativeness, methodological consistency, data security, technological sustainability and quality assurance. The experience of the Statistical Office of the Slovak Republic demonstrates that moving from the experimental use of a new data source to its integration into statistical production requires close cooperation with data providers, a robust technological infrastructure, automated data processing and validation, as well as the professional expertise of statisticians and methodologists. **New technologies therefore do not reduce the importance of statistical expertise.** Rather they increase the demands on the assessment of data quality, the appropriateness of the methods used and the interpretation of the results.

Price statistics are an important area of innovation, with transaction data and data collected from websites playing an increasingly important role in their production. Online transaction data are particularly valuable, as they provide not only price information but also information on actual transactions, including quantities of products sold and their sales values. They therefore enable to use weighted index methods and to compare bilateral and multilateral approaches to the compilation of consumer price indices. Their use also highlights the importance of appropriate data preprocessing, automation, validation mechanisms and systematic quality assurance throughout the entire production process.

Innovation, however, extends beyond the use of new data sources. It also involves developing analytical methods capable of capturing more complex characteristics of the phenomena being studied. Non-linear approaches, for example, can expand the possibilities for analyzing financial time series, while the integration of new types of

information into economic models further increases the importance of the quality, standardization and comparability of data inputs.

The contributions in this issue address a range of different topics, yet they are united by common principle: **the value of data does not arise from their mere availability, nor does the value of a method depend on its mathematical complexity. What matters is the ability to combine high-quality data, appropriate methodology, expert interpretation, and a practical purpose.** Innovation should therefore not mean replacing established statistical principles with technology, but rather developing and extending them in the context of a new data environment.

In this process, cooperation among academia, statistical institutions, and public- and private-sector organizations is essential. Academic institutions provide a space for the development and critical validation of new methodological approaches, while statistical offices contribute practical experience with production processes, the quality requirements of official statistics, and the opportunity to evaluate new approaches in practical applications. The public and private sectors, in turn, bring concrete problems and practical needs that give methodological research a clear applied dimension. **It is precisely this interaction between different environments that can shorten the path from scientific findings to their practical application.** A modern statistical institution therefore cannot be merely a producer of data and indicators; it must also be capable of experimenting with new data sources, evaluating innovative methods, developing analytical capabilities, and collaborating with the research community.

The future of official statistics will not depend on a single universal data source or a single dominant methodology. Instead, it will increasingly rely on the ability to combine traditional surveys with administrative and privately held data sources, digital data, and innovative analytical methods, while ensuring that the resulting statistical information remains reliable, comparable, and comprehensible. At the same time, technological and methodological innovation must be pursued while preserving the fundamental principles of official statistics – professional independence, transparency, quality, and user trust.

I believe that this special issue, **Innovative Methods and Data Sources in Statistics**, will contribute to the ongoing discussion on the further development of statistics in Slovakia and foster closer collaboration between research, official statistics, and applied practice. Innovation is not a goal in itself, but rather a means of making better use of available data, gaining deeper insight into economic and social phenomena, and producing high-quality statistical information for decision-making.

I wish you an inspiring and thought-provoking read.

Peter KNÍŽAT, PhD, MSc,

*The author is a staff member of the Statistical Office of the Slovak Republic
and a member of the academic staff at the Faculty of Management,
Comenius University Bratislava*

Petra MAZUREKOVÁ, Helena GLASER-OPITZOVÁ
Štatistický úrad Slovenskej republiky

METODOLOGICKÉ ASPEKTY MANAŽÉRSTVA KVALITY PRI TRANSFORMÁCII NA NOVÉ ZDROJE ÚDAJOV V CENOVÝCH ŠTATISTIKÁCH

METHODOLOGICAL ASPECTS OF QUALITY MANAGEMENT IN THE TRANSITION TO NEW DATA SOURCES IN PRICE STATISTICS

ABSTRAKT

Produkcia cenových štatistík prechádza transformáciou v dôsledku využívania údajov zo skenerov obchodných reťazcov, online transakčných údajov a webovo získavaných údajov. Ich implementácia si vyžaduje nielen metodické zmeny pri spracovaní údajov a výpočte cenových indexov, ale aj vytvorenie komplexného systému manažérstva kvality. Cieľom príspevku je predstaviť metodologické aspekty a praktické skúsenosti Štatistického úradu Slovenskej republiky pri zavádzaní nových zdrojov údajov do produkcie indexov spotrebiteľských cien. Príspevok poukazuje na význam spolupráce s poskytovateľmi údajov, automatizácie spracovania, validačných postupov, odborného dohľadu a vhodného výberu metodických postupov na zabezpečenie kvality výsledných štatistických výstupov.

ABSTRACT

Price statistics are undergoing a major transformation as a result of the integration of scanner data from retail chains, online transaction data, and web-scraped data. Their implementation requires not only methodological changes in data processing and compilation of consumer price index but also the establishment of a comprehensive quality management system. This paper presents the methodological aspects and practical experience of the Statistical Office of the Slovak Republic in the integration of new data sources into the production of consumer price indices. It highlights the importance of cooperation with data providers, automated data processing, validation procedures, expert supervision, and the appropriate selection of methodological approaches to ensure the quality of official statistical outputs.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

cenové štatistiky, údaje zo skenerov, online transakčné údaje, rámec kvality

KEYWORDS

price statistics, scanner data, online transaction data, quality assurance framework

1. ÚVOD

Rozvoj spolupráce medzi verejným a súkromným sektorom umožnil využívanie nových zdrojov údajov a tým modernizáciu cenových štatistík. Národné štatistické úrady dnes dokážu získavať údaje zo skenerov a online transakčné údaje priamo od komerčných subjektov. Tieto zdroje postupne nahrádzajú tradičné metódy zberu údajov, ako sú fyzické zisťovanie regálových cien. Medzi hlavné výhody nových dátových zdrojov patrí automatizácia procesov, zníženie nákladov na pracovnú silu, zvýšenie produktivity a predovšetkým zlepšenie ekonomickej presnosti cenových štatistík. Na druhej strane nové zdroje údajov prinášajú množstvo výziev, ktoré musia národné štatistické úrady vyriešiť pred ich využitím v oficiálnej štatistike. Medzi najvýznamnejšie výzvy patrí vytvorenie právneho rámca na získanie údajov,

zabezpečenie dôvernosti a bezpečnosti údajov, vybudovanie robustnej informačno-technologickej infraštruktúry, spracovanie veľkých objemov dát a výber najvhodnejšej metodiky spracovania a vzorcov.

Problematika využívania alternatívnych zdrojov údajov patrí v súčasnosti medzi hlavné témy rozvoja oficiálnej štatistiky. Medzinárodné organizácie, najmä Eurostat, Organizácia Spojených národov (OSN) a Organizácia pre hospodársku spoluprácu a rozvoj (OECD), podporujú ich postupnú implementáciu do produkcie cenových štatistík a venujú významnú pozornosť metodickým otázkam spracovania údajov, výberu indexových metód a zabezpečeniu kvality produkčných procesov. Skúsenosti jednotlivých národných štatistických úradov zároveň ukazujú, že úspešnosť implementácie závisí od schopnosti prepojiť metodologické inovácie s efektívnym riadením produkčného procesu.

Štatistický úrad Slovenskej republiky v posledných rokoch postupne implementoval údaje zo skenerov obchodných reťazcov do oficiálnej produkcie indexov spotrebiteľských cien za potraviny, nápoje a tabakové výrobky. Online transakčné údaje a webovo získavané údaje sa zatiaľ využívajú v rámci experimentálnej štatistiky, kde sa overujú možnosti ich spracovania, metodického využitia a potenciálneho uplatnenia pri výpočte cenových indexov. Celkovo tento proces zahŕňa spoluprácu s poskytovateľmi údajov, vývoj produkčného systému a interných nástrojov na automatizované spracovanie, ako aj návrh a testovanie metodických postupov.

Cieľom príspevku je predstaviť metodologické aspekty manažérstva kvality pri implementácii nových zdrojov údajov do produkcie indexov spotrebiteľských cien v Štatistickom úrade Slovenskej republiky. Príspevok opisuje jednotlivé etapy produkčného procesu od nadviazania spolupráce s poskytovateľmi údajov cez zber, validáciu, spracovanie a výpočet cenových indexov až po zabezpečenie kvality výsledných štatistických výstupov. Zároveň sumarizuje praktické skúsenosti získané počas implementácie a poukazuje na metodické riešenia, ktoré môžu byť využiteľné aj pri zavádzaní nových zdrojov údajov v ďalších oblastiach oficiálnej štatistiky.

2. PREHĽAD RELEVANTNEJ LITERATÚRY

Téma využívania nových zdrojov údajov v cenových štatistikách patrí v posledných rokoch medzi intenzívne rozvíjané oblasti oficiálnej štatistiky. Metodický rámec ich implementácie vytvárajú najmä príručky a odporúčania Eurostatu a ďalších medzinárodných organizácií. Harmonised Index of Consumer Prices (HICP): Methodological Manual (Eurostat, 2024) a Consumer Price Index Manual: Concepts and Methods (IMF et al., 2020) vymedzujú základné princípy zostavovania indexov spotrebiteľských cien, zatiaľ čo Practical Guide for Processing Supermarket Scanner Data (Eurostat, 2017) poskytuje odporúčania na spracovanie, validáciu, filtrovanie a klasifikáciu údajov zo skenerov. Osobitne problematike webovo získavaných údajov sa venujú Practical Guidelines on Web Scraping for the HICP Eurostat, 2020) a využitiu multilaterálnych indexových metód Guide on Multilateral Methods in the Harmonised Index of Consumer Prices (Eurostat, 2022).

Praktické skúsenosti národných štatistických úradov poukazujú na rozdielne prístupy k implementácii nových zdrojov údajov. Böttcher a Sergeev (2014) opisujú rakúsky projekt využitia skenerových údajov v cenovej štatistike. Skúsenosti Holandska reprezentujú práce Chessu (2026), Chessu, Verbarga a Willenborga (2017)

a van der Grieta a de Haana (2010), ktoré sa venujú využívaniu transakčných údajov v holandskom CPI a porovnávaní vhodných indexových metód. Krsinich (2015) prezentuje implementáciu skenerových údajov pre spotrebnú elektroniku v CPI Nového Zélandu, teda v produktovej oblasti charakteristickej vysokou obmenou sortimentu. Problematiku širšieho využívania nových zdrojov údajov v spotrebiteľských cenových štatistikách rozoberá Greenhough (2019) na príklade britského Office for National Statistics. Práca poukazuje na možnosti využitia veľkoobjemových zdrojov, najmä skenerových a webovo získavaných údajov, ako aj na metodické a produkčné výzvy spojené s ich začlenením do cenovej štatistiky.

Významný prínos k problematike implementácie nových zdrojov údajov v podmienkach Slovenskej republiky predstavujú práce Glaser-Opitzovej (2019; 2022). V článku Nové zdroje údajov pre cenovú štatistiku a metódy ich spracovania (Glaser-Opitzová, 2019) autorka analyzuje metodické zmeny spojené s prechodom od tradičného zisťovania cien na využívanie skenerových údajov. V príspevku Use of Scanner Data in Measuring the Consumer Price Index in the Conditions of the Slovak Republic (Glaser-Opitzová, 2022) prezentuje skúsenosti Štatistického úradu Slovenskej republiky s implementáciou skenerových údajov do produkcie indexov spotrebiteľských cien. V článku od Glaser-Opitzovej a Mazurekovej (2023) je uvedená analýza vplyvu parciálneho časového pokrytia skenerových údajov na presnosť cenových indexov a preukazuje, že čiastočné pokrytie údajov môže pri vhodnom metodickom spracovaní poskytovať veľmi presné výsledky. Problematike webovo získavaných údajov sa venuje práca Knížata a Glaser-Opitzovej (2023), ktorá analyzuje možnosti využitia webscrapingu pri zostavovaní indexov spotrebiteľských cien a opisuje postup spracovania denných cien na mesačné cenové indexy. Na tieto výsledky nadväzuje článok Web scraped data in consumer price indices (Knížat, 2023), ktorý podrobnejšie rozoberá metodické otázky využitia webovo získavaných údajov v cenových indexoch a porovnáva alternatívne prístupy k agregácii cien. Vývoj metodiky multilaterálnych cenových indexov reprezentuje štúdia Knížata et al. (2024), ktorá predstavuje nový aditívny spôsob spájania multilaterálnych indexov a analyzuje jeho vlastnosti pri zostavovaní oficiálnych cenových štatistík. Na širší potenciál alternatívnych veľkoobjemových zdrojov údajov v oficiálnej štatistike poukazuje článok Knížata et al. (2025) venovaný nowcastingu indexu priemyselnej produkcie s využitím vysokofrekvenčných mýtnych údajov, a ilustruje možnosti ich využitia pri tvorbe a spresňovaní štatistických výstupov.

Uvedené publikácie dokumentujú postupný posun cenovej štatistiky od tradičného zberu cien k využívaniu veľkoobjemových údajov zo súkromných zdrojov. Zároveň ukazujú, že ich úspešná implementácia nie je iba otázkou výberu indexovej metódy, ale zahŕňa celý proces získavania, validácie, spracovania a kontroly kvality údajov až po ich začlenenie do pravidelnej produkcie oficiálnej štatistiky.

Prezentované publikácie vytvárajú teoretický a metodologický základ na zavádzanie nových zdrojov údajov do cenových štatistík.

3. ZÁKLADNÉ POJMY A METODOLOGICKÉ VÝCHODISKÁ

Modernizácia cenových štatistík je úzko spojená s využívaním nových zdrojov údajov, ktoré dopĺňajú alebo postupne nahrádzajú tradičný terénny zber cien. V porovnaní s klasickým zisťovaním poskytujú nové zdroje údajov výrazne podrobnejšie informácie o realizovaných nákupoch spotrebiteľov, umožňujú častejšiu

aktualizáciu spotrebného koša a lepšie zachytávajú dynamiku maloobchodného trhu. Ich implementácia však prináša nové metodologické výzvy súvisiace so spracovaním veľkoobjemových dát, výberom reprezentatívnych produktov a voľbou vhodných indexových vzorcov.

3.1. ÚDAJE ZO SKENEROV (SCANNER DATA)

Údaje zo skenerov (scanner data) predstavujú transakčné údaje zaznamenávané obchodnými reťazcami pri predaji tovarov prostredníctvom pokladničných systémov. Pri každom nákupe je načítaný čiarový kód výrobku, pričom sa zaznamenáva identifikácia produktu, predajná cena, predané množstvo, hodnota tržieb a čas uskutočnenia transakcie.

Na rozdiel od tradičného zisťovania cien, pri ktorom sa v predajni zisťuje cena vybraného reprezentanta spravidla raz mesačne, údaje zo skenerov zachytávajú všetky uskutočnené predaje daného produktu počas sledovaného obdobia. Vďaka tomu umožňujú zostaviť cenové indexy na základe skutočne realizovaných transakcií a výrazne rozšíriť počet výrobkov zahrnutých do výpočtu indexov spotrebiteľských cien.

Pri využití údajov zo skenerov sa zároveň mení cenový koncept. Do výpočtu nevstupuje jednorazovo zistená cena produktu, ale priemerná realizačná cena vypočítaná ako podiel celkových tržieb a predaného množstva:

priemerná cena = tržby/počet predaných kusov za dané časové obdobie.

Dôležitou vlastnosťou údajov zo skenerov je aj dostupnosť informácií o predaných množstvách, ktoré umožňujú využívať aj vážené indexové vzorce na elementárnej úrovni agregácie.

3.2. ONLINE TRANSAKČNÉ ÚDAJE

Online transakčné údaje predstavujú údaje o predaji produktov uskutočnenom prostredníctvom internetových obchodov. Na rozdiel od webovo získavaných údajov obsahujú informácie o skutočne realizovaných nákupoch vrátane predajných cien, predaných množstiev a tržieb.

Význam online transakčných údajov postupne rastie v dôsledku rozvoja elektronického obchodu. Poskytujú možnosť sledovať cenový vývoj produktov, ktoré sa predávajú výlučne prostredníctvom internetu alebo majú odlišnú cenovú politiku ako kamenné predajne. Ich využitie v oficiálnej štatistike si vyžaduje obdobné metodické postupy ako pri údajoch zo skenerov.

3.3. WEBOVO ZÍSKAVANÉ ÚDAJE (WEB-SCRAPED DATA)

Webovo získavané údaje (web-scraped data) vznikajú automatizovaným získavaním údajov z verejne dostupných internetových stránok pomocou softvérových nástrojov označovaných ako webscraping. Tieto údaje obsahujú predovšetkým ponukové ceny produktov, ich opis, technické charakteristiky a ďalšie informácie zverejnené internetovými obchodmi. Na rozdiel od údajov zo skenerov alebo online transakčných údajov neobsahujú informácie o skutočne predaných množstvách ani o tržbách.

Výhodou webscrapingu je možnosť veľmi častého získavania údajov a široké pokrytie internetového trhu. Nevýhodou je vyššia volatilita cien, častá obmena produktov a absencia výdavkových váh, čo kladie vyššie nároky na metodiku spracovania a výber vhodných indexových metód. Nezanedbateľná je veľká náročnosť na udržiavanie IT nástroja na získavanie takýchto údajov.

3.4. VYBRANÉ TYPY INDEXOV POUŽÍVANÉ NA VÝPOČET INFLÁCIE

Výber vhodného indexového vzorca patrí medzi najdôležitejšie metodologické rozhodnutia pri implementácii nových zdrojov údajov do cenových štatistík. Metodické odporúčania Eurostatu umožňujú na elementárnej úrovni agregácie použitie viacerých indexových vzorcov, pričom nestanovujú jeden univerzálny vzorec vhodný pre všetky produktové skupiny a typy údajov. Vhodnosť jednotlivých metód závisí od charakteru a spôsobu spracovávaných údajov, dynamiky sortimentu výrobkov, dostupnosti váh a požadovanej ekonomickej interpretácie výsledkov.

Na elementárnej úrovni agregácie¹ možno použiť široké spektrum indexových vzorcov. Vzhľadom na rozsah príspevku nie je možné venovať sa všetkým metódam, preto sa ďalšia pozornosť sústreďuje na troch vybraných zástupcov rozdielnych skupín indexov. Vo všeobecnosti možno rozlišovať bilaterálne indexové vzorce, ktoré porovnávajú ceny medzi dvoma časovými obdobiami, a multilaterálne indexové metódy, ktoré využívajú údaje z viacerých období súčasne a porovnávajú cenový vývoj v širšom časovom okne, spravidla za obdobie trinástich alebo dvadsiatich piatich mesiacov. Osobitnú skupinu bilaterálnych indexov predstavujú superlatívne indexové vzorce, ako sú Törnqvistov alebo Fisherov index, ktoré využívajú informácie o spotrebných váhach z dvoch porovnávaných období.

Jevonsov index

Jevonsov index patrí medzi najčastejšie používané nevážené bilaterálne indexy na elementárnej úrovni agregácie. Je definovaný ako geometrický priemer cenových zmien medzi dvoma po sebe nasledujúcimi obdobiami:

$$I_{Jevons}^{m-1,m} = \prod_{i \in N} \left(\frac{p_i^m}{p_i^{m-1}} \right)^{\frac{1}{N}}, \quad (1)$$

kde m je aktuálne obdobie, $m-1$ je predchádzajúce obdobie a p_i je cena i -tého produktu v danom období. Jeho hlavnou výhodou je metodická jednoduchosť, stabilita a splnenie viacerých axiomatických vlastností. Keďže nevyužíva informácie o predaných množstvách, je vhodný najmä pre produktové skupiny s relatívne stabilným sortimentom. V Štatistickom úrade Slovenskej republiky sa využíva pri výpočte indexov pre potraviny, nápoje a tabakové výrobky.

¹ Elementárna úroveň agregácie je najmenší a relatívne homogénny súbor tovarov alebo služieb, pre ktorý sa určuje indexové číslo bez explicitných výdavkových váh. Môže byť definovaný nielen na základe charakteristických vlastností tovarov a služieb, ale aj s ohľadom na región a typ odbytiska, v ktorom sa nachádzajú a predávajú.

Törnqvistov index

Törnqvistov index patrí medzi superlatívne indexy. Pri výpočte využíva informácie o cenách aj výdavkových váhach v oboch porovnávaných obdobiach, čím lepšie zohľadňuje zmeny spotrebiteľského správania. Törnqvistov index je definovaný takto:

$$I_{Törnqvist}^{m-1,m} = \prod_{i \in N} \left(\frac{p_i^m}{p_i^{m-1}} \right)^{\frac{s_i^{m-1} + s_i^m}{2}}, \quad (2)$$

kde $s_i^{m-1} = p_i^{m-1} q_i^{m-1} / \sum_{i \in N} p_i^{m-1} q_i^{m-1}$ a $s_i^m = p_i^m q_i^m / \sum_{i \in N} p_i^m q_i^m$ sú podiely výdavkov v období $m-1$ a m v danej skupine produktov, pričom q_i sú predané množstvá v danom mesiaci. V porovnaní s neváženými indexmi poskytuje ekonomicky interpretovateľnejšie výsledky, avšak pri reťazení² môže driftovať³.

Metóda GEKS

Metóda GEKS (Gini – Eltetö – Köves – Szulc) predstavuje multilaterálny prístup k výpočtu cenových indexov. Na rozdiel od bilaterálnych metód neporovnáva iba dve obdobia, ale využíva informácie z viacerých časových období súčasne. Hlavnou výhodou je eliminácia javu driftovania a lepšie zachytenie dynamiky sortimentu výrobkov.

Multilaterálna metóda GEKS je založená na súbore bilaterálnych cenových indexov vypočítaných medzi všetkými dvojicami období v rámci vopred definovaného časového okna. Tieto bilaterálne indexy predstavujú základné vstupy do výpočtu multilaterálneho indexu GEKS. Výsledná hodnota indexu preto závisí od voľby bilaterálneho indexového vzorca, ktorý tvorí základ výpočtu, pričom v praxi sa najčastejšie využívajú Jevonsov, Törnqvistov alebo Fisherov index.

Ako dĺžku okna budeme označovať W . V rámci okna sa vyberie základné obdobie označené ako l a vypočíta sa bilaterálny index medzi obdobím l a každým nasledujúcim obdobím v okne. Postup sa opakuje pri všetkých možných alternatívach l . Týmto spôsobom je možné získať maticu bilaterálnych indexov veľkosti $w \times w$ pre všetky možné dvojice jednotlivých období v rámci časového okna. V jednoduchosti možno vzorec zapísať takto:

$$I_{GEKS}^{0,m} = \prod_{l \in W} (I^{0,l} \times I^{l,m})^{\frac{1}{|W|}}, \quad (3)$$

kde $I^{l,m}$ je zvolený bilaterálny vzorec medzi obdobím l a m .

² Na elementárnej úrovni sa počítajú indexy, ktoré porovnávajú zmenu ceny medzi dvoma po sebe idúcimi obdobiami, avšak pre publikačnú prax v oblasti cenovej štatistiky sú dôležité indexy k základnému obdobiu 0, t. j. k decembru predchádzajúceho roku. Preto je potrebné medzimesačné indexy reťaziť, t. j. $I^{0,m} = I^{0,1} \cdot I^{1,2} \dots I^{m-1,m}$.

³ O reťazovom indexe sa hovorí, že driftuje, ak sa nevráti k jednotke, keď sa ceny v bežnom období vrátia na úroveň, ktorú dosiahli v základnom období. Reťazové indexy sú náchylné na drift, keď ceny počas období, ktoré pokrývajú, kolíšu.

Nevýhodou multilaterálnych metód je ich problematická ekonomická interpretovateľnosť.

Index Laspeyresovho typu

Index Laspeyresovho typu predstavuje základnú agregačnú metódu používanú pri zostavovaní indexov spotrebiteľských cien. To znamená, že slúži na výpočet indexov na vyšších úrovniach triedenia agregovaním indexov z nižších úrovní. Na vyšších úrovniach klasifikácie využíva fixné výdavkové váhy vzťahujúce sa na referenčné obdobie, spravidla predchádzajúci kalendárny rok. Tento prístup je základom výpočtu indexu spotrebiteľských cien (CPI) aj harmonizovaného indexu spotrebiteľských cien (HICP) v krajinách Európskej únie a zabezpečuje medzinárodnú porovnateľnosť výsledkov. Možno ho definovať takto:

$$p_A^{y,m/y-1} = \frac{\sum_{a \in A} w_a^{y-1} I_a^{y,m/y-1}}{\sum_{a \in A} w_a^{y-1}}, \quad (4)$$

kde w_a^{y-1} sú váhy založené na ročných výdavkoch za všetky položky patriace do elementárneho agregátu a bez ohľadu na to, či boli zahrnuté do výpočtu po aplikovaní filtrov.

4. PROCESNÝ TOK ÚDAJOV – ŠTATISTICKÝ ÚRAD SLOVENSKEJ REPUBLIKY

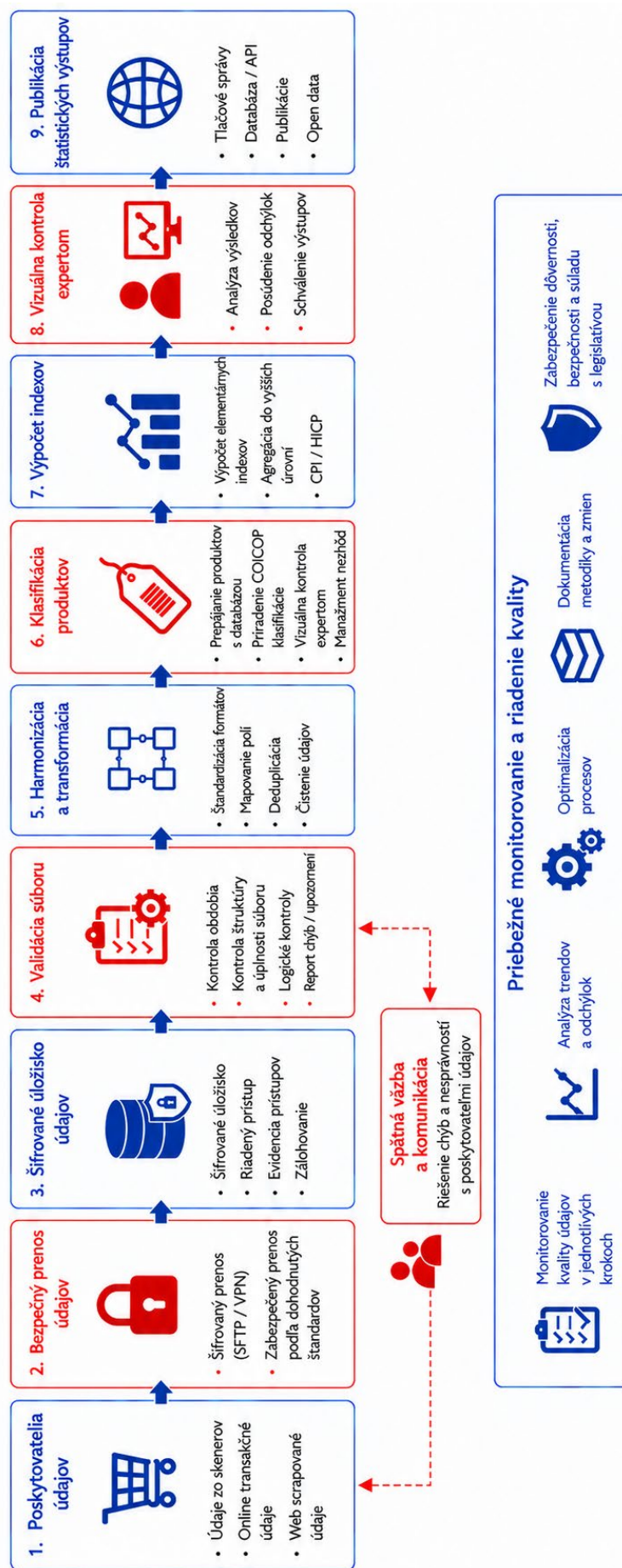
Integrácia nových zdrojov údajov do oficiálnej štatistiky predstavuje komplexný a náročný proces vyžadujúci vybudovanie robustnej infraštruktúry zahŕňajúcej prenos údajov od súkromných poskytovateľov, ich spracovanie a implementáciu nepretržitého zabezpečovania kvality údajov a štatistických produktov. Skúsenosti so zavádzaním údajov zo skenerov ukazujú, že dosiahnutie presnejších a aktuálnejších štatistických výstupov nie je jednorazovým technickým krokom, ale dlhodobým transformačným procesom pozostávajúcim z viacerých navzájom prepojených etáp.

Implementácia nových inovatívnych zdrojov údajov v Štatistickom úrade Slovenskej republiky bola sprevádzaná viacerými výskumnými a vývojovými aktivitami zameranými na transformáciu experimentálnych metodík na udržateľné produkčné procesy. Viaceré štúdie publikované v odborných časopisoch odrážajú praktické skúsenosti aj metodologické inovácie vyvinuté počas tohto prechodu (Glaser-Opitzová, 2019; Glaser-Opitzová & Mazureková, 2023; Knížat, 2023; Knížat & Glaser-Opitzová, 2023; Knížat et al., 2024). Vybrané výsledky týchto štúdií boli implementované do procesného toku údajov.

Na obrázku je znázornený procesný tok údajov demonštrujúci riešenie využívané v Štatistickom úrade Slovenskej republiky.

Obrázok: Procesný tok údajov

Schéma produkčného procesu spracovania údajov pre indexy spotrebiteľských cien



Zdroj: vlastné spracovanie autoriek na základe produkčného procesu Štatistického úradu Slovenskej republiky

4.1. SÚKROMNÍ POSKYTOVATLIA ÚDAJOV

Prvým predpokladom úspešného využívania údajov zo súkromného sektora je vytvorenie efektívnej spolupráce s ich poskytovateľmi. Keďže primárny zber údajov prebieha mimo tradičného štatistického systému, ich získavanie závisí od jasne definovaného právneho rámca, vzájomnej dôvery a transparentných pravidiel výmeny, odovzdávania a ochrany údajov. V podmienkach Štatistického úradu Slovenskej republiky bolo nevyhnutné nadviazať spoluprácu so zástupcami obchodných reťazcov a predstaviť im zámer využívania údajov zo skenerov obchodných reťazcov na štatistické účely. Cieľom úvodných rokovaní bolo oboznámiť poskytovateľov údajov s prínosmi ich využitia pri zostavovaní indexov spotrebiteľských cien, vysvetliť legislatívny rámec oficiálnej štatistiky a uistiť ich o zachovaní dôvernosti poskytovaných údajov. Obdobný postup bol uplatnený aj pri získavaní online transakčných údajov, keď boli oslovení prevádzkovatelia internetových „porovnávačov“ cien, ako aj významné subjekty pôsobiace na internetovom trhu v Slovenskej republike. Nie všetky tieto aktivity však viedli k nadviazaniu spolupráce a získaniu požadovaných údajov, čo poukazuje na význam komunikácie a ochoty súkromných subjektov spolupracovať pri zavádzaní nových dátových zdrojov do štatistickej praxe. V prípade webového získavania údajov boli prevádzkovatelia príslušných webových stránok písomne informovaní o zámere automatizovaného získavania verejne dostupných údajov v súlade s princípmi etického webscrapingu.

Na úvodné stretnutia nadviazali ďalšie odborné rokovania, počas ktorých bolo potrebné dohodnúť technické a metodické aspekty spolupráce. Predmetom diskusií bola najmä štruktúra odovzdávaných údajov, rozsah požadovaných premenných, frekvencia a spôsob ich zasielania, technické zabezpečenie prenosu údajov, ako aj pravidlá validácie a riešenia prípadných nezrovnalostí. Mimoriadna pozornosť bola venovaná ochrane poskytovaných údajov, keďže obsahujú obchodne citlivé informácie predstavujúce obchodné tajomstvo jednotlivých obchodných reťazcov. Národné štatistické úrady preto musia zabezpečiť úplný súlad s národnou aj európskou legislatívou v oblasti ochrany dôverných údajov a štatistickej dôvernosti, pričom zároveň garantujú, že získané údaje budú využité výlučne na štatistické účely a nebudú sprístupnené v podobe umožňujúcej identifikáciu jednotlivých poskytovateľov. Otvorená komunikácia, transparentnosť celého procesu a minimalizácia administratívnej záťaže poskytovateľov údajov sa ukázali ako kľúčové faktory úspešného nadviazania dlhodobej spolupráce.

4.2. SERVEROVÉ DATABÁZY ŠTATISTICKÉHO ÚRADU SLOVENSKEJ REPUBLIKY – UKLADANIE ÚDAJOV

Centralizovaná infraštruktúra na ukladanie údajov je nevyhnutná na správu veľkých objemov dát získavaných zo skenerových systémov a online transakcií. Štatistický úrad Slovenskej republiky implementoval špecializované serverové databázy na bezpečné uchovávanie surových aj spracovaných dátových súborov pri súčasnom zabezpečení dôvernosti údajov a prevádzkovej stability. Prostredie na ukladanie údajov podporuje efektívnu správu dát, spracovanie údajov a integráciu s ďalšími procesnými tokmi. Výskumné štúdie zdôrazňujú význam škálovateľnej databázovej štruktúry schopnej spracovávať neustále rastúce objemy údajov a obsluhovať viacerých poskytovateľov dát.

Nevyhnutnou súčasťou riešenia je zabezpečenie riadeného prístupu k dátam na základe pridelených oprávnení a evidencie prístupov k údajom v súlade s pravidlami informačnej bezpečnosti a štatistickej dôvernosti.

4.3. ZBER, VALIDÁCIA A SPRACOVANIE ÚDAJOV

Spracovanie nových zdrojov údajov zahŕňa ich validáciu, harmonizáciu, transformáciu, klasifikáciu, filtrovanie a prípravu na výpočet cenových indexov. Skenerové, online transakčné a webovo získavané údaje sa pritom líšia štruktúrou, rozsahom aj kvalitou opisov produktov, čo si vyžaduje štandardizované a vo vysokej miere automatizované postupy spracovania, avšak s prihliadnutím na rozdielnosť zdrojov.

Prvým krokom je automatizovaná validácia prijatých súborov. Kontroluje sa najmä termín doručenia a referenčné obdobie, úplnosť súborov a premenných, dátová štruktúra, počet záznamov a základná logická konzistentnosť údajov. V prípade identifikovaných nedostatkov nasleduje komunikácia s poskytovateľom údajov s cieľom objasniť ich príčinu a zabezpečiť opravu alebo doplnenie údajov. Takto nastavený mechanizmus spätnej väzby prispieva k stabilite produkčného procesu a postupnému zvyšovaniu kvality vstupných údajov.

Jedným z kľúčových krokov ďalšieho spracovania je klasifikácia produktov. Jednotlivé produkty je potrebné zaradiť do príslušných tried klasifikácie individuálnej spotreby podľa účelu (COICOP). Pre potreby výpočtu cenových indexov z údajov zo skenerov vytvoril Štatistický úrad Slovenskej republiky aj podrobnejšiu národnú úroveň členenia produktov do homogénnych skupín, ktoré predstavujú elementárnu úroveň agregácie. V počiatočnej fáze implementácie boli produkty klasifikované manuálne, čo bolo vzhľadom na veľký počet položiek časovo a personálne náročné. Postupne preto boli vyvinuté modely strojového učenia umožňujúce automatizovať proces klasifikácie. Pri údajoch zo skenerov dosahuje úspešnosť automatizovanej klasifikácie približne 70 – 80 % v závislosti od obchodného reťazca. Úspešnosť závisí najmä od rozsahu a kvality dostupných popisov produktov, ako aj od podrobnosti internej klasifikácie. Nové produkty klasifikované pomocou modelov strojového učenia preto následne podliehajú expertnej kontrole a v prípade potreby sa ich zaradenie do COICOP alebo príslušnej homogénnej skupiny upraví. Kombinácia automatizovanej klasifikácie a odborného posúdenia tak umožňuje znižovať manuálnu náročnosť procesu pri zachovaní požadovanej kvality klasifikácie.

Modely strojového učenia boli vyvinuté aj pre online transakčné a webovo získavané údaje, pričom ich ďalšie zdokonaľovanie naďalej prebieha. Klasifikácia a jej následné overovanie sú pri týchto zdrojoch náročnejšie najmä z dôvodu výrazne vyššej obmeny sortimentu a väčšieho počtu nových produktov medzi jednotlivými obdobiami v porovnaní s údajmi zo skenerov. Kvalita automatizovanej klasifikácie preto predstavuje jednu z oblastí ďalšieho metodického a technického vývoja.

Automatizácia spracovania si vyžaduje komplexné aplikačné riešenie, ktoré zabezpečuje riadenie jednotlivých krokov od prevzatia a validácie údajov až po výpočet cenových indexov a tvorbu výstupov. V Štatistickom úrade Slovenskej republiky bola na tento účel vyvinutá interná aplikácia zabezpečujúca automatizované spracovanie údajov zo skenerov. Online transakčné a webovo získavané údaje, ktoré

sa v súčasnosti využívajú v rámci experimentálnej štatistiky, sú spracovávané poloautomatizovaným spôsobom v softvérovom prostredí SAS.

Napriek vysokej miere automatizácie zostáva nevyhnutnou súčasťou procesu odborný dohľad. Experti priebežne monitorujú výsledky spracovania, vykonávajú vizuálne kontroly, analyzujú neštandardné cenové výkyvy a overujú výsledky automatizovanej klasifikácie a validačných postupov. Automatizácia zároveň nepredstavuje jednorazovú aktivitu. Produkčný systém sa priebežne rozvíja v súvislosti so zapájaním nových poskytovateľov a produktových skupín, zmenami metodických požiadaviek, zavádzaním nových kontrol a zdokonaľovaním klasifikačných a výpočtových algoritmov.

Význam kvalitného spracovania údajov potvrdzujú aj publikované štúdie. Glaser-Opitzová (2019) poukazuje na to, že využitie údajov zo skenerov mení tradičný prístup k tvorbe spotrebného koša a umožňuje pracovať s dynamickým súborom skutočne predávaných produktov, čím možno pružnejšie reagovať na zmeny sortimentu a spotrebiteľského správania. Pri webovo získavaných údajoch Knížat a Glaser-Opitzová (2023) analyzujú agregáciu vysokofrekvenčných cien na mesačnú úroveň a poukazujú na význam spôsobu agregácie pre výsledné hodnoty cenových indexov.

4.4. KRITÉRIÁ DEFINOVANÉ POUŽÍVATEĽOM A ICH IMPLEMENTÁCIA

Dôležitou súčasťou produkčného procesu je možnosť aplikovať metodologické kritériá definované používateľom počas spracovania a analýzy údajov. Táto flexibilita umožňuje prispôbovať jednotlivé spracovateľské postupy špecifikám produktových skupín a umožňuje, aby výsledné cenové indexy čo najvernejšie odrážali reálny vývoj spotrebiteľských cien. Medzi parametre definované používateľom patria najmä prahové hodnoty na výber produktov, pravidlá filtrovania údajov, spôsob identifikácie a ošetrenia odľahlých hodnôt, metódy agregácie údajov, ako aj validačné pravidlá uplatňované počas spracovania.

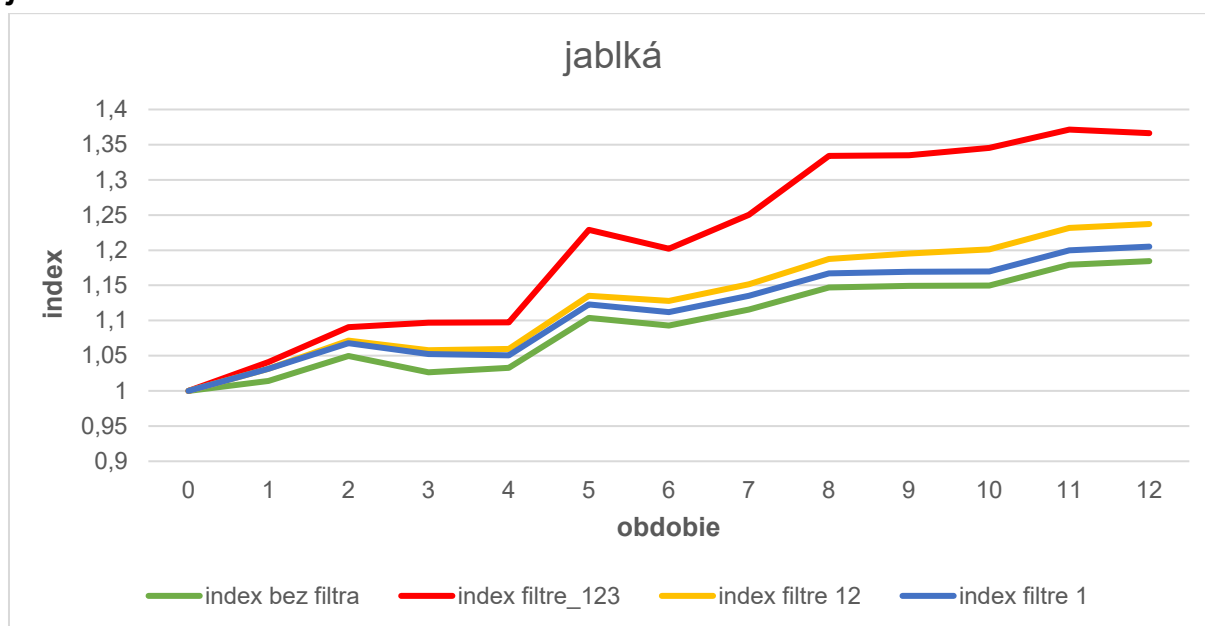
Možnosť definovať jednotlivé parametre však neznamena, že ich možno počas produkcie ľubovoľne meniť. Naopak, jedným zo základných princípov oficiálnej štatistiky je zabezpečenie metodologickej stability a kontinuity produkčného procesu, ktorá je nevyhnutným predpokladom porovnateľnosti výsledkov v čase. Zmeny nastavenia parametrov môžu ovplyvniť hodnoty vypočítaných indexov, a preto musia byť podložené odbornými analýzami, dôkladne zdokumentované a implementované až po overení ich vplyvu na výsledné štatistické ukazovatele.

Pred zavedením spracovania údajov zo skenerov do produkcie prebiehal v Štatistickom úrade Slovenskej republiky rozsiahly metodický výskum zameraný na identifikáciu optimálnych hodnôt jednotlivých parametrov. V rámci testovacích výpočtov boli analyzované rôzne kombinácie prahových hodnôt, pravidiel filtrovania a validačných kritérií s cieľom posúdiť ich vplyv na stabilitu a reprezentatívnosť vypočítaných cenových indexov. Výsledky testovania umožnili nastaviť parametre tak, aby sa minimalizoval vplyv extrémnych cien, jednorazových cenových výkyvov a dopredajových produktov, ktoré by mohli neprimerane ovplyvniť výsledné indexy.

Osobitná pozornosť bola venovaná výberu produktov vstupujúcich do výpočtu cenových indexov. Rozhodnutie aplikovať pri spracovaní údajov zo skenerov filtračné pravidlá vychádzalo z metodických odporúčaní Eurostatu uvedených v Practical Guide

for Processing Supermarket Scanner Data (Eurostat, 2017). Cieľom bolo zabezpečiť, aby výsledné indexy odrážali predovšetkým cenový vývoj výrobkov, ktoré tvoria rozhodujúcu časť spotrebiteľských výdavkov domácností. Preto boli metodické pravidlá navrhnuté tak, aby mali dominantný vplyv na výpočet produkty s vysokým objemom predaja, zatiaľ čo výrobky s minimálnym predajom alebo krátkodobou ponúkané produkty neovplyvňovali výsledné indexy neprimeraným spôsobom.

Graf 1: Vplyv jednotlivých filtrov na hodnoty cenového indexu – elementárna skupina jablká



Zdroj údajov: Štatistický úrad Slovenskej republiky, výpočty autoriek

Graf znázorňuje vplyv postupného uplatňovania filtrov pri spracovaní skenerových údajov na hodnoty mesačných cenových indexov pre produktovú skupinu jablká. Zelená krivka predstavuje index vypočítaný bez aplikácie filtrov, zatiaľ čo ďalšie krivky zobrazujú výsledky po postupnom a súbežnom zavedení jednotlivých filtrov. Filter 1 predstavuje odstránenie extrémnych cenových hodnôt, filter 2 eliminuje dopredajové produkty a filter 3 odstraňuje produkty s nízkym objemom predaja. Z výsledkov je zrejmé, že aplikácia filtrov ovplyvňuje priebeh časového radu cenového indexu. Najvýraznejší vplyv na hodnoty indexu má odstránenie málo predávaných produktov.

Samotné odporúčanie Eurostatu aplikovať filtre však neurčuje automaticky optimálne nastavenie ich parametrov na konkrétne podmienky produkcie. Úlohou testovania a analýz realizovaných v Štatistickom úrade Slovenskej republiky preto bolo stanoviť vhodné prahové hodnoty jednotlivých filtrov a posúdiť ich vplyv na výsledné cenové indexy. Testovali sa rôzne hodnoty parametrov s cieľom eliminovať nereprezentatívne cenové pozorovania a zároveň zachovať dostatočný rozsah údajov a reprezentatívnosť výpočtu. Pri údajoch zo skenerov a online transakčných údajoch sa do výpočtu vyberajú produkty tak, aby pokrývali približne 80 % tržieb v každej skupine COICOP, čím sa zabezpečuje významné zastúpenie skutočne predávaných produktov. Pri webovo získavaných údajoch informácie o predaných množstvách a tržbách nie sú k dispozícii, preto nie je možné rovnakým spôsobom posúdiť predajný význam jednotlivých produktov. V tomto prípade sa pri filtrovaní vychádza najmä

z vývoja pozorovaných cien, pričom produkty s výraznými cenovými výkyvmi môžu byť na základe stanovených pravidiel z výpočtu vylúčené.

Pri nastavovaní metodických parametrov je zároveň potrebné zohľadniť charakter jednotlivých produktových skupín. Spotrebné správanie, frekvencia obmeny sortimentu aj cenová dynamika sa výrazne líšia medzi potravinami, elektronikou, odevmi alebo drogeriovým tovarom. Zatiaľ čo pri potravinách je charakteristická vysoká frekvencia predaja a časté cenové zmeny, pri elektronike alebo odevoch zohrávajú významnejšiu úlohu sezónnosť, uvádzanie nových modelov či dopredaje. Z uvedeného dôvodu nie je vhodné uplatňovať jednotné prahové hodnoty na všetky produktové skupiny, ale je potrebné ich prispôsobiť charakteru spracovávaných údajov. V prípade online transakčných údajov, ako aj webovo získavaných údajov preto naďalej prebiehajú testy a analýzy, keďže tieto údaje obsahujú viacero druhov tovarov, ako napr. elektroniku, oblečenie, nábytok...

Uvedené skutočnosti potvrdzujú, že návrhu produkčného systému musí predchádzať rozsiahle testovanie, experimentálne výpočty a metodické analýzy. Až na základe ich výsledkov je možné stanoviť také parametre spracovania, ktoré zabezpečia stabilitu produkčného procesu, vysokú kvalitu výsledných cenových indexov a ich dlhodobú porovnateľnosť. Súčasne je potrebné tieto parametre pravidelne prehodnocovať s ohľadom na vývoj maloobchodného trhu, rozširovanie spracovania o nové produktové skupiny a skúsenosti získané z produkčnej prevádzky.

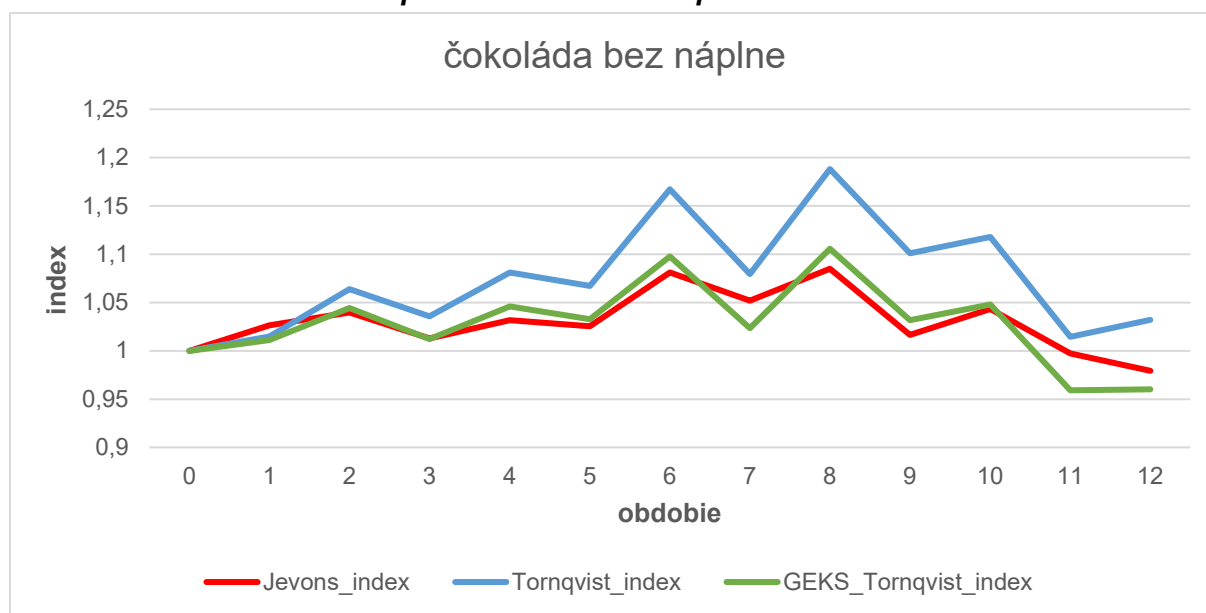
4.5. VÝBER VHODNÉHO CENOVÉHO INDEXU

Jedným z hlavných výstupov opísaného pracovného postupu je zostavovanie cenových indexov založených na údajoch zo skenerov obchodných reťazcov a online transakčných údajoch. Výber najvhodnejšieho indexového vzorca nie je univerzálny a musí vychádzať z viacerých kritérií. Pri rozhodovaní je potrebné zohľadniť výsledky empirických testov, odporúčania medzinárodných organizácií a skúseností iných krajín, ekonomickú interpretovateľnosť indexov, ich stabilitu v čase, schopnosť reagovať na zmeny sortimentu výrobkov, ako aj výpočtovú náročnosť jednotlivých metód. Zároveň je potrebné zabezpečiť, aby zvolený metodický prístup spĺňal požiadavky na reprodukovateľnosť výsledkov a umožňoval dlhodobú porovnateľnosť cenových indexov.

Skúsenosti získané pri implementácii údajov zo skenerov ukázali, že výber indexového vzorca závisí od charakteru produktovej skupiny a spôsobu výberu produktov vstupujúcich do výpočtu. Z axiomatického hľadiska vykazuje Jevonsov index veľmi dobré vlastnosti a patrí medzi všeobecne odporúčané elementárne indexy. Törnqvistov index síce využíva informácie o výdavkových podieloch, pri dynamickom koši a potrebe reťazenia však môže dochádzať k reťazovému driftu. Multilaterálne metódy umožňujú lepšie zohľadniť dynamiku sortimentu, ich výpočet a ekonomická interpretácia sú však zložitejšie. Na základe metodických odporúčaní a výsledkov testovania preto Štatistický úrad Slovenskej republiky zvolil na produkčný výpočet indexov za potraviny, nápoje a tabakové výrobky Jevonsov index, najmä pre jeho vhodné axiomatické vlastnosti, jednoduchú ekonomickú interpretáciu, stabilitu výsledkov, jednoduchú implementáciu a absenciu problému reťazového driftu. Pri online transakčných a webovo získavaných údajoch testovanie vhodných indexových metód naďalej pokračuje. Osobitnú pozornosť si pritom zasluhujú multilaterálne indexy, ktoré umožňujú pracovať s informáciami z viacerých období a sú

vhodné najmä pre produktové skupiny s vyššou mierou obmeny sortimentu a niektoré typy môžu zohľadniť aj vlastnosti produktov.

Graf 2: Porovnanie vývoja cenových indexov vypočítaných rôznymi indexovými vzorcami – elementárna skupina čokoláda bez náplne



Zdroj údajov: Štatistický úrad Slovenskej republiky, výpočty autoriek

Graf porovnáva vývoj mesačných cenových indexov pre elementárnu skupinu čokoláda, ktoré boli vypočítané použitím troch rôznych typov vzorcov – Jevonsovho indexu, Törnqvistovho indexu a GEKS-Törnqvistovho indexu. Cieľom porovnania je poukázať na vplyv výberu indexového vzorca na výsledné hodnoty cenových indexov pri spracovaní údajov zo skenerov obchodných reťazcov.

Význam výberu vhodnej indexovej metódy potvrdzujú aj vedecké štúdie Chessa (2026) a Greenhaougha (2019). Autori poukazujú na to, že pri niektorých druhoch tovarov predávaných prostredníctvom internetu dochádza k veľmi častej obmene sortimentu. Nové výrobky priebežne vstupujú na trh, staršie výrobky z neho miznú alebo sa po určitom čase opätovne objavujú v inovovaných verziách. Takéto prostredie predstavuje významnú metodologickú výzvu pre tradičné bilaterálne indexové vzorce, ktoré predpokladajú existenciu identických produktov v porovnávaných obdobiach. V empirickej časti štúdie autori porovnávajú viacero indexových metód na produktovej skupine chladničky a preukazujú, že výber indexového vzorca môže významne ovplyvniť hodnotu aj časový vývoj cenového indexu. Výsledky zároveň potvrdzujú, že multilaterálne indexové metódy dokážu lepšie zachytiť cenovú dynamiku pri produktoch s častou obmenou sortimentu a predstavujú vhodné riešenie na spracovanie moderných transakčných údajov.

4.6. PRESNOSŤ A INTEGRITA

Konečným cieľom integrácie súkromných zdrojov údajov do produkcie oficiálnej štatistiky je zvýšenie presnosti, reprezentatívnosti a aktuálnosti štatistických výstupov pri súčasnom zachovaní ich metodologickej konzistentnosti. Údaje zo skenerov, ako aj online transakčné údaje od obchodných reťazcov poskytujú podrobné informácie o realizovaných nákupných transakciách vrátane predajných cien, predaných množstiev a obratu jednotlivých výrobkov. V porovnaní s tradičným zisťovaním cien

umožňujú podstatne lepšie zachytiť skutočné spotrebiteľské správanie a pružnejšie reagovať na zmeny sortimentu, sezónnosť predaja či cenové akcie.

Zavedenie nových zdrojov údajov však samo osebe nezaručuje vyššiu kvalitu štatistických výstupov. Nevyhnutným predpokladom ich úspešného využitia je vytvorenie systému priebežného monitorovania kvality údajov počas celého produkčného procesu. Národné štatistické úrady musia pravidelne hodnotiť úplnosť a konzistentnosť vstupných údajov, reprezentatívnosť spracovávaných dát, stabilitu použitých metodických postupov a porovnateľnosť výsledných cenových indexov v čase. Dôležitou súčasťou manažérstva kvality je aj transparentné dokumentovanie metodických postupov, validačných pravidiel a zmien v produkčnom procese, čím sa posilňuje dôveryhodnosť a reprodukovateľnosť oficiálnych štatistických výstupov.

Vo vedeckej štúdii autorky Glaser-Opitzová a Mazureková (2023) analyzujú vplyv časového rozsahu dostupných transakčných údajov na presnosť výpočtu cenových indexov. Autorky porovnali výsledky výpočtu indexov spotrebiteľských cien založených na databázach s úplným a parciálnym časovým pokrytím údajov za produktovú skupinu potraviny a nealkoholické nápoje. Výsledky empirickej analýzy preukázali, že priemerný absolútny percentuálny rozdiel medzi hodnotami cenových indexov vypočítaných z databázy s parciálnym časovým pokrytím a databázy s úplným časovým pokrytím bol vo všetkých analyzovaných obdobiach nižší ako 1 %. Zistenia naznačujú, že vhodne navrhnutá metodika výberu a spracovania údajov dokáže zabezpečiť vysokú presnosť výsledných indexov aj v prípadoch, keď nie je možné využiť transakčné údaje za celé sledované obdobie.

4.7. PRECHOD OD EXPERIMENTÁLNEJ ŠTATISTIKY K OFICIÁLNEJ ŠTATISTIKE

Poslednou etapou produkčného procesu je rozhodnutie o zavedení nového metodického postupu do oficiálnej štatistiky. Ak má nový zdroj nahradiť tradičný spôsob zberu cien, jedným z dôležitých predpokladov je jeho dostatočné pokrytie príslušného segmentu trhu. Napríklad v prípade údajov zo skenerov využívaných Štatistickým úradom Slovenskej republiky pri výpočte indexov za potraviny a nealkoholické nápoje predstavuje pokrytie približne 80 % tržieb v danej oblasti. Pri hodnotení reprezentatívnosti je však potrebné zohľadniť nielen podiel pokrytého trhu, ale aj rozsah produktov zahrnutých do nového zdroja údajov. V tomto smere existuje významný rozdiel oproti tradičnému zberu cien. Pri tradičnom zbere bolo možné sledovať iba vybranú vzorku reprezentatívnych produktov, keďže manuálne zisťovanie cien všetkých produktov dostupných v jednotlivých predajniach by bolo personálne a časovo neuskutočniteľné. Údaje zo skenerov, naopak, poskytujú informácie o všetkých predaných produktoch zapojených obchodných reťazcov na území Slovenskej republiky. Obdobne online transakčné údaje umožňujú pracovať s informáciami o celom rozsahu realizovaných predajov príslušného internetového predajcu. Nové zdroje tak prinášajú nielen širšie pokrytie produktov, ale aj podrobnejšie informácie o skutočne realizovaných predajoch, cenách a množstvách.

Pred samotnou implementáciou je nevyhnutné overiť metodickú správnosť navrhovaného riešenia, zdokumentovať produkčný proces a vyhodnotiť vplyv metodickej zmeny na výsledné hodnoty cenových indexov. Súčasťou overovania je aj spätný prepočet indexov podľa novej metodiky minimálne za obdobie jedného roka. Takto vypočítané indexy sa porovnávajú s už publikovanými hodnotami založenými na

údajoch získaných tradičným zberom cien. Porovnanie umožňuje posúdiť rozdiely medzi pôvodným a novým postupom, stabilitu výsledkov a kvantifikovať vplyv metodologickej zmeny pred jej zavedením do produkcie.

Pri harmonizovanom indexe spotrebiteľských cien (HICP) je potrebné o plánovanej metodologickej zmene vopred informovať EUROSTAT. Súčasťou procesu je vypracovanie metodologickej dokumentácie, kvantifikácia vplyvu navrhovanej zmeny na hodnoty indexov a preukázanie, že nový postup spĺňa požiadavky európskej legislatívy a metodických usmernení. Dôležitá je zároveň transparentná komunikácia s používateľmi štatistických výstupov. Pri implementácii údajov zo skenerov Štatistický úrad Slovenskej republiky informoval používateľov o metodologickej zmene a na svojom webovom sídle, ako aj pri zverejňovaných údajoch sprístupnil informáciu o zmene spolu so stručným opisom novej metodiky (Štatistický úrad Slovenskej republiky, 2026). Až po úspešnom ukončení testovania a schválení metodologickej zmeny môže byť nový produkčný proces zavedený do pravidelnej produkcie oficiálnej štatistiky.

5. ZÁVER

Využívanie údajov zo skenerov obchodných reťazcov, online transakčných údajov a webovo získavaných údajov predstavuje jeden z najvýznamnejších krokov v modernizácii cenových štatistík za posledné desaťročia. Nové zdroje údajov umožňujú presnejšie zachytiť spotrebiteľské správanie, rozširujú pokrytie sledovaných produktov a vytvárajú predpoklady na vyššiu mieru automatizácie produkčného procesu. Súčasne však prinášajú nové metodologické, technické a organizačné výzvy, ktoré si vyžadujú zásadnú transformáciu existujúcich procesov tvorby oficiálnych štatistík.

Príspevok predstavil metodologické aspekty manažérstva kvality pri implementácii nových zdrojov údajov v Štatistickom úrade Slovenskej republiky. Pozornosť bola venovaná celému produkčnému procesu – od nadviazania spolupráce s poskytovateľmi údajov, vytvorenia právneho a technického rámca ich poskytovania cez bezpečný prenos, validáciu, spracovanie a automatizáciu údajov až po výpočet cenových indexov a zabezpečenie kvality výsledných štatistických výstupov. Osobitná pozornosť bola venovaná výberu vhodných metodických postupov, používateľom definovaných kritérií a indexových metód, ktoré významne ovplyvňujú kvalitu a reprezentatívnosť výsledných indexov spotrebiteľských cien.

Skúsenosti získané počas implementácie potvrdzujú, že úspešné zavedenie nových zdrojov údajov nezávisí iba od ich dostupnosti alebo od vybudovania technickej infraštruktúry. Rozhodujúcim predpokladom je vytvorenie komplexného systému manažérstva kvality, ktorý zabezpečuje spoľahlivosť údajov počas celého produkčného procesu. Kľúčovými prvkami takéhoto systému sú dlhodobá spolupráca s poskytovateľmi údajov, automatizované validačné mechanizmy, bezpečné spracovanie obchodne citlivých údajov, priebežné monitorovanie kvality, odborný dohľad expertov a dôsledná dokumentácia metodických postupov.

Významným poznatkom je aj skutočnosť, že automatizácia produkčného procesu nepredstavuje jednorazové riešenie, ale kontinuálny proces vývoja. Produkčné aplikácie sa musia priebežne rozširovať o nové produktové skupiny, ďalších poskytovateľov údajov, nové validačné pravidlá a metodické požiadavky vyplývajúce z vývoja medzinárodných odporúčaní aj praktických skúseností z produkcie.

Zachovanie vysokej úrovne kvality preto vyžaduje neustálu spoluprácu odborníkov na cenovú štatistiku, informačné technológie a spracovanie údajov.

Výsledky prezentované v článku zároveň potvrdzujú, že vhodne nastavené procesy validácie, filtrovania údajov a výberu indexových metód významne prispievajú k stabilite a ekonomickej interpretovateľnosti výsledných cenových indexov. Výber metodických postupov musí vychádzať z dôsledných analýz a empirického testovania, pričom univerzálne riešenie vhodné pre všetky produktové skupiny neexistuje. Preto je nevyhnutné metodické postupy priebežne overovať a prispôbovať charakteru jednotlivých zdrojov údajov a sledovaných produktov.

Možno konštatovať, že implementácia nových zdrojov údajov predstavuje nielen technologickú inováciu, ale predovšetkým komplexnú transformáciu produkcie cenových štatistik. Jej úspech závisí od schopnosti prepojiť moderné informačné technológie, metodologické inovácie a princípy manažérstva kvality do jednotného produkčného systému. Skúsenosti Štatistického úradu Slovenskej republiky ukazujú, že takýto prístup umožňuje vytvoriť udržateľné a efektívne produkčné prostredie, ktoré je pripravené reagovať na ďalší rozvoj alternatívnych zdrojov údajov a budúce požiadavky na modernizáciu oficiálnej štatistiky. Modernizácia oficiálnej štatistiky preto nie je jednorazovým projektom, ale dlhodobým procesom kontinuálneho zlepšovania, ktorý musí pružne reagovať na meniace sa podmienky a nové požiadavky používateľov štatistických informácií.

So zámerom vylúčiť konflikt záujmov Helena Glaser-Opitzová ako spoluautorka článku neparticipovala na per rollam komunikácii a rokovaníach redakčnej rady časopisu Slovenská štatistika a demografia vo veciach týkajúcich sa tohto článku.

LITERATÚRA

- Böttcher, I., & Sergeev, S. (2014). *Austrian scanner data project – Report: Multipurpose consumer price statistics: The use of scanner data* [Paper presentation]. ECE/ILO Meeting of the Group of Experts on Consumer Price Indices, Geneva, Switzerland.
https://unece.org/fileadmin/DAM/stats/documents/ece/ces/ge.22/2014/WS4/WS4_08_Multipurpose_Consumer_Price_Statistics_The_use_of_scanner_data.pdf
- Chessa, A. G. (2026). *Index methodology for transaction data in the Dutch CPI* [Discussion Paper]. Statistics Netherlands.
https://www.cbs.nl/en-gb/background/2026/06/index-methodology-for-transaction-data-in-the-dutch-cpi?utm_source=chatgpt.com
- Chessa, A. G., Verburg, J., & Willenborg, L. (2017). *A comparison of price index methods for scanner data* [Paper presentation]. 15th Meeting of the Ottawa Group, Eltville, Germany. <https://stats.unece.org/ottawagroup/download/f460.pdf>
- Eurostat. (2017). *Harmonised Index of Consumer Prices: Practical Guide for Processing Supermarket Scanner Data*. European Commission.
<https://circabc.europa.eu/ui/group/7b031f10-ac19-4da3-a36f-58708a70133d/library/8e1333df-ca16-40fc-bc6a-1ce1be37247c/details/1.2>
- Eurostat. (2020). *Practical guidelines on web scraping for the HICP*. European Commission.
<https://ec.europa.eu/eurostat/documents/272892/12032198/Guidelines-web-scraping-HICP-11-2020.pdf>

- Eurostat. (2022). *Guide on Multilateral Methods in the Harmonised Index of Consumer Prices* (2022 ed.). Publication Office of the European Union.
<https://doi.org/10.2785/873932>
- Eurostat. (2024). *Harmonised Index of Consumer Prices (HICP): Methodological Manual* (2024 ed.). Publication Office of the European Union.
<https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/18594110/KS-GQ-24-003-EN-N.pdf>
- Glaser-Opitzová, H. (2019). Nové zdroje údajov pre cenovú štatistiku a metódy ich spracovania. *Slovenská štatistika a demografia/Slovak Statistics and Demography*, 29(4), 49 – 66. <https://ssad.statistics.sk/SSaD/index.php/nove-zdroje-udajov-pre-cenovu-statistiku-a-metody-ich-spracovania/>
- Glaser-Opitzová, H. (2022). Use of scanner data in measuring the consumer price index in the conditions of the Slovak Republic. In D. Kuběnková, J. Zeman, & P. Puškárová (Eds.), *EDAMBA 2021: Conference proceedings* (pp. 92 – 102). University of Economics in Bratislava.
<https://doi.org/10.53465/EDAMBA.2021.9788022549301.92-102>
- Glaser-Opitzová, H., & Mazureková, P. (2023). Vplyv parciálneho časového pokrytia údajov zo skenerov na presnosť cenových indexov. *Slovenská štatistika a demografia/Slovak Statistics and Demography*, 33(3), 39 – 54.
<https://ssad.statistics.sk/SSaD/index.php/vplyv-parcialneho-casoveho-pokrytia-udajov-zo-skenerov-na-presnost-cenovych-indexov/>
- Greenhough, L. (2019). *New data sources in consumer price statistics: July 2019*. Office for National Statistics.
<https://www.ons.gov.uk/economy/nationalaccounts/uksectoraccounts/compendium/economicreview/july2019/newdatasourcesinconsumerpricestatisticsjuly2019>
- IMF, ILO, Eurostat, UNECE, OECD, & The World Bank. (2020). *Consumer price index manual: Concepts and methods*. <https://www.imf.org/-/media/files/data/cpi/cpi-manual-concepts-and-methods.pdf>
- Knížat, P. (2023). Web scraped data in consumer price indices. *Statistical Journal of the IAOS*, 39(1), 203 – 212. <https://doi.org/10.3233/SJI-220115>
- Knížat, P., Furková, A., Glaser-Opitzová, H., & Peťko, P. (2025). Nowcasting industrial production index with high-frequency toll data. *Statistical Journal of the IAOS*, 41(1), 102 – 111. <https://doi.org/10.1177/18747655241307540>
- Knížat, P., & Glaser-Opitzová, H. (2023). Index spotrebiteľských cien z webscrapovaných údajov: Analýza vybranej produktovej skupiny. *Slovenská štatistika a demografia/Slovak Statistics and Demography*, 33(1), 37 – 49.
<https://ssad.statistics.sk/SSaD/index.php/index-spotrebitelських-cien-z-webscrapovanych-udajov-analyza-vybranej-produktovej-skupiny/>
- Knížat, P., Glaser-Opitzová, H., Furková, A., & Vojtková, M. (2024). Multilateral indices in official price statistics and a new additive splicing method. *Quality & Quantity*, 58(5), 4207 – 4222. <https://doi.org/10.1007/s11135-024-01848-3>
- Krsinich, F. (2015). *Implementation of consumer electronics scanner data in the New Zealand CPI* [Paper presentation]. New Zealand Association of Economists Conference, Wellington, New Zealand.
<https://www.nzae.org.nz/wp-content/uploads/2017/01/Frances.pdf>
- Štatistický úrad Slovenskej republiky (2026). *Spotrebiteľské ceny a ceny produkčných štatistik*. Retrieved April 17, 2026, from <https://lnk.sk/qtwfm>

van der Grient, H., & de Haan, J. (2010). *The use of supermarket scanner data in the Dutch CPI*. Statistics Netherlands. Statistics Netherlands. <https://www.cbs.nl/en-gb/our-services/methods/surveys/comprehensive-description/the-use-of-supermarket-scanner-data-in-the-dutch-cpi>

RESUMÉ

Príspevok sa zaoberá metodologickými aspektmi manažérstva kvality pri implementácii nových zdrojov údajov do produkcie indexov spotrebiteľských cien v Štatistickom úrade Slovenskej republiky. Pozornosť je venovaná celému produkčnému procesu od nadviazania spolupráce s poskytovateľmi údajov cez bezpečný prenos, validáciu, spracovanie a automatizáciu údajov až po výpočet cenových indexov a zabezpečenie kvality výsledných štatistických výstupov. Príspevok poukazuje na význam vytvorenia robustného produkčného prostredia, ktoré kombinuje moderné informačné technológie, automatizované spracovanie veľkoobjemových dát a odborný dohľad expertov na cenovú štatistiku. Zároveň zdôrazňuje, že úspešná implementácia údajov zo skenerov obchodných reťazcov, online transakčných údajov a webovo získavaných údajov si vyžaduje nielen metodologické inovácie, ale aj systematické uplatňovanie princípov manažérstva kvality počas celého životného cyklu údajov. Skúsenosti Štatistického úradu Slovenskej republiky potvrdzujú, že takýto prístup vytvára predpoklady na zvyšovanie kvality, spoľahlivosti a udržateľnosti moderných cenových štatistík.

RESUME

This paper examines the methodological aspects of quality management in the implementation of new data sources for the compilation of the Consumer Price Index at the Statistical Office of the Slovak Republic. It covers the entire production process, from establishing cooperation with data providers through secure data transmission, validation, processing, and automation to the compilation of price indices and quality assurance of statistical outputs. The paper highlights the importance of developing a robust production environment that combines modern information technologies, automated processing of large volumes of data, and expert supervision by price statistics specialists. It further emphasizes that the successful integration of scanner data, online transaction data, and web-scraped data requires not only methodological innovation but also the systematic application of quality management principles throughout the entire data life cycle. The experience of the Statistical Office of the Slovak Republic confirms that such an approach provides a basis for improving the quality, reliability, and sustainability of modern price statistics.

PROFESIJNÝ ŽIVOTOPIS

RNDr. Petra Mazureková, PhD., pracuje ako metodička v sekcii všeobecnej metodiky, registrov a koordinácie národného štatistického systému v odbore metód štatistických zisťovaní Štatistického úradu Slovenskej republiky ako členka tímu zodpovedného za efektívne štatistické metódy, analýzy a výpočty s dôrazom na šandardizáciu štatistických procesov, systém monitorovania, vykazovania a hodnotenia kvality štatistických zisťovaní a ich produktov a využívanie administratívnych zdrojov údajov na štatistické účely. Od mája 2018 je projektovou manažérkou projektu Scanner data.

Ing. Helena Glaser-Opitzová, PhD., je generálna riaditeľka sekcie všeobecnej metodiky, registrov a koordinácie národného štatistického systému Štatistického úradu Slovenskej republiky a členka riaditeľskej skupiny Eurostatu pre metodológiu (DIME), ktorá poskytuje poradenstvo Európskemu štatistickému výboru (ESSC) v strategických otázkach. Riadila a podieľala sa na mnohých modernizačných aktivitách úradu. V súčasnosti vedie interný projekt úradu zameraný na modernizáciu cenových štatistík.

KONTAKT

petra.mazurekova@statistics.sk

helena.glaser-opitzova@statistics.sk

Peter KNÍŽAT

Štatistický úrad Slovenskej republiky, Fakulta managementu, Univerzita Komenského v Bratislave

**TRANSAKČNÉ ÚDAJE Z INTERNETOVÝCH OBCHODOV
AKO NOVÝ ZDROJ ÚDAJOV PRE CENOVÚ ŠTATISTIKU:
MOŽNOSTI ZOSTAVOVANIA INDEXOV SPOTREBITEĽSKÝCH CIEŇ**

**TRANSACTION DATA FROM ONLINE RETAILERS
AS A NEW DATA SOURCE FOR PRICE STATISTICS:
POSSIBILITIES FOR CONSUMER PRICE INDEX COMPILATION**

ABSTRAKT

Digitalizácia maloobchodného predaja významne mení spôsob nakupovania spotrebiteľov a zároveň vytvára nové možnosti na modernizáciu produkcie oficiálnych štatistík. Zatiaľ čo tradičný zber cien je založený na zisťovaní cien vybraných reprezentantov, nové zdroje údajov umožňujú pracovať s rozsiahlymi databázami cien a transakcií získavaných priamo z elektronických obchodov. Jedným z perspektívnych zdrojov sú transakčné údaje internetových obchodov, ktoré okrem cien obsahujú aj informácie o počte predaných položiek a hodnote predaja jednotlivých produktov. Takéto údaje poskytujú presnejšie zachytenie skutočného spotrebiteľského správania a vytvárajú predpoklady na zostavovanie ekonomicky presnejších indexov spotrebiteľských cien. Cieľom článku je predstaviť možnosti využitia transakčných údajov z internetových obchodov pri zostavovaní indexov spotrebiteľských cien v podmienkach Štatistického úradu Slovenskej republiky. Príspevok opisuje spôsob automatizovaného získavania a spracovania údajov, predstavuje metodický rámec výpočtu bilaterálnych a multilaterálnych indexov spotrebiteľských cien a analyzuje rozdiely medzi váženými a neváženými prístupmi. Empirická analýza vychádza z experimentálnych transakčných údajov poskytovaných platformou Heureka pre vybrané produktové skupiny slovenského internetového trhu. Výsledky ukazujú, že využitie transakčných údajov z internetových obchodov umožňuje konštruovať vážené indexy spotrebiteľských cien založené na reálnom objeme predaja, pričom multilaterálne metódy významne znižujú volatilitu časových radov. Súčasne sa potvrdzuje význam filtrovania extrémnych cenových zmien pred samotným výpočtom indexov. Článok predstavuje ďalší krok vo výskume implementácie alternatívnych zdrojov údajov do cenovej štatistiky a poukazuje na potenciál transakčných údajov z internetových obchodov ako perspektívneho zdroja pre budúcu produkciu oficiálnych indexov spotrebiteľských cien.

ABSTRACT

The digitalisation of retail trade is changing consumer purchasing behaviour while creating new opportunities for the modernisation of official statistics. While traditional price collection is based on selected representative products, new data sources enable statistical institutions to work with large databases of prices and transactions obtained directly from online shops. One of the most promising data sources is transaction data from online retailers, which, in addition to prices also contain information on the quantities of individual products sold and their sales value. Such data provide a more accurate representation of actual consumer purchasing behaviour and create the potential for compiling more economically accurate consumer price indices. The objective of this paper is to present the potential use of transaction data from online

retailers for the compilation of consumer price indices at the Statistical Office of the Slovak Republic. The paper describes the automated data collection process, presents the methodological framework for bilateral and multilateral consumer price indices, and analyses the differences between weighted and unweighted approaches. The empirical analysis is based on experimental transaction data obtained from the Heureka online platform for selected product categories on the Slovak market. The results indicate that transaction data enable the construction of economically more representative weighted price indices while multilateral methods substantially reduce the volatility of price index series. The findings also confirm the importance of filtering extreme price changes before index compilation. The paper contributes to the ongoing research into the implementation of alternative data sources in official price statistics and demonstrates the potential of transaction data from online retailers for future consumer price index production.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

cenová štatistika, index spotrebiteľských cien, transakčné údaje, internetový obchod, multilaterálne indexy, oficiálna štatistika

KEY WORDS

price statistics, consumer price index, transaction data, e-commerce, multilateral indices, official statistics

1. ÚVOD

Meranie inflácie patrí medzi základné úlohy národných štatistických inštitúcií. Index spotrebiteľských cien predstavuje jeden z najvýznamnejších makroekonomických ukazovateľov, ktorý slúži nielen na hodnotenie cenového vývoja v ekonomike, ale zároveň tvorí dôležitý podklad pre menovú politiku, valorizáciu sociálnych dávok, dôchodkov či obchodných kontraktov. Kvalita odhadu inflácie je preto priamo závislá od kvality údajov, ktoré vstupujú do výpočtu indexov spotrebiteľských cien.

Tradičný spôsob zisťovania cien je založený na pravidelnom zbere cien reprezentantov vo vybraných kamenných predajniach alebo prostredníctvom internetového zisťovania cien. Takýto prístup bol dlhé roky postačujúci, avšak dynamický rozvoj elektronického obchodu významne mení spôsob spotrebiteľského správania. Rastúci podiel online nákupov spôsobuje, že čoraz väčšia časť spotrebiteľských výdavkov vzniká mimo tradičných predajní. Súčasne vznikajú nové zdroje údajov, ktoré dokážu zachytiť cenový vývoj podstatne detailnejšie ako klasické štatistické zisťovania.

Jedným z najvýznamnejších smerov rozvoja cenovej štatistiky je využívanie alternatívnych zdrojov údajov. Medzi najznámejšie patria skenerové údaje získavané priamo od maloobchodných obchodných reťazcov, webscrapované údaje získavané automatizovaným zberom cien z internetových stránok a najnovšie aj transakčné údaje internetových obchodov. Zatiaľ čo webscraping poskytuje informácie o ponúkaných cenách produktov, transakčné údaje zachytávajú skutočne realizované nákupy spotrebiteľov. Okrem ceny jednotlivých produktov obsahujú aj informácie o počte predaných kusov a hodnote predaja, čím umožňujú zostavovať vážené indexy spotrebiteľských cien založené na reálnych spotrebiteľských výdavkoch.

Štatistický úrad Slovenskej republiky sa problematike implementácie nových zdrojov údajov venuje systematicky už niekoľko rokov. Po úspešnom výskume využitia webscrapovaných údajov nasledovala spolupráca s platformou Heureka, ktorá umožnila pravidelné získavanie agregovaných transakčných údajov zo slovenských internetových obchodov. Významnou výhodou tohto riešenia je možnosť úplnej automatizácie celého procesu od získania údajov až po výpočet experimentálnych indexov spotrebiteľských cien.

Na rozdiel od webscrapovaných údajov, ktoré reprezentujú ponukové ceny produktov, transakčné údaje z internetových obchodov umožňujú presnejšie zachytiť ekonomickú realitu trhu. Spotrebiteľ totiž nemusí nakupovať produkt s najnižšou ponúkanou cenou a časť produktov ponúkaných v internetových obchodoch nemusí byť vôbec predaná. Použitie transakčných údajov preto predstavuje prirodzený krok k ekonomicky presnejšiemu meraniu cenového vývoja, podobne ako implementácia skenerových údajov do cenovej štatistiky kamenných predajní.

Napriek uvedeným výhodám je pri interpretácii transakčných údajov z platformy Heureka potrebné zohľadniť aj niektoré špecifiká a obmedzenia tohto dátového zdroja. Údaje nezachytávajú všetky transakcie realizované na slovenskom internetovom trhu, keďže nie všetky internetové obchody pôsobiace na trhu s platformou Heureka spolupracujú a rozsah ich zapojenia môže byť rozdielny. Zároveň nie všetky nákupy produktov vyhľadávaných prostredníctvom platformy Heureka musia byť zachytené v dostupných transakčných údajoch, keďže používateľ môže uskutočniť nákup priamo zo stránky konkrétneho internetového obchodu. Pokrytie transakcií sa preto môže medzi jednotlivými produktmi a produktovými skupinami líšiť. Ďalším limitom údajov z platformy Heureka môže byť, že štruktúra produktov zastúpených na platforme nemusí v rovnakej miere reprezentovať jednotlivé časti spotrebného koša. Uvedené limitácie predstavujú priestor na ďalší výskum. Ten by sa mal zamerať predovšetkým na posúdenie reprezentatívnosti dostupných transakčných údajov a na kvantifikáciu podielu jednotlivých produktov a produktových skupín zachytených prostredníctvom platformy Heureka na celkovom relevantnom internetovom trhu. Takéto hodnotenie umožní presnejšie posúdiť možnosti širšieho využitia tohto zdroja údajov pri zostavovaní indexov spotrebiteľských cien v praxi.

Cieľom článku je predstaviť možnosti využitia transakčných údajov z internetových obchodov pri zostavovaní indexov spotrebiteľských cien. Pozornosť sa sústreďuje na opis automatizovaného procesu spracovania údajov, porovnanie bilaterálnych a multilaterálnych metód výpočtu indexov spotrebiteľských cien a analýzu rozdielov medzi váženými a neváženými prístupmi. Empirická časť vychádza z experimentálnych údajov získavaných Štatistickým úradom Slovenskej republiky priamo od spoločnosti Heureka a nadväzuje na doterajší výskum implementácie nových zdrojov údajov do produkcie oficiálnych cenových štatistík.

Výsledky predstavené v tomto článku vychádzajú z príspevku prezentovaného na 64. svetovom štatistickom kongrese (*ISI World Statistics Congress*), ktorý sa konal v roku 2025 v Haagu. Medzinárodná odborná diskusia počas konferencie poskytla cennú spätnú väzbu k navrhovanej metodike využitia transakčných údajov z internetových obchodov pri zostavovaní indexov spotrebiteľských cien. Predkladaný článok nadväzuje na prezentované výsledky, rozširuje ich o podrobnejší metodický

opis a zasadzuje ich do širšieho kontextu implementácie alternatívnych zdrojov údajov v oficiálnej cenovej štatistike.

2. PREHĽAD LITERATÚRY

V posledných dvoch desaťročiach prechádza cenová štatistika významnou transformáciou, ktorá je spôsobená rastúcou digitalizáciou maloobchodu a dostupnosťou nových zdrojov údajov. Tradičný spôsob zisťovania cien prostredníctvom manuálneho zberu alebo výberových štatistických zisťovaní je postupne dopĺňaný, prípadne nahrádzaný automatizovanými zdrojmi údajov, ako sú skenerové údaje, webscrapované údaje alebo transakčné údaje internetových obchodov. Hlavným cieľom tohto vývoja je zvýšiť ekonomickú reprezentatívnosť indexov spotrebiteľských cien pri súčasnom znížení administratívnej záťaže a nákladov na zber údajov.

Teoretické základy zostavovania indexov spotrebiteľských cien podrobne opisuje manuál vydaný medzinárodnými organizáciami ILO, IMF, OECD, UNECE, Eurostatom a Svetovou bankou (ILO et al., 2004). Publikácia predstavuje základné princípy tvorby spotrebiteľských košov, výberu reprezentantov a konštrukcie elementárnych indexov spotrebiteľských cien. Nadväzujú na ňu monografie Balka (2008) a von der Lippeho (2007), ktoré rozvíjajú axiomatický prístup k teórii indexových čísel a analyzujú matematické vlastnosti jednotlivých indexových vzorcov. Významným príspevkom k modernej teórii indexových čísel sú aj práce Diewerta (1976; 2022), ktoré rozpracovali ekonomické základy superlatívnych indexov a problematiku reťazového vychýľovania (tzv. *chain drift*) pri dynamických spotrebných košoch.

Významný posun vo výskume nastal po rozšírení skenerových údajov, ktoré obsahujú informácie o skutočne realizovaných predajoch jednotlivých produktov. Na rozdiel od tradičného zisťovania cien umožňujú skenerové údaje pracovať so všetkými predanými položkami vrátane predaného množstva a tržieb, čím vytvárajú predpoklady na zostavovanie ekonomicky reprezentatívnejších vážených indexov spotrebiteľských cien. Spracovanie takýchto údajov si však vyžaduje nové metodické prístupy pri čistení údajov, filtrovaní extrémnych hodnôt, párovaní produktov a výbere vhodnej indexovej formuly. Tieto otázky podrobne analyzujú napríklad Białek a Beręsewicz (2021) alebo de Haan et al. (2021).

S rozvojom internetového predaja sa pozornosť výskumu presunula aj na využitie cien získavaných automatizovaným zberom údajov z internetových stránok, označovaným ako webscraping. Webscrapované údaje predstavujú ponukové ceny produktov z internetových obchodov, ktoré možno získavať vo vysokej frekvencii a bez potreby manuálneho zberu údajov. Výhodou tohto prístupu je možnosť monitorovať prakticky všetky produkty dostupné na internetovom trhu. Nevýhodou však zostáva skutočnosť, že ide o ponukové ceny, ktoré nemusia odrážať reálne nákupné správanie spotrebiteľov. Navyše webscrapované údaje neobsahujú informácie o predanom množstve ani o hodnote predaja, čo znemožňuje konštrukciu vážených indexov spotrebiteľských cien. Význam webscrapingu pre modernizáciu cenovej štatistiky analyzovali napríklad Polidoro et al. (2015).

Rozsiahly výskum sa venuje aj samotnej metodike výpočtu indexov spotrebiteľských cien pri nových zdrojoch údajov. Tradičné bilaterálne indexy, ktoré porovnávajú dve časové obdobia, sú pri vysokej dynamike produktov náchylné na vznik reťazového vychýľovania. Z tohto dôvodu sa čoraz väčšia pozornosť venuje

multilaterálnym metódam, ktoré porovnávajú viacero časových období súčasne. Medzi najvýznamnejšie patrí metóda GEKS, ktorú na časové porovnania cien rozpracovali Ivancic et al. (2011). Súčasný metodický rámec multilaterálnych indexov pre harmonizovaný index spotrebiteľských cien podrobne sumarizuje metodická príručka Eurostatu (Eurostat, 2022), ktorá sa stala referenčným dokumentom pre národné štatistické úrady pri implementácii skenerových údajov.

Problematike implementácie nových zdrojov údajov sa systematicky venuje aj Štatistický úrad Slovenskej republiky. H. Glaser-Opitzová (2019) predstavila metodické aspekty využitia skenerových údajov v cenovej štatistike a následne spolu v článku s P. Mazurekovou analyzovali vplyv dĺžky referenčného obdobia pri spracovaní skenerových údajov (Glaser-Opitzová & Mazureková, 2023). Na tieto práce nadviazali štúdie zamerané na webscrapované údaje, ktoré analyzovali agregáciu denných cien, multilaterálne indexy spotrebiteľských cien a využitie hedonických regresných modelov pri výpočte indexov spotrebiteľských cien (Knížat, 2023a; Knížat, 2023b; Knížat et al., 2024). Výsledky uvedených výskumov vytvorili metodický základ pre ďalší krok modernizácie cenovej štatistiky, ktorým je využitie transakčných údajov internetových obchodov.

Predkladaný článok nadväzuje na uvedené práce a rozširuje doterajší výskum implementácie alternatívnych zdrojov údajov do cenovej štatistiky. Na rozdiel od predchádzajúcich štúdií založených na webscrapovaných údajoch sa empirická analýza sústreďuje na transakčné údaje internetových obchodov, ktoré umožňujú porovnať správanie vážených a nevážených bilaterálnych aj multilaterálnych indexov spotrebiteľských cien a posúdiť ich potenciál pre budúcu produkciu oficiálnych cenových štatistík.

3. METODIKA

Táto kapitola podrobne opisuje metodiku použitú pri spracovaní transakčných údajov z online predajov a výpočte experimentálnych indexov spotrebiteľských cien. Najskôr predstavujeme zdroj údajov a ich základné charakteristiky, následne proces ich automatizovaného spracovania a výpočtu bilaterálnych a multilaterálnych indexových metód. Záverečná časť kapitoly je venovaná postupom na identifikáciu a odstránenie extrémnych cenových zmien, ktoré prispievajú k zvýšeniu kvality výsledných indexov.

3.1. TRANSAKČNÉ ÚDAJE Z ONLINE PREDAJOV

Modernizácia cenovej štatistiky je úzko spojená s implementáciou nových zdrojov údajov, ktoré umožňujú presnejšie zachytiť spotrebiteľské správanie na trhu. V podmienkach elektronického obchodu predstavujú perspektívny zdroj údajov transakčné údaje internetových obchodov, ktoré obsahujú informácie o skutočne realizovaných nákupoch spotrebiteľov.

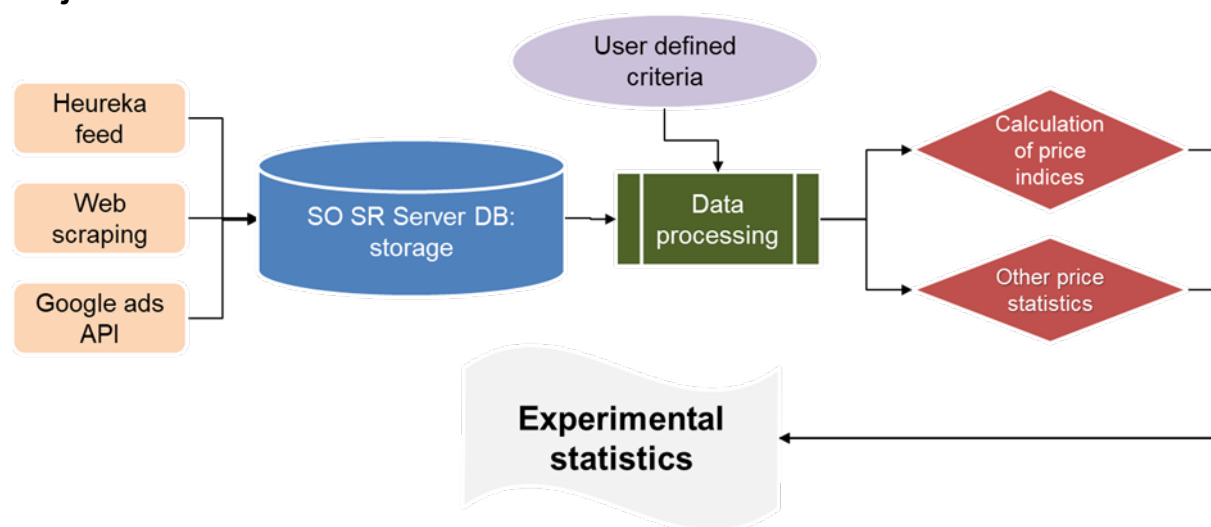
Na rozdiel od webscrapovaných údajov, ktoré predstavujú ponukové ceny produktov zverejnené na internetových stránkach, transakčné údaje obsahujú cenu, za ktorú bol produkt skutočne predaný, počet predaných kusov a hodnotu realizovaných tržieb za sledované obdobie. Tieto informácie umožňujú zostaviť vážené indexy spotrebiteľských cien, ktorých váhy sú odvodené od skutočných spotrebiteľských výdavkov.

Empirická analýza vychádza z experimentálnych údajov získavaných prostredníctvom platformy Heureka, ktorá združuje internetové obchody pôsobiace na slovenskom trhu. Platforma agreguje transakčné údaje jednotlivých internetových obchodov a poskytuje ich Štatistickému úradu Slovenskej republiky vo forme pravidelného denného dátového toku. Každý záznam obsahuje identifikáciu produktu, jeho charakteristiky, počet predaných kusov a hodnotu predaja za príslušný deň.

3.2. AUTOMATIZOVANÉ SPRACOVANIE ÚDAJOV

Implementácia online transakčných údajov z internetových obchodov do cenových štatistík si vyžaduje vytvorenie automatizovaného procesu spracovania údajov. Na obrázku 1 je znázornená štruktúra spracovania údajov použitá v experimentálnom prostredí Štatistického úradu Slovenskej republiky.

Obrázok 1: Automatizovaný proces spracovania transakčných a webscrapovaných údajov



Zdroj: náčrt autora

Obrázok 1 demonštruje, že celý proces pozostáva z niekoľkých na seba nadväzujúcich krokov.

V prvom kroku platforma Heureka pravidelne poskytuje agregované transakčné údaje z internetových obchodov. Súčasťou systému sú aj údaje získané webscrapingom alebo prostredníctvom rozhraní API internetových platforiem.

V druhom kroku sa údaje automaticky ukladajú do databázového prostredia Štatistického úradu Slovenskej republiky. Centralizované úložisko zabezpečuje archiváciu jednotlivých dátových dávok, ich kontrolu a následné spracovanie.

Nasleduje etapa spracovania údajov, ktorá zahŕňa kontrolu kvality údajov, vytvorenie analytických dátových súborov a prípravu vstupov na výpočet indexov spotrebiteľských cien. V tejto fáze je možné aplikovať rôzne filtre na odstránenie extrémnych cenových zmien alebo iných neštandardných pozorovaní.

Poslednou etapou je výpočet experimentálnych indexov spotrebiteľských cien a ich využitie pri ďalších produktoch cenovej štatistiky alebo experimentálnych štatistikách.

Výhodou navrhnutého riešenia je vysoký stupeň automatizácie celého procesu. Po nastavení dátových tokov je možné jednotlivé kroky realizovať bez manuálnych zásahov, čím sa znižujú náklady na produkciu štatistických údajov a zároveň sa zvyšuje ich aktuálnosť.

3.3. BILATERÁLNE INDEXY SPOTREBITEĽSKÝCH CIEN

Na porovnanie vývoja cien sme použili reťazené bilaterálne indexy spotrebiteľských cien, ktoré porovnávajú ceny medzi dvoma časovými obdobiami. V článku analyzujeme nevážený Jevonsov index a vážený Törnqvistov index.

Jevonsov index patrí medzi najčastejšie používané elementárne indexy spotrebiteľských cien. Je definovaný ako geometrický priemer individuálnych cenových relatív všetkých produktov zaradených do spotrebného koša (Balk, 2008)

$$J_{0,t} = \prod_{i=1}^N \left(\frac{p_i^t}{p_i^0} \right)^{\frac{1}{N}}, \quad (1)$$

kde p_i^0 predstavuje cenu produktu i v bázičkom období 0, p_i^t cenu produktu v aktuálnom období t a $i = 1, \dots, N$ počet produktov zahrnutých do výpočtu.

Výhodou Jevonsovho indexu je jeho jednoduchá interpretácia a splnenie viacerých axiomatických vlastností indexových čísel (Balk, 2008). Keďže však všetkým produktom priraduje rovnakú váhu, nezohľadňuje rozdielny význam jednotlivých produktov z pohľadu spotrebiteľských výdavkov.

Na odstránenie tejto nevýhody možno využiť Törnqvistov index, ktorý využíva váhy odvodené z podielov výdavkov jednotlivých produktov v porovnávaných obdobiach (Balk, 2008)

$$T_{0,t} = \prod_{i \in S; t=1} \left(\frac{p_i^t}{p_i^0} \right)^{\frac{1}{2}(s_i^0 + s_i^t)}, \quad (2)$$

kde $s_i^0 = \frac{p_i^0 q_i^0}{\sum_{j=1}^N p_j^0 q_j^0}$ a $s_i^t = \frac{p_i^t q_i^t}{\sum_{j=1}^N p_j^t q_j^t}$ predstavujú podiel výdavkov produktu i na celkových výdavkoch v bázičkom 0 a aktuálnom období t , pričom q_j^0 a q_j^t predstavujú počet predaných kusov produktu i v bázičkom 0 a aktuálnom období t v danom poradí.

Použitie Törnqvistovho indexu je možné práve vďaka tomu, že online transakčné údaje obsahujú informácie o objeme predaja jednotlivých produktov. Na rozdiel od webscrapovaných údajov tak možno zostaviť ekonomicky reprezentatívnejší index spotrebiteľských cien.

3.4. MULTILATERÁLNE INDEXY SPOTREBITEĽSKÝCH CIEN

Pri vysokom počte nových a zanikajúcich produktov môžu bilaterálne indexy po ich reťazení vykazovať postupné systematické vychýľovanie (tzv. *chain drift*). Z tohto dôvodu sa na výpočet indexov spotrebiteľských cien čoraz častejšie využívajú multilaterálne metódy.

V tejto štúdii sme použili multilaterálnu metódu GEKS (navrhnutá: Gini, 1931; Éltető & Köves 1964; Szulc, 1964). Všeobecnú formu metódy GEKS môžeme zapísať ako (Eurostat, 2022)

$$GEKS_{0,t} = \prod_{l=0}^T (P_{0,t} \times P_{l,t})^{\frac{1}{T+1}}, \quad (3)$$

kde $P_{l,t}$ predstavuje bilaterálny index medzi referenčným obdobím l a obdobím t , pričom $T + 1$ označuje počet období zahrnutých do výpočtu. Ak sa ako bilaterálny index použije Jevonsov index definovaný v rovnici (1), vzniká nevážený multilaterálny GEKS-Jevonsov index, zatiaľ čo pri použití Törnqvistovho indexu definovaného v rovnici (2) vzniká vážený multilaterálny GEKS-Törnqvistov index.

V empirickej analýze sme použili 25-mesačné pohyblivé časové okno $T = 25$ ktoré zodpovedá odporúčaniam Eurostatu (Eurostat, 2022) pri zostavovaní multilaterálnych indexov spotrebiteľských cien.

Keďže pri každom pridaní nového mesiaca dochádza pri použití multilaterálnych metód k revízii historických hodnôt indexov, bolo potrebné použiť jednu zo spájacích metód, a to tzv. *half splice on published indices* (HASP). Tá zabezpečuje nadviazanie nového časového okna na už publikované indexy bez spätnej revízie historických údajov. Pre 25-mesačné okno ($2T + 1 = 25$ teda $T = 12$) sa HASP zapisuje ako (Eurostat, 2022)

$$P_{0,t}^{pub} = P_{0,t-12}^{pub} \times P_{t-12,t}^{[t-24,t]}, \quad t > 24, \quad (4)$$

kde $P_{0,t}^{pub}$ je publikovaný index medzi obdobiami 0 a t , $P_{0,t-12}^{pub}$ je už publikovaný index s pred 12 mesiacov a $P_{t-12,t}^{[t-24,t]}$ je multilaterálny index vypočítaný v aktuálnom 25-mesačnom okne $[t - 24, t]$. Takto zostavený index zachováva kontinuitu časového radu a zároveň využíva výhody multilaterálnych indexových metód.

3.5. FILTROVANIE EXTRÉMNYCH HODNÔT

Transakčné údaje z internetových obchodov predstavujú rozsiahly a heterogénny zdroj informácií, ktorý môže obsahovať veľmi veľa cenových pozorovaní za jednotlivé referenčné obdobia. Hoci ide o údaje založené na reálne uskutočnených nákupoch, ich využitie pri zostavovaní indexov spotrebiteľských cien si vyžaduje dôslednú kontrolu kvality. V dátach sa môžu vyskytovať extrémne cenové zmeny spôsobené chybami pri spracovaní údajov, zmenami balenia alebo množstva výrobku, jednorazovými marketingovými akciami alebo špecifickými obchodnými stratégiami predajcov. Ak by takéto pozorovania neboli identifikované a odstránené, mohli by významne ovplyvniť výsledné indexy spotrebiteľských cien, najmä pri použití vážených indexových metód. V tejto štúdii sme použili nasledujúce filtre (Eurostat, 2022; United Nations Task Team on Scanner Data, 2024b):

- **Extrémne zmeny cien** – prvý filter bol zameraný na identifikáciu extrémnych cenových zmien (outliers). Za extrémne sme považovali pozorovania, pri

ktorých sa ceny medzi dvoma po sebe nasledujúcimi obdobiami nachádzajú mimo intervalu 0,3 až 3.

$$0,3 \leq \frac{p_i^t}{p_i^0} \leq 3 \quad (5)$$

- **Dumpingové ceny** – druhý filter bol zameraný na identifikáciu dumpingových cien. Za dumpingové sme označili prípady, pri ktorých boli ceny menšie alebo sa rovnali 0,8 a súčasne relatívna zmena obratu nepresiahla hodnotu 0,2. Cieľom tohto filtra bolo eliminovať cenové zmeny, ktoré pravdepodobne neodrážajú bežný trhový vývoj, ale sú dôsledkom krátkodobých marketingových akcií alebo iných špecifických obchodných stratégií.

$$\frac{p_i^t}{p_i^{t-1}} \leq 0,8 \quad \wedge \quad \frac{S_i^t}{S_i^{t-1}} \leq 0,2, \quad (6)$$

kde S_i^t označuje obrat v období t .

UN-CEBD dokumentuje pri filtri na extrémne zmeny cien napríklad hranice 0,25 – 3 v Poľsku, 0,33 – 3 v Spojenom kráľovstve a 0,25 – 4 v Nórsku, zatiaľ čo pri dumpingovom cenovom filtri Nórsko používa kombináciu cenového relatíva 0,9 a relatíva predaja 0,2 (United Nations Task Team on Scanner Data, 2024a). V našom prípade sme pri spracovaní online transakčných údajov použili filtre analogické s filtrami aplikovanými pri spracovaní skenerových údajov v Štatistickom úrade Slovenskej republiky, ktoré sú porovnateľné s prahovými hodnotami dokumentovanými v medzinárodnej praxi.

4. VÝSLEDKY

V predchádzajúcej kapitole sme predstavili metodické postupy spracovania online transakčných údajov internetových obchodov a výpočtu experimentálnych indexov spotrebiteľských cien. V tejto časti tieto metodické prístupy aplikujeme na reálne transakčné údaje s cieľom analyzovať správanie jednotlivých indexových metód v praktických podmienkach. Pozornosť venujeme porovnaniu bilaterálnych a multilaterálnych indexov, hodnoteniu rozdielov medzi váženými a neváženými prístupmi a posúdeniu vplyvu filtrovania extrémnych cenových zmien na výsledné indexy spotrebiteľských cien.

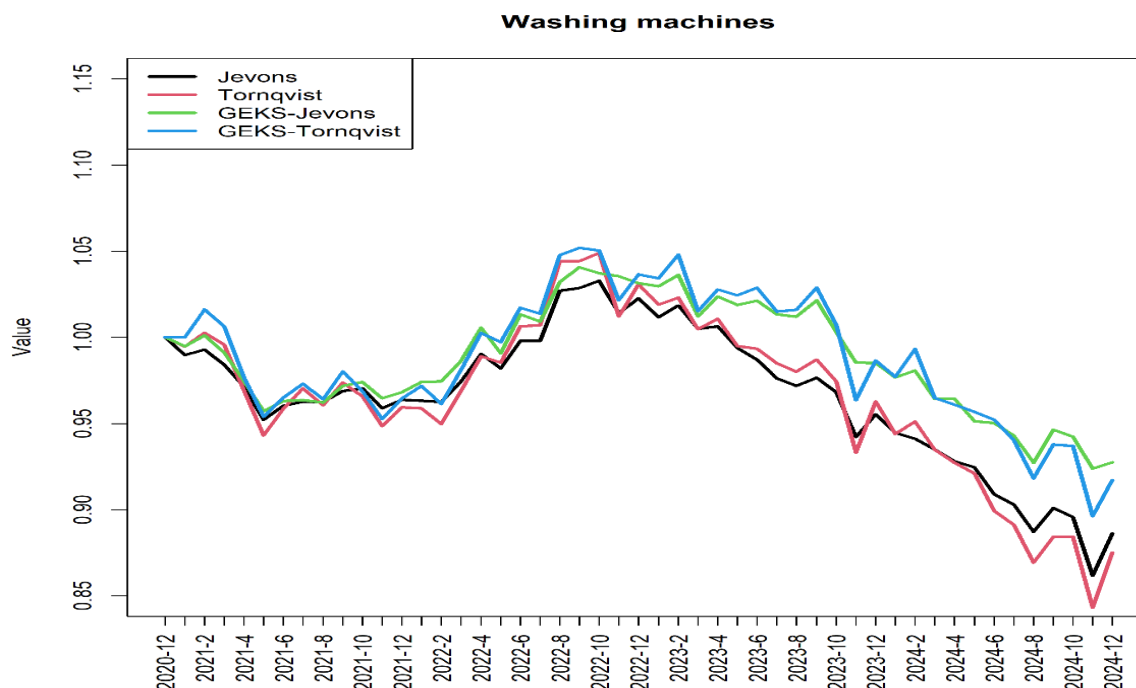
Experimentálna analýza bola realizovaná samostatne pre tri produktové skupiny – automatické práčky, umývačky riadu a sušičky bielizne. Tieto skupiny boli vybrané z dôvodu dostatočného rozsahu transakčných údajov a vysokej miery zastúpenia v elektronických obchodoch na platforme Heureka, čo umožňuje spoľahlivé porovnanie jednotlivých indexových metód.

Obrázky 2 až 4 zobrazujú experimentálne indexy spotrebiteľských cien vypočítané z online transakčných údajov internetových obchodov bez aplikácie filtrov uvedených v podkapitole 2.2. Pre každú produktovú skupinu sme porovnali štyri indexové metódy:

- bilaterálny nevážený Jevonsov index,
- bilaterálny vážený Törnqvistov index,

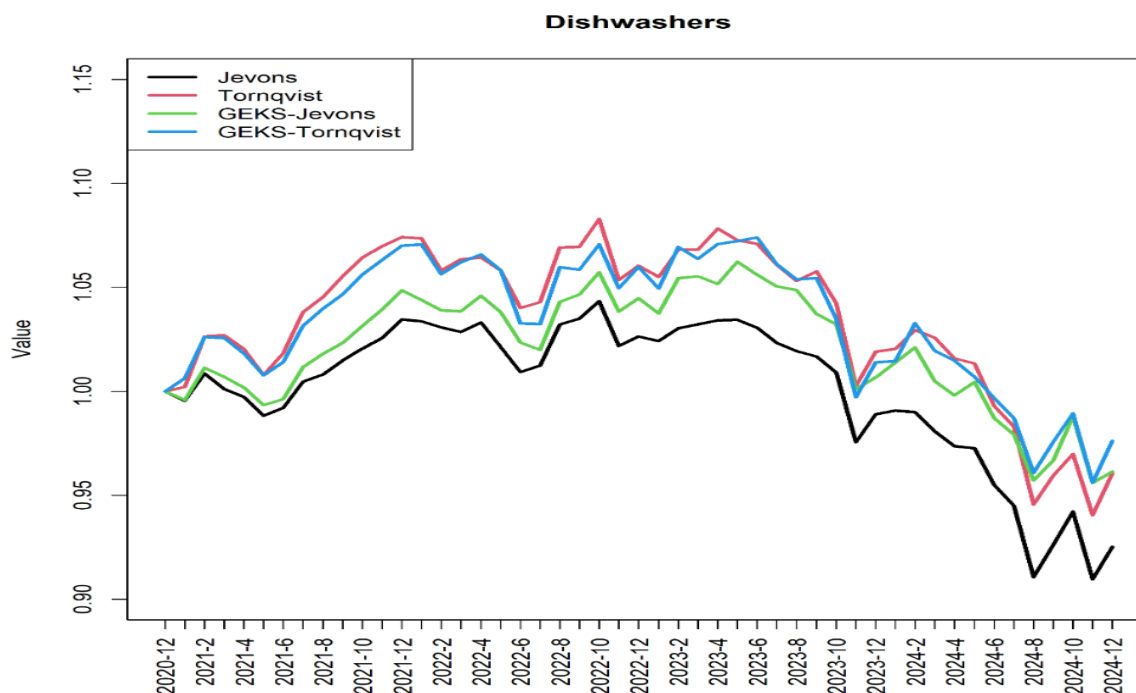
- multilaterálny nevážený GEKS-Jevonsov index,
- multilaterálny vážený GEKS-Törnqvistov index.

Obrázok 2: Automatické práčky (Washing machines) – bez použitia filtrov



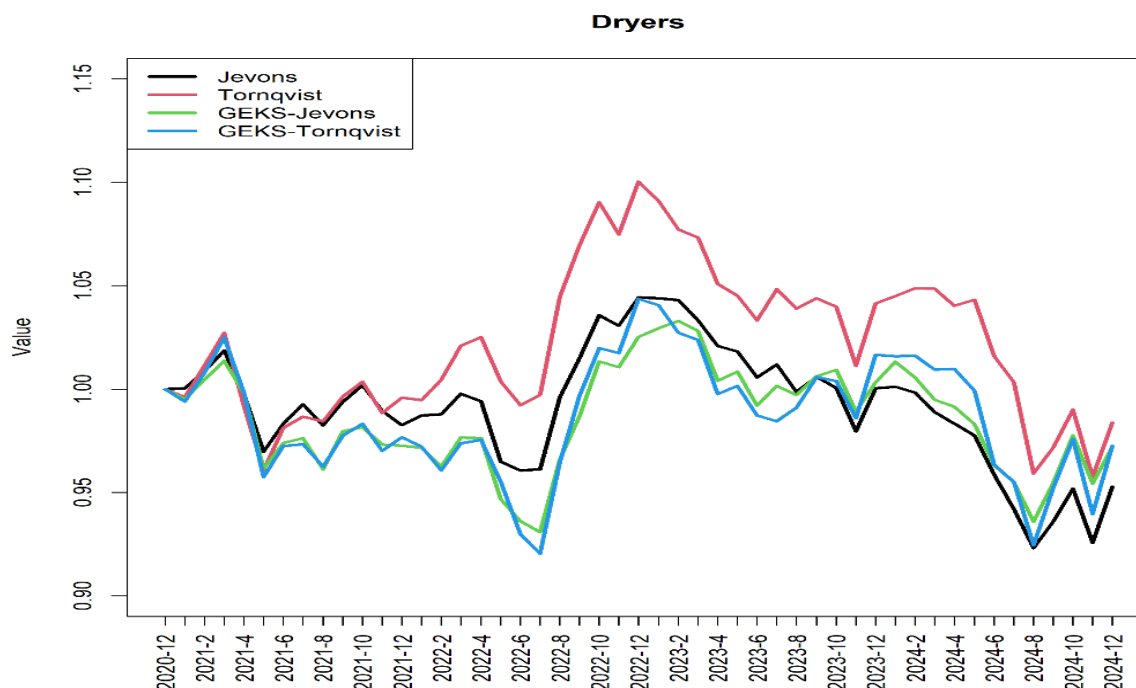
Zdroj údajov: Štatistický úrad Slovenskej republiky/Heureka, výpočet autora

Obrázok 3: Umývačky riadu (Dishwashers) – bez použitia filtrov



Zdroj údajov: Štatistický úrad Slovenskej republiky/Heureka, výpočet autora

Obrázok 4: Sušičky bielizne (Dryers) – bez použitia filtrov



Zdroj údajov: Štatistický úrad Slovenskej republiky/Heureka, výpočet autora

Na obrázku 2 možno pozorovať, že všetky štyri indexy vykazujú veľmi podobný priebeh. Po počiatočnej stabilizácii cien v roku 2021 nasleduje rast cien počas rokov 2022 a začiatkom roka 2023, po ktorom dochádza k postupnému poklesu až do konca analyzovaného obdobia. Bilaterálne indexy (Jevonsov a Törnqvistov) dosahujú vo všeobecnosti nižšie hodnoty ako multilaterálne metódy GEKS. Rozdiel medzi váženým a neváženým prístupom je pomerne malý, zatiaľ čo multilaterálne indexy vykazujú počas väčšiny analyzovaného obdobia stabilnejší priebeh a zmiernujú krátkodobé výkyvy spôsobené zmenami produktového portfólia.

Zároveň na obrázku 2 možno pozorovať, že najmä od roku 2023 sa multilaterálne indexy GEKS-Jevonsov a GEKS-Törnqvistov nachádzajú na mierne vyššej úrovni ako príslušné bilaterálne indexy. Jedným z vysvetlení môže byť dynamika produktového sortimentu, napríklad vstup a výstup jednotlivých produktov, keďže multilaterálne metódy využívajú informácie z viacerých období súčasne a sú konštruované tak, aby lepšie pracovali s meniacim sa produktovým univerzom. Ďalej môže pozorovaný rozdiel súvisieť aj s tým, že v tejto časti časového radu sa pri multilaterálnych indexoch začína uplatňovať spájanie (splicing) nadväzujúcich časových okien. Pozorované rozdiely tak zároveň poukazujú na potrebu ďalšieho skúmania vplyvu obmeny produktov a spôsobu spájania multilaterálnych indexov.

Výsledky pre umývačky riadu, znázornené na obrázku 3, poukazujú predovšetkým na rozdiel medzi váženým a neváženým prístupom. Jevonsov index dosahuje počas analyzovaného obdobia najnižšie hodnoty, zatiaľ čo Törnqvistov index sa pohybuje na najvyššej úrovni počas väčšiny analyzovaného obdobia. Výraznejší rozdiel medzi týmito dvoma bilaterálnymi metódami môže súvisieť s použitím váh v Törnqvistovom indexe. Ak sa cenový vývoj produktov s vyšším podielom na realizovaných tržbách odlišuje od cenového vývoja menej predávaných produktov, vážený index môže

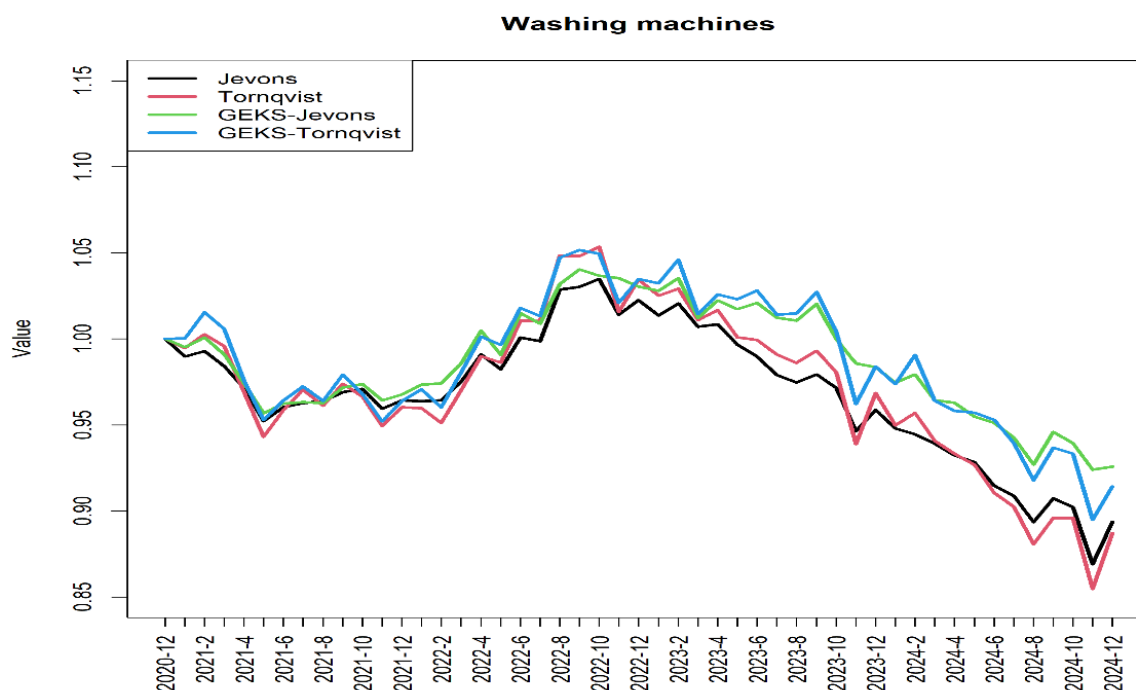
vykazovať odlišný priebeh od neváženého Jevonsovho indexu, ktorý prisudzuje jednotlivým cenovým relatívam rovnakú váhu. V prípade umývačiek riadu tak výsledky naznačujú, že štruktúra realizovaných výdavkov môže zohrávať významnejšiu úlohu pri výslednej hodnote indexu. Pri multilaterálnych indexoch sú rozdiely menej jednoznačné, čo naznačuje, že pozorovanú diferenciáciu výsledkov pri tejto produktovej skupine nemožno pripísať iba voľbe medzi bilaterálnym a multilaterálnym prístupom.

Pri sušičkách bielizne (obrázok 3) možno pozorovať špecifické správanie Törnqvistovho indexu, ktorý sa najmä v druhej polovici roka 2022 a počas roka 2023 výraznejšie odlišuje od ostatných troch indexových metód a dosahuje vyššie hodnoty. Naproti tomu Jevonsov, GEKS-Jevonsov a GEKS-Törnqvistov index vykazujú navzájom podstatne podobnejší priebeh. Pozorovaný rozdiel teda nemožno interpretovať ako všeobecnú odlišnosť medzi bilaterálnymi a multilaterálnymi metódami, ale predovšetkým ako špecifické správanie váženého bilaterálneho Törnqvistovho indexu. Jedným z možných vysvetlení je štruktúra realizovaných výdavkov, keďže Törnqvistov index zohľadňuje výdavkové váhy jednotlivých produktov. Výraznejšie cenové zmeny produktov s vysokým podielom na tržbách tak môžu mať väčší vplyv na jeho výslednú hodnotu. Skutočnosť, že GEKS-Törnqvistov index napriek využitiu váženého Törnqvistovho indexu ako bilaterálneho stavebného prvku zostáva bližšie k ostatným indexom, zároveň poukazuje na vplyv multilaterálnej konštrukcie GEKS, ktorá využíva cenové porovnania vo viacerých obdobiach.

Celkovo výsledky experimentu potvrdzujú, že voľba indexovej metódy ovplyvňuje výsledný priebeh indexu spotrebiteľských cien. Rozdiely medzi váženými a neváženými indexmi závisia od štruktúry spotrebiteľských výdavkov v jednotlivých produktových skupinách, zatiaľ čo multilaterálne metódy vo všetkých prípadoch vykazujú stabilnejší priebeh ako ich bilaterálne ekvivalenty.

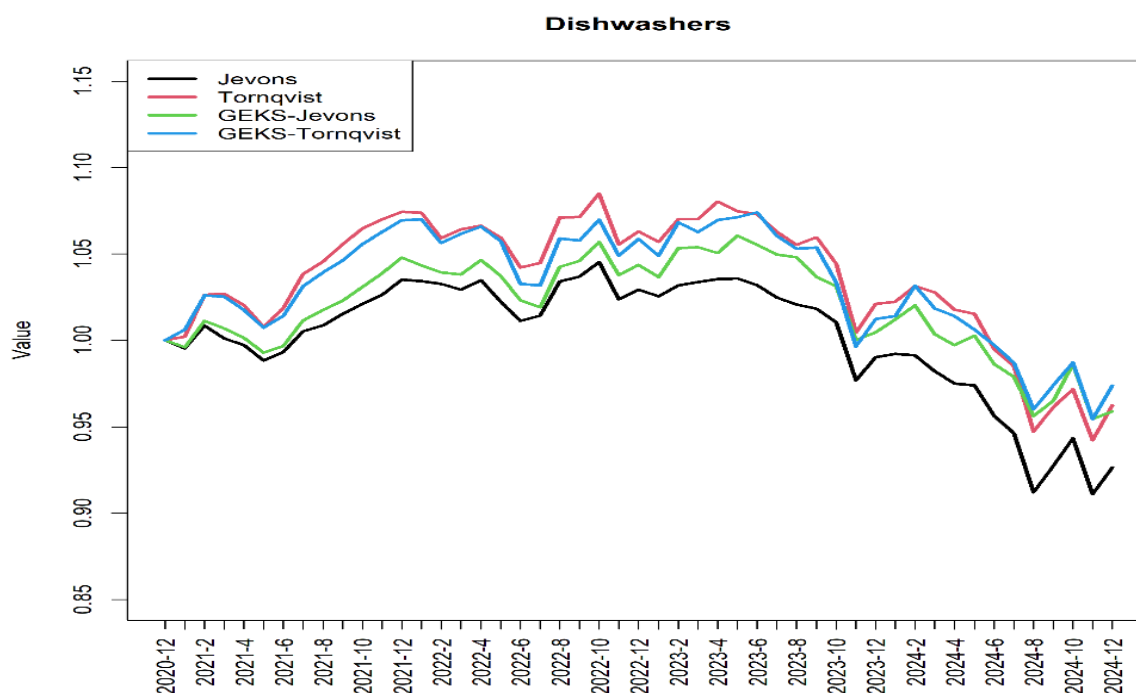
Podobne obrázky 5 až 7 zobrazujú experimentálne indexy spotrebiteľských cien vypočítané z online transakčných údajov internetových obchodov, tentoraz s aplikáciou filtrov uvedených v podkapitole 3.5.

Obrázok 5: Automatické práčky (Washing machines) – s použitím filtrov



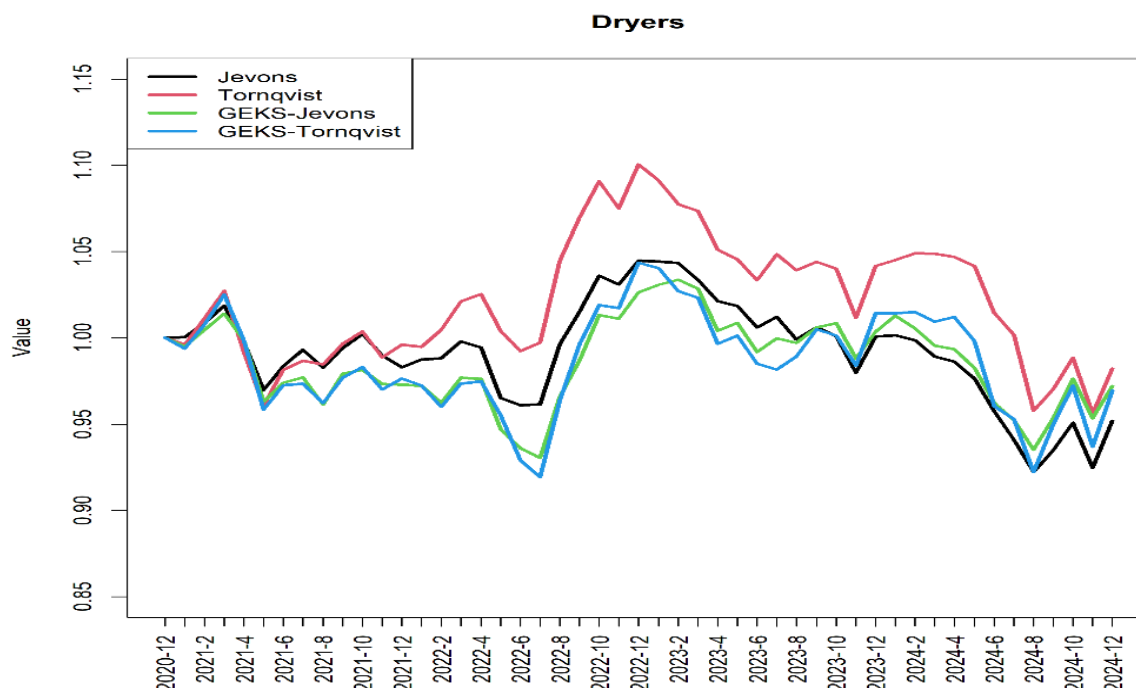
Zdroj údajov: Štatistický úrad Slovenskej republiky/Heureka, výpočet autora

Obrázok 6: Umývačky riadu (Dishwashers) – s použitím filtrov



Zdroj údajov: Štatistický úrad Slovenskej republiky/Heureka, výpočet autora

Obrázok 7: Sušičky bielizne (Dryers) – s použitím filtrov



Zdroj údajov: Štatistický úrad Slovenskej republiky/Heureka, výpočet autora

Pri porovnaní s výsledkami bez aplikácie filtrov možno konštatovať, že základný trend cenového vývoja zostáva vo všetkých produktových skupinách prakticky nezmenený. Aplikácia filtrov však vo viacerých prípadoch redukuje krátkodobé cenové výkyvy spôsobené extrémnymi pozorovaniami, čím prispieva k vyššej stabilite výsledných časových radov. Filtrovanie teda nemení ekonomickú interpretáciu jednotlivých indexových metód, ale zvyšuje robustnosť výsledných odhadov.

Na obrázku 5 možno pozorovať, že po aplikácii filtrov zostáva priebeh všetkých štyroch indexov veľmi podobný výsledkom získaným bez filtrovania. Základný trend rastu cien počas rokov 2022 až 2023 a ich následného poklesu v roku 2024 je zachovaný. V porovnaní s obrázkom 2 sú však krátkodobé výkyvy jednotlivých indexov miernejšie a rozdiely medzi nimi sa v niektorých obdobiach znižujú. Multilaterálne indexy GEKS-Jevons a GEKS-Törnqvist si naďalej zachovávajú najstabilnejší priebeh, zatiaľ čo bilaterálne indexy vykazujú o niečo vyššiu citlivosť na mesačné cenové zmeny.

Výsledky pre umývačky riadu po aplikácii filtrov sú znázornené na obrázku 6. V porovnaní s obrázkom 3 zostáva zachovaný celkový charakter časového radu aj vzájomné usporiadanie jednotlivých indexových metód. Súčasne však možno pozorovať mierne zníženie krátkodobej volatility najmä pri multilaterálnych indexoch. Jevonsov index naďalej dosahuje najnižšie hodnoty počas väčšiny analyzovaného obdobia, zatiaľ čo Törnqvistov a GEKS-Törnqvistov index zostávajú na vyššej úrovni. Výsledky potvrdzujú, že filtrovanie odstraňuje predovšetkým lokálne extrémny, pričom rozdiely vyplývajúce z použitia výdavkových váh zostávajú zachované.

Najvýraznejší vplyv filtrov možno pozorovať pri sušičkách bielizne (obrázok 7). V porovnaní s výsledkami bez filtrovania (obrázok 4) dochádza k zmierneniu extrémnych odchýlok Törnqvistovho indexu. Napriek tomu si zachováva vyššie hodnoty počas značnej časti analyzovaného obdobia, čo odráža vplyv výdavkových váh pri produktoch s vyšším objemom predaja. Multilaterálne indexy aj naďalej vykazujú najplynulejší priebeh a menej reagujú na krátkodobé cenové výkyvy než bilaterálne metódy.

Celkovo porovnanie obrázkov 2 až 4 s obrázkami 5 až 7 ukazuje, že aplikácia filtrov nemení dlhodobý trend cenového vývoja, ale prispieva k eliminácii extrémnych pozorovaní a znižuje volatilitu výsledných indexov. Tento efekt je najvýraznejší pri produktových skupinách s vyššou variabilitou cien, zatiaľ čo pri stabilnejších skupinách predstavuje filtrovanie skôr jemnú korekciu výsledných časových radov. Experiment tak potvrdzuje, že kombinácia automatizovaného filtrovania, výdavkových váh a multilaterálnych indexových metód predstavuje vhodný metodický prístup k spracovaniu rozsiahlych online transakčných údajov pri zostavovaní experimentálnych indexov spotrebiteľských cien.

Z porovnania jednotlivých indexových metód vyplýva, že zahrnutie informácie o realizovaných tržbách môže mať na výsledný cenový index nezanedbateľný vplyv, pričom jeho rozsah sa medzi analyzovanými produktovými skupinami líši. Vážený Törnqvistov index a vážený GEKS-Törnqvistov index zohľadňujú ekonomický význam jednotlivých produktov podľa ich podielu na realizovaných výdavkoch, zatiaľ čo nevážený Jevonsov index a nevážený GEKS-Jevonsov index prisudzujú cenovým relatívam jednotlivých produktov rovnaký význam. Výsledky preto poukazujú na dôležitú pridanú hodnotu transakčných údajov, ktoré umožňujú pri výpočte indexov využiť popri cenách aj informácie o skutočne realizovaných nákupoch. Na základe uskutočneného experimentu však nemožno jednoznačne konštatovať všeobecnú preferenciu vážených indexov pred neváženými, keďže rozdiely medzi nimi závisia od konkrétnej produktovej skupiny a štruktúry realizovaných výdavkov. Výsledky skôr podporujú ďalšie skúmanie vážených metód ako perspektívneho prístupu pri využívaní transakčných údajov v cenovej štatistike, pričom ich prípadná preferencia by mala vychádzať aj z ďalšieho hodnotenia reprezentatívnosti transakčných údajov a stability výsledkov na širšom súbore produktových skupín.

5. ZÁVER

Digitalizácia maloobchodu vytvára nové možnosti na modernizáciu cenovej štatistiky a postupnú transformáciu tradičných spôsobov zisťovania cien. Transakčné údaje z internetových obchodov predstavujú perspektívny zdroj údajov, ktorý na rozdiel od webscrapovaných údajov umožňuje zachytiť nielen ceny produktov, ale aj skutočné spotrebiteľské správanie prostredníctvom informácií o počte predaných kusov a hodnote realizovaných tržieb. Tieto údaje vytvárajú predpoklady na zostavovanie ekonomicky reprezentatívnejších indexov spotrebiteľských cien založených na reálnych spotrebiteľských výdavkoch.

Článok predstavil metodický rámec spracovania online transakčných údajov od ich automatizovaného získavania až po výpočet bilaterálnych a multilaterálnych indexov spotrebiteľských cien. Experimentálna analýza na údajoch platformy Heureka ukázala, že použitie transakčných údajov umožňuje aplikáciu vážených indexových metód, ktoré lepšie zohľadňujú význam jednotlivých produktov z pohľadu spotrebiteľských

výdavkov. Súčasne sa potvrdilo, že multilaterálne indexy vykazujú stabilnejší priebeh časových radov ako bilaterálne indexy, čím prispievajú k eliminácii problémov spojených s častou obmenou sortimentu v internetových obchodoch.

Výsledky experimentu zároveň potvrdili význam predspracovania údajov prostredníctvom filtrov extrémnych cenových zmien a dumpingových cien. Aplikácia filtrov nemení dlhodobý trend cenového vývoja, avšak prispieva k eliminácii extrémnych pozorovaní a k zvýšeniu robustnosti výsledných indexov spotrebiteľských cien. Tento prístup je dôležitý najmä pri spracovaní rozsiahlych transakčných databáz, kde sa prirodzene vyskytujú krátkodobé cenové výkyvy spôsobené marketingovými akciami alebo špecifickými obchodnými stratégiami predajcov.

Predstavená metodika sa v súčasnosti využíva na experimentálne zostavovanie indexov spotrebiteľských cien v podmienkach Štatistického úradu Slovenskej republiky a predstavuje ďalší krok v implementácii alternatívnych zdrojov údajov do produkcie oficiálnych štatistík. Získané poznatky zároveň vytvárajú metodický základ na rozšírenie experimentálnych analýz na ďalšie skupiny výrobkov a na ďalší výskum zameraný na porovnanie rôznych multilaterálnych indexových metód, optimalizáciu filtračných postupov a hodnotenie možností implementácie transakčných údajov do pravidelnej produkcie indexov spotrebiteľských cien.

So zámerom vylúčiť konflikt záujmov Peter Knížat ako autor článku neparticipoval na per rollam komunikácii a rokovaníach redakčnej rady časopisu Slovenská štatistika a demografia vo veciach týkajúcich sa tohto článku.

LITERATÚRA

- Balk, B. M. (2008). *Price and Quantity Index Numbers: Models for Measuring Aggregate Change and Difference*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511720758>
- Białek, J., & Beręsewicz, M. (2021). Scanner Data in Inflation Measurement: From Raw Data to Price Indices. *Statistical Journal of the IAOS*, 37(4), 1315 – 1336. <https://doi.org/10.3233/SJI-210816>
- de Haan, J., Hendriks, R., & Scholz, M. (2021). Price Measurement Using Scanner Data: Time-Product Dummy Versus Time Dummy Hedonic Indexes. *Review of Income and Wealth*, 67(2), 394 – 417. <https://doi.org/10.1111/roiw.12468>
- Diewert, W. E. (1976). Exact and Superlative Index Numbers. *Journal of Econometrics*, 4(2), 115 – 145. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(76\)90009-9](https://doi.org/10.1016/0304-4076(76)90009-9)
- Diewert, W. E. (2022). Scanner Data, Elementary Price Indexes and the Chain Drift Problem. In D. Chotikapanich, A. N. Rambaldi, & N. Rohde (Eds.), *Advances in Economic Measurement: A volume in honour of D. S. Prasada Rao* (pp. 445 – 606). Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-981-19-2023-3_11
- Éltető, Ö., & Köves, P. (1964). Egy nemzetközi összehasonlításoknál fellépő indexszámítási problémáról. *Statisztikai Szemle* 42(5), 507 – 518.
- Eurostat. (2022). *Guide on Multilateral Methods in the Harmonised Index of Consumer Prices* (2022 ed.). Publication Office of the European Union. <https://doi.org/10.2785/873932>

- Gini, C. (1931). On the Circular Test of Index Numbers, *Metron* 9(2), 3 – 24.
- Glaser-Opitzová, H. (2019). Nové zdroje údajov pre cenovú štatistiku a metódy ich spracovania. *Slovenská štatistika a demografia/Slovak Statistics and Demography*, 29(4), 49 – 66. <https://ssad.statistics.sk/SSaD/index.php/nove-zdroje-udajov-pre-cenovu-statistiku-a-metody-ich-spracovania/>
- Glaser-Opitzová, H., & Mazureková, P. (2023). Vplyv parciálneho časového pokrytia údajov zo skenerov na presnosť cenových indexov. *Slovenská štatistika a demografia/Slovak Statistics and Demography*, 33(3), 39 – 54. <https://ssad.statistics.sk/SSaD/index.php/vplyv-parcialneho-casoveho-pokrytia-udajov-zo-skenerov-na-presnost-cenovych-indexov/>
- ILO, IMF, OECD, UNECE, Eurostat, & The World Bank. (2004). *Consumer Price Index Manual: Theory and Practice*. International Labour Office.
- Ivancic, L., Diewert, W. E., & Fox, K. J. (2011). Scanner Data, Time Aggregation and the Construction of Price Indexes. *Journal of Econometrics*, 161(1), 24 – 35. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2010.09.003>
- Knížat, P. (2023a). Hedonic Consumer Price Index: Diagnostics and Analysis of Variance. *Slovenská štatistika a demografia/Slovak Statistics and Demography*, 33(3), 21 – 38. <https://ssad.statistics.sk/SSaD/index.php/hedonic-consumer-price-index-diagnostics-and-analysis-of-variance/?lang=en>
- Knížat, P. (2023b). Web Scraped Data in Consumer Price Indices. *Statistical Journal of the IAOS*, 39(1), 203 – 212. <https://doi.org/10.3233/SJI-220115>
- Knížat, P., Glaser-Opitzová, H., Furková, A., & Vojtková, M. (2024). Multilateral Indices in Official Price Statistics and a New Additive Splicing Method. *Quality & Quantity*, 58(5), 4207 – 4222. <https://doi.org/10.1007/s11135-024-01848-3>
- Polidoro, F., Giannini, R., Lo Conte, R., Mosca, S., & Rossetti, F. (2015). Web scraping techniques to collect data on consumer electronics and airfares for Italian HICP compilation. *Statistical Journal of the IAOS*, 31(2), 165 – 176. <https://doi.org/10.3233/sji-150901>
- Szulc, B. (1964). Indeksy dla porównań wieloregionalnych. *Przegląd Statystyczny*, 3, 239 – 254.
- United Nations Task Team on Scanner Data. (2024a, May 8). *Current practice of data filtering*. UN Statistics Wiki. Retrieved September 7, 2026, from <https://millenniumindicators.un.org/wiki/spaces/GWGSD/pages/240910484/Current%2Bpractice%2Bof%2Bdata%2Bfiltering>
- United Nations Task Team on Scanner Data. (2024b, May 8). *Data filtering and missing prices*. UN Statistics Wiki. Retrieved September 10, 2026, from <https://millenniumindicators.un.org/wiki/spaces/GWGSD/pages/240910480/Data+filtering+and+missing+prices>
- von der Lippe, P. (2007). *Index Theory and Price Statistics*. Peter Lang.

RESUMÉ

Článok sa venuje možnostiam využitia transakčných údajov z internetových obchodov pri zostavovaní indexov spotrebiteľských cien v podmienkach Štatistického úradu Slovenskej republiky. Predstavuje automatizovaný proces získavania a spracovania údajov, metodiku výpočtu bilaterálnych a multilaterálnych indexov spotrebiteľských cien a postupy filtrovania extrémnych cenových zmien. Experimentálna analýza využíva údaje platformy Heureka o vybraných skupinách domácich spotrebičoch a porovnáva nevážené a vážené indexové metódy. Výsledky ukazujú, že transakčné údaje umožňujú zostavovať ekonomicky reprezentatívnejšie vážené indexy spotrebiteľských cien, pričom multilaterálne metódy poskytujú stabilnejší priebeh

časových radov ako tradičné bilaterálne indexy. Zároveň sa potvrdil pozitívny vplyv filtrovania extrémnych cenových zmien na robustnosť výsledných indexov. Príspevok poukazuje na význam transakčných údajov ako perspektívneho zdroja údajov na ďalšiu modernizáciu oficiálnej cenovej štatistiky.

RESUME

The paper examines the potential use of e-commerce transaction data for the compilation of consumer price indices at the Statistical Office of the Slovak Republic. It presents an automated framework for data acquisition and processing, the methodology for calculating bilateral and multilateral consumer price indices, and procedures for filtering extreme price changes. The empirical analysis is based on transaction data provided by the Heureka platform for selected household appliance product groups and compares weighted and unweighted index methods. The results show that transaction data enable the construction of economically more representative weighted consumer price indices, while multilateral methods provide more stable time series than traditional bilateral indices. The findings also confirm the effect of filtering extreme price changes on the robustness of the resulting price indices. The paper highlights the potential of transaction data from online retailers as a valuable source for the further modernisation of official price statistics.

PROFESIJNÝ ŽIVOTOPIS

Peter Knížat, PhD., MSc., pôsobí v Štatistickom úrade Slovenskej republiky (ŠÚ SR), kde je zodpovedný za výskum a vývoj inovácií oficiálnych a experimentálnych štatistík využitím nových dátových zdrojov. V ŠÚ SR tiež pôsobí ako školiťel odborných kurzov, ktoré sú zamerané na softvérové prostredie R, dátovú analýzu a ekonometriu, a je členom redakčnej rady vedeckého časopisu *Slovenská štatistika a demografia*. V rámci Európskeho štatistického systému (ESS) zastupuje ŠÚ SR v expertnej skupine ESS Innovation Network a je spoluškoliťelom odborného kurzu *Econometrics in macroeconomic statistics*. Súčasne pôsobí na Katedre ekonómie a financií Fakulty managementu Univerzity Komenského v Bratislave ako akademický pracovník, kde prispieva k výučbe predmetov zameraných na matematiku a štatistiku. Jeho výskum je zameraný na analýzu funkcionálnych údajov, teóriu cenových indexov, viackritériové rozhodovacie metódy, priestorové regresné a ekonometrické modely.

KONTAKT

peter.knizat@statistics.sk
knizat3@uniba.sk

Filip STOKLASA, Laura CABAN, Daniela MAJERČÁKOVÁ
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Univerzita Komenského v Bratislave
Ľudomír ŠLAHOR
Fakulta managementu, Univerzita Komenského v Bratislave

ANALÝZA PREDIKOVATEĽNOSTI POPREDNÝCH DEVÍZOVÝCH KURZOV ZA POSLEDNÝCH 20 ROKOV

ANALYSIS OF THE PREDICTABILITY OF MAJOR FOREIGN EXCHANGE RATES OVER THE PAST 20 YEARS

ABSTRAKT

Príspevok sa zaoberá efektívnosťou, dynamikou a predikovateľnosťou vybraných devízových kurzov prostredníctvom analýzy Hurstovho exponentu. Cieľom výskumu je preskúmať prítomnosť a intenzitu dlhodobej časovej závislosti, zachytiť časové zmeny trhovských režimov a analyzovať vzťah medzi Hurstovým exponentom a realizovanou volatilitou štyroch menových párov – EUR/USD, GBP/USD, USD/JPY a USD/CHF. Výskum vychádza z denných logaritmických výnosov sledovaných menových párov v období rokov 2005 až 2026 a posudzuje, do akej miery je ich správanie konzistentné s hypotézou efektívnych trhov. Výsledky globálnej R/S (rescaled range) analýzy nepreukázali prítomnosť štatisticky významnej dlhodobej pamäte ani pri jednom zo sledovaných menových párov. Kľúčové odhady Hurstovho exponentu však poukázali na jeho výraznú časovú premenlivosť a striedanie perzistentných a antiperzistentných režimov. Analýza vzťahu medzi Hurstovým exponentom a realizovanou volatilitou zároveň poukázala na prevažne zápornú závislosť, pričom vyššia volatilita bola vo väčšine analyzovaných prípadov spojená s antiperzistentnými režimami. Výsledky tak naznačujú, že globálny odhad Hurstovho exponentu môže zakrývať významnú časovú premenlivosť dynamiky devízových trhov a že jeho kľúčové odhady poskytujú doplňujúcu informáciu o meniacich sa trhovských režimoch.

ABSTRACT

This paper examines the efficiency, dynamics, and predictability of selected foreign exchange rates through an analysis of the Hurst exponent. The aim of the study is to investigate the presence and intensity of long-term dependence, capture time-varying market regimes, and analyze the relationship between the Hurst exponent and realized volatility for four major currency pairs – EUR/USD, GBP/USD, USD/JPY, and USD/CHF. The study is based on daily logarithmic returns of the selected currency pairs over the period 2005–2026 and assesses the extent to which their behavior is consistent with the Efficient Market Hypothesis. The results of the global R/S (rescaled range) analysis provide no evidence of statistically significant long-term memory in any of the examined currency pairs. However, rolling estimates of the Hurst exponent reveal substantial temporal variation and alternating persistent and anti-persistent regimes. The analysis of the relationship between the Hurst exponent and realized volatility further indicates a predominantly negative association, with higher volatility observed in most cases during anti-persistent regimes. The findings suggest that global estimates of the Hurst exponent may obscure substantial time variation in the dynamics of foreign exchange market, while rolling estimates provide additional information about changing market regimes.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

menové páry, devízové trhy, Hurstov exponent, R/S analýza, trhovú efektívnosť

KEY WORDS

currency pairs, foreign exchange markets, Hurst exponent, rescaled range analysis, market efficiency

1. ÚVOD

Predikovateľnosť finančných trhov predstavuje jednu z najdiskutovanejších tém modernej finančnej ekonómie. Otázka, do akej miery trhové ceny odrážajú všetky dostupné informácie a či v ich vývoji možno rozpoznať opakujúce sa vzory, je predmetom intenzívneho vedeckého skúmania už niekoľko desaťročí. Tradičným teoretickým východiskom je hypotéza efektívnych trhov, podľa ktorej ceny finančných aktív v každom okamihu plne reflektujú všetky dostupné informácie, čím je systematická predikcia ich budúceho vývoja značne obmedzená (Fama, 1970). Otázkou však zostáva, či je miera trhovej efektívnosti v čase stabilná, alebo sa vlastnosti finančných časových radov menia v závislosti od aktuálnych trhových podmienok. Práve skúmanie časovej závislosti a dlhodobej pamäte predstavuje jeden zo spôsobov empirického posúdenia charakteru vývoja finančných trhov.

Pri skúmaní časovej závislosti finančných časových radov možno využiť Hurstov exponent, ktorý poskytuje informáciu o miere dlhodobej pamäte a perzistencii analyzovaného časového radu (Nazarychev et al., 2019; Raimundo & Okamoto, 2018). Jeho hodnoty umožňujú rozlišovať medzi perzistentným, antiperzistentným a približne náhodným správaním časového radu. V kontexte devízových trhov má tento prístup osobitný význam, keďže Hurstov exponent a R/S (rescaled range) analýza boli využité priamo pri skúmaní perzistencie menových časových radov (Brooks, 1995; Raimundo & Okamoto, 2018). Brooks (1995) pritom pri analýze denných kurzov britskej libry vo všeobecnosti nezistil prítomnosť dlhodobej pamäte, čo poukazuje na potrebu štatistického overovania odchýlok Hurstovho exponentu od hodnoty charakteristickej pre proces bez dlhodobej pamäte. Osobitný význam má zároveň sledovanie Hurstovho exponentu v pohyblivých časových oknách, keďže globálny odhad za celé skúmané obdobie nemusí zachytiť časové zmeny v charaktere trhovej dynamiky. Kľzavá analýza tak umožňuje identifikovať zmeny medzi perzistentnými a antiperzistentnými režimami a posúdiť časovú premenlivosť skúmaných vlastností trhu. Prepojenie Hurstovho exponentu s analýzou volatility následne umožňuje skúmať, či sa jednotlivé režimy časovej závislosti spájajú s rozdielnou úrovňou trhového rizika (Zournatzidou & Floros, 2023).

Cieľom príspevku je analyzovať efektívnosť a časovú dynamiku štyroch hlavných menových párov (EUR/USD, GBP/USD, USD/JPY a USD/CHF) na základe denných údajov za obdobie rokov 2005 až 2026. Pozornosť je venovaná identifikácii prítomnosti dlhodobej pamäte prostredníctvom R/S analýzy a Hurstovho exponentu, posúdeniu jeho časovej premenlivosti pomocou kľzavých odhadov a identifikácii perzistentných a antiperzistentných trhových režimov. Výskum sa zároveň zameriava na vzťah medzi Hurstovým exponentom a realizovanou volatilitou s cieľom posúdiť, či sú zmeny charakteru časovej závislosti spojené so zmenami rizikovosti devízových trhov. Predkladaná analýza tak prispieva k hlbšiemu pochopeniu časovej premenlivosti dynamiky devízových trhov a poskytuje empirický pohľad na ich efektívnosť a meniace sa trhové režimy.

2. ZDROJE ÚDAJOV

Analýza bola implementovaná v programovacom jazyku Python s využitím knižníc numpy, pandas, matplotlib a scipy. Dátový základ analýzy tvoria štyri hlavné menové páry globálneho devízového trhu: EUR/USD, GBP/USD, USD/JPY a USD/CHF. Ide o tzv. major pairs, ktoré sa vyznačujú vysokou likviditou, dlhodobou dostupnosťou historických dát a stabilnými štatistickými vlastnosťami. Tieto páry patria medzi najlikvidnejšie a najčastejšie obchodované menové kombinácie na svetových devízových trhoch a poskytujú vhodný základ na kvantitatívnu analýzu, keďže ich časové rady sú dostatočne dlhé a kvalitné:

- **EUR/USD** je najobchodovanejším menovým párom na svetovom trhu a jeho vývoj odráža fundamentálnu interakciu medzi eurozónou a Spojenými štátmi americkými. Vyznačuje sa relatívne stabilnou volatilitou a často slúži ako referenčný pár pri analýze menových trhov.
- **GBP/USD**, často označovaný ako Cable, patrí medzi najstaršie obchodované páry a citlivo reaguje na ekonomické a politické udalosti v Spojenom kráľovstve. Vyššia volatilita v porovnaní s EUR/USD z neho robí vhodný nástroj na analýzu dynamických trhových zmien.
- **USD/JPY** je kľúčovým menovým párom ázijského regiónu. Japonský jen je tradične považovaný za bezpečnú menu, takže vývoj tohto páru výrazne ovplyvňuje globálna riziková nálada aj politika Bank of Japan, ktorá dlhodobo udržiava mimoriadne nízke úrokové sadzby.
- **USD/CHF** je menový pár, v ktorom má švajčiarsky frank status tzv. bezpečného prístavu. Kurz tohto páru citlivo reaguje na obdobia zvýšenej neistoty, keď investori presúvajú kapitál do bezpečných aktív, čo spravidla vedie k posilneniu franku.

Poradie mien v jednotlivých menových pároch zodpovedá ich štandardnej trhovej kotácii. Pri pároch EUR/USD a GBP/USD je americký dolár kótovacou menou, takže kurz vyjadruje počet amerických dolárov pripadajúcich na jednu jednotku základnej meny. Pri pároch USD/JPY a USD/CHF je, naopak, americký dolár základnou menou a kurz vyjadruje počet jednotiek japonského jenu, resp. švajčiarskeho franku pripadajúcich na jeden americký dolár. Rozdielne poradie mien tak vyplýva zo spôsobu kotácie jednotlivých menových párov a nepredstavuje rozdiel v metodickom spracovaní časových radov.

Dáta použité v analýze predstavujú denné záverečné kurzy uvedených menových párov v období od 4. januára 2005 do 23. februára 2026. Historické časové rady sme získali z platformy Yahoo Finance. Prehľad analyzovaných menových párov, počet pozorovaní a obdobie dostupných údajov uvádza tabuľka 1 (výsledné počty obchodných dní sa mierne líšia v závislosti od dostupnosti dát pre jednotlivé menové páry).

Tabuľka 1: Prehľad analyzovaných menových párov

EUR/USD	5 482	2005-01-04 – 2026-02-23
GBP/USD	5 494	2005-01-04 – 2026-02-23
USD/JPY	5 482	2005-01-04 – 2026-02-23
USD/CHF	5 495	2005-01-04 – 2026-02-23

Zdroj: Yahoo Finance, vlastné spracovanie autorov

Ako základný vstup do analýz sme použili logaritmické výnosy menových párov počítané pomocou vzťahu:

$$r_t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}}, \quad (1)$$

kde P_t označuje záverečný kurz v deň t . Logaritmické výnosy predstavujú spojitú úročenú výnosy a vo finančnom modelovaní sa využívajú najmä pre ich vhodné matematické vlastnosti. Ich významnou vlastnosťou je časová aditivita, ktorá umožňuje agregovať výnosy za jednotlivé obdobia ich súčtom.

3. METODOLÓGIA A METÓDY POUŽITÉ V PRÁCI

Použité metódy sú zamerané na analýzu časovej závislosti a dynamických vlastností finančných časových radov. Vzhľadom na premenlivý charakter finančných trhov nemusí jednorazové hodnotenie časového radu za celé sledované obdobie dostatočne zachytiť zmeny jeho vlastností v čase. Z tohto dôvodu bola analýza založená na kombinácii globálneho a kĺzavého odhadu Hurstovho exponentu, ktorá umožňuje skúmať prítomnosť dlhodobej závislosti a zároveň sledovať časovú premenlivosť perzistentných a antiperzistentných trhových režimov.

Metodický postup pozostával z niekoľkých nadväzujúcich etáp. V prvej fáze boli pripravené a spracované časové rady sledovaných menových párov a ich záverečné kurzy boli transformované na logaritmické výnosy. Následne sme prostredníctvom R/S analýzy skúmali dlhodobú závislosť a odhadli Hurstov exponent jednotlivých menových párov (Nazarychev et al., 2019; Raimundo & Okamoto, 2018). Potrebu štatistického overenia odhadovaných hodnôt Hurstovho exponentu zdôrazňuje aj Brooks (1995), ktorý pri analýze denných devízových kurzov využil bootstrapové testovanie so surogátnymi údajmi. V ďalšej fáze sme Hurstov exponent odhadovali v pohyblivých časových oknách, čo umožnilo sledovať jeho vývoj v čase a identifikovať striedanie perzistentných a antiperzistentných režimov (Peters, 1994; Musaev et al., 2023). Posledná časť analýzy bola zameraná na posúdenie vzťahu medzi kĺzavými hodnotami Hurstovho exponentu a realizovanou volatilitou prostredníctvom Spearmanovho korelačného koeficientu a porovnania priemernej volatility v perzistentnom a antiperzistentnom režime. Metodický postup sme doplnili o analýzu prediktívnej hodnoty Hurstovho exponentu a všetky výpočty sme realizovali v jednotnom programovom prostredí.

a) Spracovanie dát

Empirická analýza vychádzala z historických časových radov sledovaných menových párov. Pred samotnými výpočtami sme overili konzistentnosť údajov a záverečné kurzy sme transformovali na logaritmické výnosy. Vo finančnej ekonometrii sa analýza spravidla zameriava na výnosy namiesto samotných cenových alebo kurzových úrovní, keďže výnosy sú vhodnejšie na štatistické modelovanie finančných časových radov. Použitie logaritmických výnosov zároveň umožňuje pracovať so spojitou úročenými výnosmi a využívať ich časovú aditivitu. V prípade analýz založených na pohyblivých oknách sa jednotlivé ukazovatele počítali opakovane pre postupne sa posúvajúce časové intervaly. Takýto prístup podľa Petersa (1994) umožňuje sledovať časový vývoj vlastností trhu namiesto ich jednorazového odhadu za celé obdobie.

b) Rescaled range analýza a Hurstov exponent

Prvou analytickou metódou bola rescaled range (R/S) analýza slúžiaca na odhad Hurstovho exponentu H , ktorý kvantifikuje mieru dlhodobej pamäti v časovom rade. Ide o jednu z najpoužívanějších metód na identifikáciu dlhodobej závislosti v časových radoch. Hurstov exponent vyjadruje mieru perzistencie alebo antiperzistencie systému a poskytuje informáciu o tom, či budúci vývoj závisí od minulého správania časového radu (Nazarychev et al., 2019). Pre časový rad dĺžky N rozdelíme rad na bloky dĺžky n a v každom bloku vypočítame R/S štatistiku:

$$\frac{R}{S}(n) = \frac{\max_{1 \leq k \leq n} \sum_{i=1}^k (r_i - \bar{r}) - \min_{1 \leq k \leq n} \sum_{i=1}^k (r_i - \bar{r})}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2}}, \quad (2)$$

kde $\bar{r}$ je priemer bloku logaritmických výnosov:

$$\bar{r} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_i \quad (3)$$

Čitateľ predstavuje rozpätie kumulatívnych odchýlok (R = range) a menovateľ je smerodajná odchýlka (S = standard deviation). Priemerná hodnota $\text{Avg}(\frac{R}{S})$ cez všetky bloky dĺžky n sa škáluje s n podľa mocninového zákona:

$$\text{Avg} \left[\frac{R}{S} \right] (n) \sim c \cdot n^H \quad (4)$$

Linearizáciou v logaritmickom priestore

$$\ln [\text{Avg} \left[\frac{R}{S} \right] (n)] = H \cdot \ln n + \ln c \quad (5)$$

sa Hurstov exponent H odhadne ako sklon regresnej priamky v grafe $\ln(n)$ vs. $\ln(\text{Avg} \left[\frac{R}{S} \right])$. V implementácii sa pre všetky analyzované menové páry použili rovnaké hodnoty parametrov, čím sa zabezpečila porovnateľnosť výsledkov medzi jednotlivými časovými radmi. Minimálna veľkosť bloku bola stanovená na $n_{\min} = 50$ a maximálna veľkosť bloku na $n_{\max} = \lfloor N/4 \rfloor$. Minimálny počet blokov bol stanovený na štyri, pričom škály, pri ktorých tento počet nebolo možné dosiahnuť, neboli do výpočtu zahrnuté. Pre odhad Hurstovho exponentu sme použili 20 škál rozmiestnených na logaritmickú osi v intervale od $n_{\min}$ do $n_{\max}$. Logaritmické rozmiestnenie umožňuje zahrnúť do odhadu kratšie aj dlhšie časové škály bez neprimeranej koncentrácie hodnôt v určitej časti analyzovaného rozsahu. Okrem globálneho odhadu Hurstovho exponentu za celé sledované obdobie sa uskutočnila aj kĺzavá (rolling) analýza, ktorej cieľom bolo zachytiť časovú premenlivosť dlhodobej závislosti sledovaných menových párov. Hurstov exponent $H(t)$ sa postupne odhadoval v pohyblivých časových oknách s dĺžkou $W = 250$, $W = 500$ a $W = 750$ obchodných dní. Použitie viacerých veľkostí okien umožnilo posúdiť, či identifikované zmeny Hurstovho exponentu pretrvávajú pri rozdielnej dĺžke analyzovaného obdobia. Pre každé pohyblivé okno bol Hurstov exponent vypočítaný rovnakým postupom R/S analýzy ako pri globálnom odhade. Výsledkom bol časový rad $H(t)$, ktorý umožnil sledovať striedanie perzistentných a antiperzistentných režimov v priebehu skúmaného obdobia. Hodnoty $H(t) > 0,5$ sa interpretovali ako perzistentný režim, zatiaľ čo hodnoty $H(t) < 0,5$ ako antiperzistentný režim (Peters, 1994; Raimundo & Okamoto, 2018).

c) Štatistické testovanie: Monte Carlo prístup

Štatistická významnosť odhadnutých hodnôt Hurstovho exponentu bola overená pomocou Monte Carlo simulácií. Pre každý menový pár sme vytvorili 500 syntetických časových radov dvoma spôsobmi. Pri gaussovskej simulácii boli generované nezávislé náhodné výnosy z normálneho rozdelenia s parametrami odhadnutými z pôvodných údajov, zatiaľ čo pri bootstrapovej simulácii boli výnosy náhodne vybrané s opakovaním z empirických údajov, čím sa zachovalo ich rozdelenie, ale odstránila časová závislosť. Pre každý syntetický rad sme rovnakým postupom odhadli Hurstov exponent, čím vznikli nulové distribúcie použité na stanovenie 95 % intervalov a p -hodnôt. Použitie bootstrapového prístupu pri testovaní štatistickej významnosti Hurstovho exponentu na denných devízových kurzoch využíva aj Brooks (1995).

d) Realizovaná volatilita a jej vzťah k Hurstovmu exponentu

Na posúdenie vzťahu medzi časovou premenlivosťou Hurstovho exponentu a rizikovosťou sledovaných menových párov sme použili realizovanú volatilitu vypočítanú z logaritmických výnosov. Prepojenie Hurstovho exponentu a realizovanej volatility možno využiť pri charakterizovaní časovej dynamiky a rozdielnych režimov finančných trhov (Di Scorio et al., 2026). Pre jednotlivé časové body sme hodnoty realizovanej volatility priradili k príslušným kľavým odhadom Hurstovho exponentu $H(t)$. Vzťah medzi $H(t)$ a realizovanou volatilitou sme následne posudzovali pomocou Spearmanovho korelačného koeficientu r_s . Na účely porovnania volatility medzi jednotlivými režimami sme pozorovania rozdelili na perzistentný režim $H(t) > 0,5$ a antiperzistentný režim $H(t) < 0,5$. Priemernú realizovanú volatilitu v perzistentnom režime označujeme $\sigma_{\text{perzist.}}$ a v antiperzistentnom režime $\sigma_{\text{anti.}}$. Rozdiel medzi nimi je definovaný ako

$$\Delta\sigma = \sigma_{\text{perzist.}} - \sigma_{\text{anti.}}$$

Záporná hodnota $\Delta\sigma$ znamená vyššiu priemernú volatilitu v antiperzistentnom režime, zatiaľ čo kladná hodnota znamená vyššiu priemernú volatilitu v perzistentnom režime.

e) Prediktívna hodnota Hurstovho exponentu

Na posúdenie prediktívnej hodnoty kľavého Hurstovho exponentu sme testovali, či jeho vyššie hodnoty súvisia s pokračovaním existujúceho trendu. Smer trendu sme pre každý deň určili na základe logaritmického výnosu za predchádzajúcich 20 obchodných dní. Následne sme vypočítali budúci výnos v smere identifikovaného trendu pre horizonty $K = 5, 10$ a 20 obchodných dní, pričom parameter K označuje dĺžku budúceho predikčného horizontu. Kladná hodnota predstavovala pokračovanie trendu a záporná hodnota jeho obrat (Sandubete et al., 2023). Vzťah medzi $H(t)$ a budúcim výnosom v smere trendu sme hodnotili pomocou Spearmanovho korelačného koeficientu.

Hodnoty $H(t)$ sme odhadovali v kľavých oknách $W = 250, 500$ a 750 obchodných dní, pričom parameter W predstavuje počet pozorovaní zahrnutých do každého kľavého okna použitého na odhad Hurstovho exponentu. Analýza tak zahŕňa kombinácie štyroch menových párov, troch veľkostí kľavých okien W a troch predikčných horizontov K . Pozornosť je venovaná nielen štatistickej významnosti jednotlivých koeficientov, ale predovšetkým konzistentnosti smeru zistených vzťahov.

f) Programové prostredie

Všetky výpočty boli realizované v programovacom jazyku Python. Na spracovanie a analýzu dát sme využili štandardné vedecké knižnice určené na numerické výpočty, prácu s časovými radmi, štatistické spracovanie údajov a grafickú vizualizáciu výsledkov. Implementácia algoritmov umožnila automatizovať výpočet Hurstovho exponentu, realizovať jeho odhad v pohyblivých časových oknách, uskutočniť Monte Carlo simulácie, analyzovať vzťah medzi Hurstovým exponentom a realizovanou volatilitou a vytvoriť grafické výstupy využité pri interpretácii výsledkov. Zvolená metodika umožňuje posúdiť dlhodobú závislosť analyzovaných časových radov, štatistickú významnosť odhadnutých hodnôt Hurstovho exponentu a jeho časovú premenlivosť.

4. PRAKTICKÁ ČASŤ

4.1. VÝSLEDKY R/S ANALÝZY

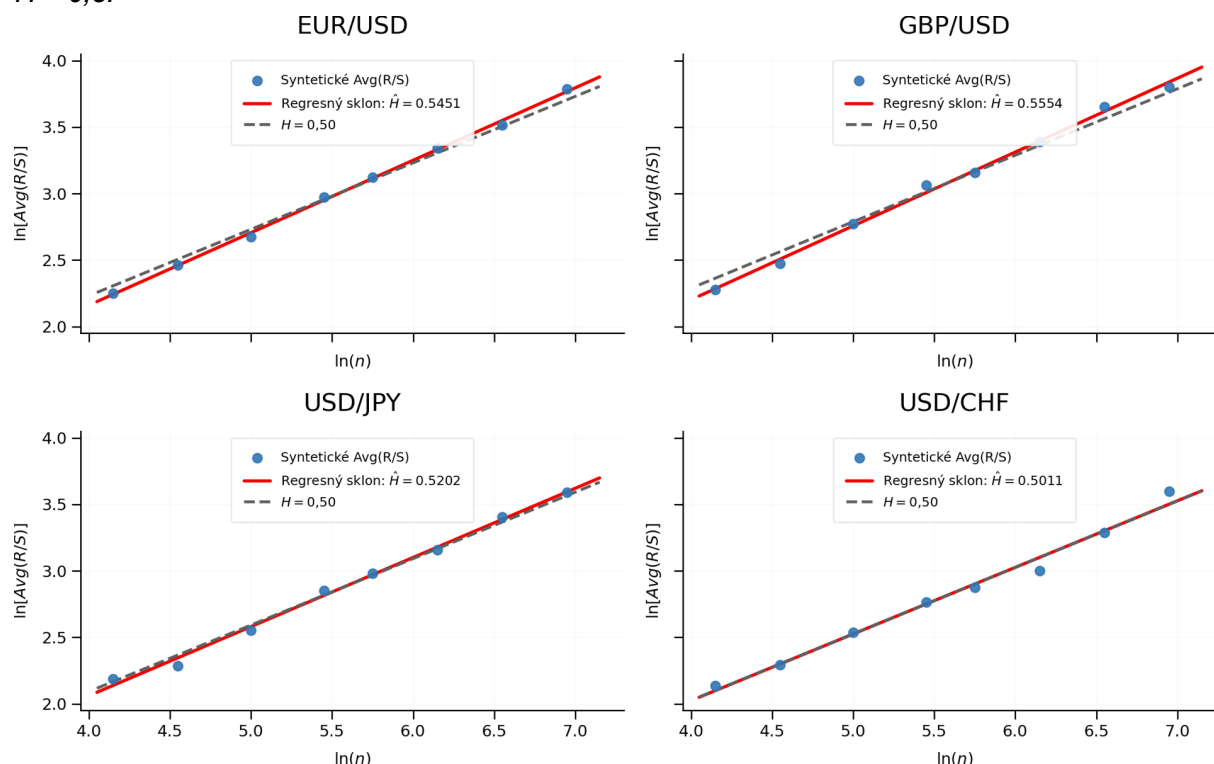
Obrázok 1 znázorňuje výsledky R/S analýzy za celé sledované obdobie pre všetky štyri menové páry. Hodnoty $Avg \left[\frac{R}{S} \right]$ sú zobrazené v závislosti od veľkosti bloku n , pričom smernica regresnej priamky predstavuje odhad Hurstovho exponentu $\hat{H}$. Hodnoty $Avg \left[\frac{R}{S} \right]$ ležia v logaritmickom priestore blízko regresnej priamky naprieč sledovaným rozsahom veľkostí blokov n . Šedá prerušovaná priamka zodpovedá referenčnej hodnote $H = 0,5$, charakteristickej pre časový rad bez dlhodobej pamäte. Odhadnuté hodnoty Hurstovho exponentu dosahujú 0,5451 pre EUR/USD, 0,5554 pre GBP/USD, 0,5202 pre USD/JPY a 0,5011 pre USD/CHF. Všetky odhady sa teda nachádzajú v blízkosti referenčnej hodnoty 0,5, pričom najväčšiu odchýlku vykazuje GBP/USD a najmenšiu USD/CHF.

Grafické znázornenie R/S analýzy pre menový pár EUR/USD je na v prvom grafe na obrázku 1. Smernica regresnej priamky pre tento menový pár zodpovedá odhadu Hurstovho exponentu $\hat{H} = 0,5451$ a tento odhad sa od referenčnej hodnoty $H = 0,5$ zodpovedajúcej absencii referenčnej hodnoty odchyľuje iba mierne. Aj pre ostatné menové páry vychádzajú vecne identické výsledky.

Výsledky formálneho posúdenia štatistickej významnosti odhadnutých hodnôt Hurstovho exponentu pre všetky štyri menové páry sú uvedené v tabuľke 2.

Obrázok 1: R/S analýza menových párov za celé sledované obdobie

Červená priamka predstavuje regresný odhad, šedá prerušovaná priamka referenčnú hodnotu $H = 0,5$.



Zdroj: vlastné spracovanie autormi

Samotné grafické porovnanie na obrázku 1 však neumožňuje posúdiť štatistickú významnosť týchto odchýlok. Z tohto dôvodu sme odhadnuté hodnoty Hurstovho exponentu následne podrobili štatistickému testovaniu, ktorého výsledky uvádza tabuľka 2. Tabuľka uvádza odhadnuté hodnoty Hurstovho exponentu $\hat{H}$ pre jednotlivé menové páry a ich porovnanie s nulovou distribúciou prostredníctvom 95 % konfidenčného intervalu a p -hodnôt získaných Gaussovým a bootstrapovým postupom.

Tabuľka 2: Výsledky R/S (rescaled range) analýzy za celé sledované obdobie

Menový pár	$\hat{H}$	Priemer nulovej distribúcie	95 % CI	p (Gauss)	p (bootstrap)
EUR/USD	0,5451	0,5285	(0,468; 0,593)	0,318	0,300
GBP/USD	0,5554	0,5280	(0,458; 0,596)	0,218	0,226
USD/JPY	0,5202	0,5285	(0,468; 0,593)	0,666	0,680
USD/CHF	0,5011	0,5273	(0,459; 0,595)	0,992	0,980

Zdroj: vlastné spracovanie autormi

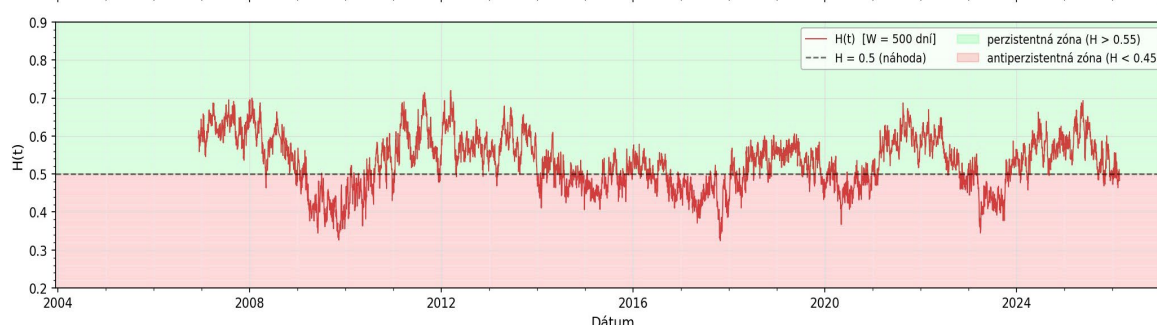
4.2. VÝSLEDKY KÍZAVEJ ANALÝZY

Výsledky kízavej analýzy ukazujú, že Hurstov exponent $H(t)$ nie je v čase konštantný, ale pri všetkých sledovaných menových pároch sa jeho odhadovaná hodnota mení. Výraznejšie zmeny možno pozorovať v obdobiach významných makroekonomických udalostí, ako boli globálna finančná kríza, pandémia COVID-19 a inflačný vývoj v rokoch 2022 až 2025. Pri jednotlivých menových pároch možno zároveň identifikovať zmeny v obdobiach udalostí špecifických pre príslušné meny, napríklad brexitu pri GBP/USD, zrušenia kurzového stropu EUR/CHF pri USD/CHF alebo uplatňovania politiky kontroly výnosovej krivky (Yield Curve Control, YCC) Bank of Japan pri USD/JPY.

Obrázok 2 zobrazuje kízavú analýzu Hurstovho exponentu $H(t)$ pre menový pár EUR/USD pri referenčnom okne $W = 500$. Horný panel zachytáva vývoj kurzu EUR/USD, zatiaľ čo dolný panel znázorňuje časový vývoj $H(t)$ vo vzťahu k referenčnej hodnote $H = 0,5$, ktorá oddeľuje perzistentný a antiperzistentný režim. Podobné obrázky možno zostaviť aj pre ostatné menové páry a ďalšie dĺžky referenčného okna.

Obrázok 2: Kízavý Hurstov exponent – EUR/USD ($W = 500$ dní, 2005 – 2026)

Horný panel: vývoj kurzu EUR/USD. Dolný panel: časový rad $H(t)$ so zelenou perzistentnou zónou ($H > 0,5$) a červenou antiperzistentnou zónou ($H < 0,5$).



Zdroj: vlastné spracovanie autormi

4.3. VÝSLEDKY KORELAČNÉHO TESTU

Korelačná analýza bola zameraná na posúdenie, či kízavé hodnoty Hurstovho exponentu $H(t)$ poskytujú informáciu o pokračovaní existujúceho trendu. Analýza bola uskutočnená pre tri veľkosti kízavých okien $W = 250, 500$ a 750 dní a tri budúce horizonty $K = 5, 10$ a 20 obchodných dní. Tabuľka 3 sumarizuje všetky štatisticky významné výsledky na hladine významnosti $\alpha = 0,05$. Z 11 štatisticky významných kombinácií vykazovalo 9 záporný Spearmanov korelačný koeficient, zatiaľ čo dve kladné hodnoty boli zaznamenané pri USD/JPY a USD/CHF. Výsledky tak poukazujú na prevažne záporný vzťah medzi $H(t)$ a budúcim výnosom v smere existujúceho trendu. Pri EUR/USD dosiahla napríklad pri $W = 500$ a $K = 20$ dní hodnota Spearmanovho koeficientu $r_s = -0,083$ ($p < 0,001$). Priemerný výnos v smere trendu v perzistentnom režime predstavoval $-0,1362$ %, zatiaľ čo v antiperzistentnom režime dosahoval $0,3900$ %. Podobný vzor bol pozorovaný pri GBP/USD, kde pri $W = 250$ a $K = 10$ dní dosiahol $r_s = -0,054$ ($p < 0,001$), pričom priemerný výnos v smere trendu predstavoval $-0,0628$ % v perzistentnom a $+0,0894$ % v antiperzistentnom režime. Výsledky pre USD/JPY a USD/CHF boli heterogénnejšie. Pri USD/JPY sme pre kombináciu $W = 500$ a $K = 5$ dní zaznamenali slabú kladnú koreláciu $r_s = 0,031$ ($p = 0,030$), zatiaľ čo pri dlhších horizontoch $K = 10$ a 20 dní pre $W = 750$ boli korelácie

záporné. Pri USD/CHF bola štatisticky významná kladná korelácia zaznamenaná pri $W = 500$ a $K = 20$ dní.

Tabuľka 3: Výsledky korelačného testu so štatisticky významnými výsledkami – všetky menové páry

Pár	W	K	N	r_s	p-hodnota	výnos $H > 0,5$	výnos $H < 0,5$
EUR/USD	500	10	4 972	-0,043	0,002	-0,0361 %	+0,1711 %
EUR/USD	500	20	4 962	-0,083	< 0,001	-0,1362 %	+0,3900 %
EUR/USD	750	10	4 722	-0,030	0,043	-0,0222 %	+0,1042 %
GBP/USD	250	5	5 239	-0,028	0,045	-0,0230 %	-0,0191 %
GBP/USD	250	10	5 234	-0,054	< 0,001	-0,0628 %	+0,0894 %
GBP/USD	500	5	4 989	-0,040	0,005	-0,0445 %	+0,0267 %
GBP/USD	500	10	4 984	-0,045	0,001	-0,0701 %	+0,0720 %
USD/JPY	500	5	4 977	+0,031	0,030	-0,0143 %	-0,0525 %
USD/JPY	750	10	4 722	-0,033	0,025	-0,0568 %	+0,0628 %
USD/JPY	750	20	4 712	-0,050	0,001	-0,0502 %	+0,1328 %
USD/CHF	500	20	4 975	+0,033	0,020	-0,0602 %	-0,2051 %

Zdroj: vlastné spracovanie autormi

Rozdiel realizovanej volatility medzi perzistentným a antiperzistentným režimom označujeme ako $\Delta\sigma = \sigma_{\text{perzist.}} - \sigma_{\text{anti.}}$, pričom záporná hodnota $\Delta\sigma$ znamená vyššiu realizovanú volatility v antiperzistentnom režime. Na podrobnejšie posúdenie zisteného vzťahu medzi Hurstovým exponentom a realizovanou volatilityou sme výsledky následne analyzovali osobitne pre jednotlivé menové páry. Ako ukazuje tabuľka 4, záporná hodnota $\Delta\sigma$ bola zaznamenaná v 11 z 12 analyzovaných kombinácií, čo poukazuje na konzistentný vzor vyššej realizovanej volatility v antiperzistentných režimoch. Vzťah medzi režimom Hurstovho exponentu a realizovanou volatilityou má tak naprieč analyzovanými menovými párami prevažne rovnaký smer. Jediná kladná hodnota $\Delta\sigma$ bola zaznamenaná pri GBP/USD pre $W = 750$ dní, pričom aj v tomto prípade bol rozdiel medzi režimami ekonomicky veľmi malý.

Tabuľka 4: Výsledky R/S (rescaled range) analýzy za celé sledované obdobie

Pár	W	N	r_s	σ_{anti}	$\sigma_{persist}$	$\Delta\sigma$
EUR/USD	250	5 232	-0,1194**	10,66 %	9,27 %	-1,39 %
EUR/USD	500	4 982	-0,1391**	11,89 %	9,19 %	-2,70 %
EUR/USD	750	4 732	+0,0597**	11,22 %	10,05 %	-1,17 %
GBP/USD	250	5 244	-0,0983**	9,31 %	8,87 %	-0,44 %
GBP/USD	500	4 994	-0,1178**	9,37 %	9,12 %	-0,25 %
GBP/USD	750	4 744	-0,0681**	9,34 %	9,40 %	+0,06 %
USD/JPY	250	5 232	-0,1926**	13,13 %	9,30 %	-3,83 %
USD/JPY	500	4 982	-0,2311**	13,93 %	9,37 %	-4,56 %
USD/JPY	750	4 732	-0,2821**	16,58 %	9,42 %	-7,16 %
USD/CHF	250	5 245	-0,0809**	10,23 %	9,47 %	-0,76 %
USD/CHF	500	4 995	-0,3255**	11,03 %	9,55 %	-1,48 %
USD/CHF	750	4 745	-0,3241**	11,76 %	9,67 %	-2,08 %

** p -hodnota < 0,05

Zdroj: vlastné spracovanie autormi

4.3.1. MENOVÝ PÁR GBP/USD

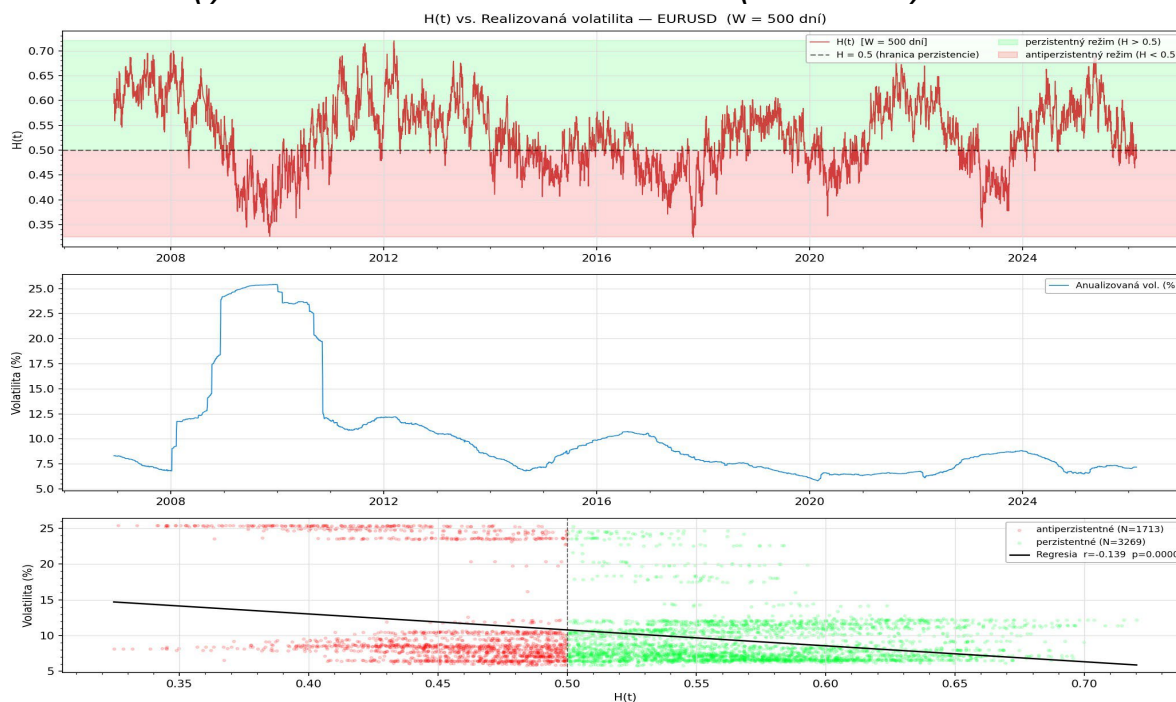
Podľa tabuľky 4 GBP/USD vykazuje štatisticky významnú závislosť ($r_s = -0,0983$ až $-0,1178$ pre $W = 250$ a $W = 500$), avšak $\Delta\sigma$ je ekonomicky zanedbateľný – maximálne $-0,44$ % pri $W = 250$ a len $-0,25$ % pri $W = 500$. Analýza časového radu GBP/USD ukazuje, že tento menový pár sa vyznačuje dlhodobou nízkou a stabilnou volatilitou (približne 9 %), čo prirodzene obmedzuje vznik výrazných medziskupinových rozdielov. Stabilita dynamiky naznačuje, že trh s GBP/USD je menej náchylný na extrémne výkyvy a dlhé antiperzistentné epizódy, ktoré sú typické pre volatilnejšie menové páry.

4.3.2. MENOVÝ PÁR EUR/USD

Tabuľka 4 ukazuje, že pre primárne referenčné okno $W = 500$ dní dosiahol Spearmanov koeficient $r_s = -0,1391$ (p -hodnota = 0,0000), pričom priemerná volatilita v antiperzistentných dňoch ($H < 0,5$) dosahovala 11,8850 % oproti 9,1899 % v perzistentných dňoch ($H > 0,5$), čo predstavuje rozdiel $\Delta\sigma = -2,6951$ %. Obrázok 3 zobrazuje trojpanelový graf pre toto okno. Horný panel odhaľuje zreteľnú časovú závislosť – $H(t)$ klesal pod 0,5 práve v rokoch 2009 – 2012, keď volatilita EUR/USD kulminovala na úrovni 25 % v dôsledku globálnej finančnej krízy a európskej dlhovej krízy. V obdobiach monetárnej stability (2013 – 2015, 2017 – 2019) sa $H(t)$ systematicky pohyboval v perzistentnom pásme ($H > 0,5$) a volatilita klesla na 6 – 8 %. Rozptylový graf v dolnom paneli vizuálne potvrdzuje klesajúci trend – červené body (antiperzistentné dni, $H < 0,5$) sú koncentrované vľavo a vyššie, zelené (perzistentné dni, $H > 0,5$) vpravo a nižšie, čo je v súlade s hodnotou $r_s = -0,1391$. Obrázok 2 zobrazuje kľzavú analýzu Hurstovho exponentu $H(t)$ pre menový pár EUR/USD pri referenčnom okne $W = 500$ dní. Horný panel zachytáva vývoj kurzu EUR/USD, zatiaľ čo dolný panel znázorňuje časový vývoj $H(t)$ vo vzťahu k referenčnej hodnote $H = 0,5$. Z grafu je zrejma časová premenlivosť Hurstovho exponentu a striedanie perzistentných a antiperzistentných

režimov. EUR/USD je uvedený ako reprezentatívny príklad, pričom rovnaký analytický postup bol aplikovaný na všetky štyri sledované menové páry. Pri dlhšom okne $W = 750$ dní Spearmanov korelačný koeficient dosahuje kladnú hodnotu $r_s = 0,0597$, zatiaľ čo rozdiel realizovanej volatility medzi režimami zostáva záporný ($\Delta\sigma = -1,17$ percentuálneho bodu). Tento výsledok poukazuje na citlivosť vzťahu medzi $H(t)$ a realizovanou volatility na zvolenú dĺžku kľzavého okna.

Obrázok 3: $H(t)$ vs. realizovaná volatility – EUR/USD ($W = 500$ dní)



Zdroj: vlastné spracovanie autormi

4.3.3. MENOVÝ PÁR USD/JPY

Ako vyplýva z tabuľky 4, pri USD/JPY Spearmanov korelačný koeficient systematicky rastie v absolútnej hodnote s rastúcou dĺžkou okna: $r_s = -0,1926$ pri $W = 250$, $r_s = -0,2311$ pri $W = 750$ a $r_s = -0,2821$ pri $W = 750$ dní. Zároveň sa zväčšuje aj absolútna hodnota rozdielu realizovanej volatility medzi režimami $|\Delta\sigma|$, z 3,83 percentuálneho bodu cez 4,56 až na 7,16 percentuálneho bodu pri $W = 500$. Pri tomto okne dosahovala priemerná anualizovaná volatility v antipersistentnom režime ($H < 0,5$) 16,5756 %, zatiaľ čo v persistentnom režime ($H > 0,5$) predstavovala 9,4204 %. Výsledky pre USD/JPY tak poukazujú na zosilňovanie sledovaného vzťahu pri použití dlhšieho kľzavého okna. Analýza časového vývoja zároveň ukazuje koncentráciu epizód s vysokou volatility v rokoch 2008 až 2012, zatiaľ čo v neskoršej časti sledovaného obdobia sa hodnoty $H(t)$ pohybujú bližšie k hranici $H = 0,5$.

4.3.4. MENOVÝ PÁR USD/CHF

Menový pár USD/CHF vykazuje v tabuľke 4 osobitý vzor: pre $W = 250$ je závislosť slabá ($r_s = -0,0809$, $\Delta\sigma = -0,76$ %), pri $W = 500$ nastáva výrazný pokles na $r_s = -0,3255$, ktorý predstavuje druhý najsilnejší záporný koeficient v celej analýze. Podobná hodnota pretrváva aj pri $W = 750$ ($r_s = -0,3241$), čo naznačuje, že pri dlhších kľzavých oknách je negatívny vzťah výraznejší a relatívne stabilný. Tento výsledok poukazuje na citlivosť zistenej závislosti na dĺžku použitého časového okna. Časový vývoj USD/CHF zároveň zachytáva výraznejšie volatilné epizódy v rokoch 2008 – 2009

a 2015 – 2016. V januári 2015, keď Švajčiarska národná banka zrušila minimálny kurz EUR/CHF, dosiahol $H(t)$ výrazný pokles do antiperzistentného pásma ($H < 0,5$).

4.4. DISKUSIA

Empirická analýza štyroch hlavných menových párov na denných údajoch za obdobie rokov 2005 až 2026 priniesla konzistentné závery v celej skúmanej skupine. Globálna R/S analýza nepreukázala štatisticky významnú dlhodobú pamäť ani pri jednom z analyzovaných menových párov. Odhadnuté hodnoty Hurstovho exponentu sa pohybovali od 0,5011 pri USD/CHF po 0,5554 pri GBP/USD a vo všetkých prípadoch sa nachádzali v rámci 95 % intervalu nulovej distribúcie. Tento výsledok je konzistentný so slabou formou efektívnosti devízových trhov a zároveň poukazuje na potrebu štatistického overovania odhadnutých hodnôt Hurstovho exponentu. Kľzavá analýza však ukázala, že Hurstov exponent $H(t)$ nie je v čase konštantný. Pri všetkých sledovaných menových pároch sa striedali perzistentné a antiperzistentné režimy, pričom rozsah lokálnych hodnôt $H(t)$ bol podstatne širší ako rozdiely pozorované pri globálnych odhadoch. Výsledky tak naznačujú, že globálny Hurstov exponent môže zakrývať významnú časovú premenlivosť dynamiky devízových trhov. Z tohto pohľadu kľzavý Hurstov exponent poskytuje doplňujúcu informáciu o vývoji charakteru časovej závislosti v rôznych trhových obdobiach.

Zistený vzťah medzi Hurstovým exponentom a realizovanou volatilitou podporuje interpretáciu $H(t)$ ako ukazovateľa časovo premenlivej trhovej dynamiky. Podobné prepojenie Hurstovho exponentu a realizovanej volatility využívajú pri charakterizovaní trhových režimov aj Di Scorio et al. (2026), ktorí poukazujú na potenciál Hurstovho exponentu pri zachytávaní zmien trhovej dynamiky. V podmienkach analyzovaných devízových trhov preto výsledky naznačujú, že $H(t)$ nemožno interpretovať výlučne ako jednoduchý indikátor pokračovania existujúceho cenového trendu, ale aj ako ukazovateľ charakteru režimu, ktorý je systematicky spojený s rozdielnou úrovňou realizovanej volatility.

Časová premenlivosť Hurstovho exponentu je zároveň konzistentná s adaptívnou hypotézou trhov (Lo, 2004), ktorá pristupuje k efektívnosti trhu ako k výsledku procesov adaptácie účastníkov na meniace sa trhové prostredie. Kombinácia výsledkov globálnej a kľzavej R/S analýzy tak vytvára obraz devízového trhu, v ktorom sa za celé sledované obdobie nepreukazuje štatisticky významná dlhodobá pamäť, avšak lokálne vlastnosti časovej závislosti sa v priebehu času menia. Hlavným zistením analýzy preto nie je existencia stabilnej dlhodobej predikovateľnosti devízových kurzov, ale časová premenlivosť ich dynamických vlastností a systematický vzťah medzi lokálnymi hodnotami Hurstovho exponentu a realizovanou volatilitou.

5. PRAKTICKÉ IMPLIKÁCIE

Výsledky analýzy poukazujú na praktický význam Hurstovho exponentu pri identifikácii časovo premenlivých trhových režimov a hodnotení rizikovosti devízových trhov. Zistený vzťah medzi $H(t)$ a realizovanou volatilitou naznačuje, že informácia obsiahnutá v Hurstovom exponente môže dopĺňať tradičné ukazovatele volatility. V analyzovaných menových pároch boli perzistentné režimy $H(t) > 0,5$ vo väčšine prípadov spojené s nižšou realizovanou volatilitou, zatiaľ čo antiperzistentné režimy $H(t) < 0,5$ sa častejšie spájali s vyššou volatilitou. Prepojenie Hurstovho exponentu a realizovanej volatility pri charakterizovaní časovej dynamiky finančného trhu nachádza podporu aj v novšom empirickom výskume (Di Scorio et al., 2026).

Z praktického hľadiska možno kľavý Hurstov exponent využiť ako doplnkový ukazovateľ pri monitorovaní zmien trhového režimu a rizikových podmienok. Jeho význam pritom nespočíva v jednoznačnej predikcii budúceho smeru menového kurzu, ale v zachytení zmien charakteru časovej závislosti, ktoré sú podľa výsledkov analýzy systematicky spojené s rozdielnou úrovňou realizovanej volatility. Takéto využitie môže byť relevantné pri monitorovaní trhového rizika a pri modeloch, ktoré zohľadňujú meniace sa vlastnosti finančných časových radov.

Výsledky zároveň upozorňujú na potrebu opatrnej interpretácie samotnej hodnoty Hurstovho exponentu. Globálny odhad za celé sledované obdobie môže zakrývať výrazné zmeny pozorované v kratších časových úsekoch, preto sa z praktického hľadiska javí vhodnejšie kombinovať globálnu R/S analýzu s kľavými odhadmi $H(t)$ a ukazovateľmi volatility. Takýto prístup umožňuje zachytiť dynamický charakter devízových trhov bez predpokladu, že identifikovaný režim zostáva stabilný v čase.

6. ZÁVER

Cieľom príspevku bolo analyzovať efektívnosť a časovú dynamiku vybraných devízových trhov prostredníctvom Hurstovho exponentu a posúdiť jeho vzťah k predikovateľnosti a realizovanej volatilite. Analýza štyroch hlavných menových párov EUR/USD, GBP/USD, USD/JPY a USD/CHF za obdobie rokov 2005 až 2026 ukázala, že globálne odhady Hurstovho exponentu neposkytujú štatisticky významný dôkaz o prítomnosti dlhodobej pamäte. Kľavá analýza však zároveň poukázala na výraznú časovú premenlivosť $H(t)$ a striedanie perzistentných a antiperzistentných režimov. Hlavným prínosom analýzy je preto poukázanie na rozdiel medzi globálnym hodnotením dlhodobej pamäte a lokálnou časovou dynamikou devízových trhov.

Z hľadiska predikovateľnosti výsledky nepodporili interpretáciu Hurstovho exponentu ako samostatného indikátora pokračovania existujúceho cenového trendu. Jeho väzba na realizovanú volatility však poukazuje na jeho význam pri charakterizovaní meniacich sa podmienok na devízových trhoch. Hlavný prínos analýzy preto spočíva v poukazaní na časovú premenlivosť dynamických vlastností devízových trhov a potrebu rozlišovať medzi dlhodobou pamäťou, lokálnou časovou závislosťou a predikovateľnosťou.

Hurstov exponent sa v tomto kontexte javí ako vhodný doplnkový ukazovateľ zmien trhového režimu a rizikových podmienok, nie však ako samostatný nástroj na predikciu budúceho smeru menového kurzu. Výsledky zároveň podporujú pohľad na efektívnosť finančných trhov ako na vlastnosť, ktorá môže vykazovať časovú premenlivosť, čo je konzistentné s adaptívnou hypotézou trhov (Lo, 2004).

Limitom analýzy zostáva použitie R/S metodiky, zvolených dĺžok kľavých okien a súboru štyroch menových párov. Ďalší výskum môže overiť stabilitu identifikovaných vzťahov prostredníctvom alternatívnych metód odhadu dlhodobej závislosti, iných časových frekvencií a širšieho súboru finančných aktív.

LITERATÚRA

- Brooks, C. (1995). A measure of persistence in daily pound exchange rates. *Applied Economics Letters*, 2(11), 428 – 431. <https://doi.org/10.1080/135048595356998>
- Di Sciorio, F., Molero González, L., & Trinidad-Segovia, J. E. (2026). Identifying market dynamics through the Hurst exponent. *Data Science in Finance and Economics*, 6(1), 85 – 120. <https://doi.org/10.3934/DSFE.2026004>
- Fama, E. F. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *The Journal of Finance*, 25(2), 383 – 417. <https://ideas.repec.org/a/bla/jfinan/v25y1970i2p383-417.html>
- Lo, A. W. (2004). The Adaptive Markets Hypothesis: Market Efficiency from an Evolutionary Perspective. *Journal of Portfolio Management*, 30(5), 2004, 15 – 29. <https://ssrn.com/abstract=602222>
- Musaev, A., Makshanov, A., & Grigoriev, D. (2023). The genesis of uncertainty: Structural analysis of stochastic chaos in finance markets. *Complexity*, 2023, Article 1302220. <https://doi.org/10.1155/2023/1302220>
- Nazarychev, S. A., Zagretidinov, A. R., Ziganshin, Sh. G., & Vankov, Yu. V. (2019). Classification of time series using the Hurst exponent. *Journal of Physics: Conference Series*, 1328(1), 012056. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1328/1/012056>
- Peters, E. E. (1994). *Fractal market analysis: Applying chaos theory to investment and economics*. John Wiley & Sons.
- Raimundo, M. S., & Okamoto, J., Jr. (2018). Application of Hurst Exponent (H) and the R/S Analysis in the Classification of FOREX Securities. *International Journal of Modeling and Optimization*, 8(2), 116 – 124. <https://doi.org/10.7763/IJMO.2018.V8.635>
- Sandubete, J. E., Beleña, L., & García-Villalobos, J. C. (2023). Testing the efficient market hypothesis and the model-data paradox of chaos on top currencies from the foreign exchange market (FOREX). *Mathematics*, 11(2), 286. <https://doi.org/10.3390/math11020286>
- Zournatzidou, G., & Floros, C. (2023). Hurst Exponent Analysis: Evidence from Volatility Indices and the Volatility of Volatility Indices. *Journal of Risk and Financial Management*, 16(5), 272. <https://doi.org/10.3390/jrfm16050272>

RESUMÉ

V príspevku skúmame efektívnosť, časovú dynamiku a predikovateľnosť štyroch hlavných menových párov (EUR/USD, GBP/USD, USD/JPY a USD/CHF) v období rokov 2005 až 2026 prostredníctvom Hurstovho exponentu a R/S analýzy. Cieľom je identifikovať prítomnosť dlhodobej pamäte, zachytiť časovú premenlivosť trhových režimov a posúdiť vzťah medzi Hurstovým exponentom, predikovateľnosťou a realizovanou volatilitou.

Globálna R/S analýza ukázala, že žiadny zo sledovaných menových párov nevykazuje štatisticky významnú dlhodobú pamäť. Odhadnuté hodnoty Hurstovho exponentu sa pohybovali od 0,5011 pri USD/CHF po 0,5554 pri GBP/USD a vo všetkých prípadoch sa nachádzali v rámci 95 % intervalu nulovej distribúcie. Kľzavá analýza však poukázala na výraznú časovú premenlivosť Hurstovho exponentu a striedanie perzistentných a antiperzistentných režimov. Výsledky tak ukazujú, že globálny odhad Hurstovho exponentu môže zakrývať lokálne zmeny dynamických vlastností devízových trhov.

Analýza prediktívnej hodnoty Hurstovho exponentu neposkytla jednoznačnú podporu predpokladu, že jeho vyššie hodnoty signalizujú pokračovanie existujúceho cenového trendu. Medzi štatisticky významnými výsledkami prevažovali záporné vzťahy medzi kľzavým Hurstovým exponentom a budúcim výnosom v smere trendu. Výraznejší a konzistentnejší vzťah bol identifikovaný medzi Hurstovým exponentom a realizovanou volatilitou, pričom antiperezistentné režimy boli vo väčšine analyzovaných prípadov spojené s vyššou volatilitou než režimy perzistentné.

Príspevok tak poukazuje na rozdiel medzi globálnym hodnotením dlhodobej pamäte a lokálnou časovou dynamikou devízových trhov. Výsledky nepodporujú využitie Hurstovho exponentu ako samostatného indikátora smerovej predikovateľnosti, poukazujú však na jeho potenciál ako doplnkového ukazovateľa zmien trhového režimu a rizikových podmienok. Kombinácia globálnej a kľzavej R/S analýzy s realizovanou volatilitou tak poskytuje komplexnejší pohľad na časovo premenlivé vlastnosti devízových trhov.

RESUME

This paper examines the efficiency, time-varying dynamics, and predictability of four major currency pairs (EUR/USD, GBP/USD, USD/JPY, and USD/CHF) over the period 2005–2026 using the Hurst exponent and R/S analysis. The aim is to identify the presence of long-term memory, capture time-variation in market regimes and assess the relationship between the Hurst exponent, predictability and realised volatility.

The global R/S analysis showed that none of the examined currency pairs exhibits statistically significant long-term memory. The estimated Hurst exponent values ranged from 0.5011 for USD/CHF to 0.5554 for GBP/USD, with all values falling within the 95% confidence interval of null distribution. However, the rolling analysis revealed substantial time variation in the Hurst exponent over time with persistent and anti-persistent market regimes. These results indicate that a global estimate of the Hurst exponent may obscure local changes in the dynamic properties of foreign exchange markets.

The analysis of the predictive value of the Hurst exponent did not provide unambiguous support for the assumption that higher values of the Hurst exponent signal the continuation of an existing price trend. Among the statistically significant results, negative relationships between the rolling Hurst exponent and subsequent trend-aligned returns predominated. At the same time, a relatively consistent relationship between the Hurst exponent and realised volatility was identified, with anti-persistent regimes being associated with higher volatility than persistent regimes in most of the cases analysed.

The study thus highlights the distinction between global long-term dependence and local time-varying dynamics in foreign exchange markets. The findings do not support the use of the Hurst exponent as a stand-alone measure of directional predictability. Nevertheless, they suggest that it may serve as a complementary indicator of changes in market regimes and risk conditions. Combining global and rolling R/S analysis with realized volatility therefore offers a more comprehensive perspective on the time-varying characteristics of foreign exchange markets.

PROFESIJNÝ ŽIVOTOPIS

Bc. Filip Stoklasa je študentom magisterského odboru manažérska matematika na Fakulte matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave, na ktorej absolvoval bakalárske štúdium ekonomickej a finančnej matematiky. V súčasnosti pracuje ako Finance Performance Analyst v spoločnosti Zurich Insurance, kde predtým pôsobil ako Actuarial Intern. Skúsenosti získal aj počas stáže v oblasti riadenia rizika likvidity vo VÚB. Vo svojej práci využíva analytické metódy, štatistické modelovanie a nástroje ako Python, Excel či MATLAB. Dlhodobu sa venuje prepájaniu matematických metód s ich praktickým využitím vo financiách, poisťovníctve a dátovej analytike.

Mgr. Laura Caban je doktorandkou študijného programu aplikovaná matematika na Fakulte matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave. Vo svojom výskume sa venuje najmä štatistickým výpočtom, analýze dopadov udržateľnej transformácie a hodnoteniu vplyvu európskych regulačných rámcov, najmä iniciatívy EÚ Green Deal, na finančné rozhodovanie. Pri svojej práci pracuje s finančnými dátami a nástrojmi umelej inteligencie. Popri výskume pôsobí aj pedagogicky – vyučuje matematiku pre študentov na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Komenského a zároveň sa venuje individuálnemu doučovaniu matematiky pre študentov strednej školy. Spája tak akademický výskum v oblasti udržateľných financií s praktickou výučbou matematiky na rôznych úrovniach vzdelávania.

Prof. RNDr. Ing. Ľudomír Šlahor, CSc., je profesorom manažmentu na Univerzite Komenského v Bratislave a odborníkom na finančný manažment, bankovníctvo a riadenie rizík. Vyštudoval matematiku na Univerzite Komenského a neskôr aj ekonomiku na Vysokej škole ekonomickej v Bratislave. Pôsobil ako pedagóg a výskumník, riaditeľ oddelenia nových technológií vo Swiss Volksbank, koordinátor medzinárodných projektov EUREKA, riaditeľ riadenia rizík v Credit Suisse Group a guvernér Exportno-importnej banky SR. Na Univerzite Komenského zastával funkciu prodekana pre vedu a výskum a prorektora pre zahraničné vzťahy. Je členom viacerých vedeckých rád, konzultantom Európskej komisie a posudzovateľom Slovenskej akreditačnej agentúry pre vysoké školstvo.

Doc. Daniela Majerčáková, PhD., MBA, je docentkou finančného manažmentu na Fakulte matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave. Pôsobí vo vedeckej oblasti aplikovaného finančného riadenia, optimalizácie procesov, inovatívnych investícií a ekonomických dopadov. Publikuje v medzinárodných vedeckých časopisoch a recenzovaných konferenčných zborníkoch. Je autorkou a spoluautorkou viacerých monografií vydaných na Slovensku aj v zahraničí a šiestich vysokoškolských učebníc. Podieľala sa na riešení mnohých domácich a medzinárodných výskumných projektov v rámci programov EÚ, projektov podporovaných agentúrou APVV a projektov zameraných na vybudovanie a modernizáciu Centra excelentnosti LignoSilva. Je hlavnou riešiteľkou projektu programu EUREKA. Aktívne spolupracuje so zahraničnými výskumnými inštitúciami, je členkou viacerých medzinárodných odborných a vedeckých združení vrátane Európskej ekonomickej asociácie a Eurasia Business and Economics Society.

KONTAKT

stoklasa3@uniba.sk

laura.caban@fmph.uniba.sk

ludomir.slabor@fm.uniba.sk

daniela.majercakova@fmph.uniba.sk

Informácia/Information

SLOVENSKÉ AMSE ZASE NESKLAMALO SVOJÍM VYDARENÝM UŽ 28. KONFERENČNÝM ROČNÍKOM

SLOVAK AMSE DID NOT DISAPPOINT AGAIN WITH ITS SUCCESSFUL 28TH CONFERENCE EDITION

Už 28. ročník konferencie **AMSE 2026 (Applications of Mathematics and Statistics in Economics 2026)** sa uskutočnil v Martine posledný augustový týždeň tohto roka. Tento ročník bol výnimočný svojím multiinštitucionálnym maticovým formátom, ktorý rozširoval zaužívaný medzinárodný kontext troch participujúcich štatistických komunít: slovenskej, poľskej a českej.

- Konferencia AMSE 2026 bola významným spoločným podujatím Slovenskej štatistickej a demografickej spoločnosti (SŠDS), Poľskej štatistickej asociácie (Polskie Towarzystwo Statystyczne, PST) a Českej štatistickej spoločnosti (Česká statistická společnost, ČStS).
- Konferencia AMSE 2026 sa uskutočnila s podporou Štatistického úradu Slovenskej republiky (ŠÚ SR), poľského Hlavného štatistického úradu (Główny Urząd Statystyczny, GUS) a Českého štatistického úradu (Český statistický úřad, ČSÚ).
- Konferenciu organizačne zabezpečila Ekonomická fakulta Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici a organizačne ju podporili Fakulta ekonómie a financií Ekonomickej univerzity vo Vroclave a Fakulta informatiky a štatistiky Vysokej školy ekonomickej v Prahe.
- Konferencia sa realizovala pod logom Federácie európskych štatistických národných spoločností (Federation of European National Statistical Societies, FENStatS).

Konferencia pozostávala z dvoch častí. Formálnu časť naplňovala prezentácia výsledkov vedeckej práce účastníkov podujatia spojená s relevantnou akademickou diskusiou počas celej stredy 26. augusta 2026 a dopoludnia štvrtka 27. augusta 2026. Neformálna časť na ňu bezprostredne nadviazala a umožnila účastníkom konferencie prostredníctvom etnografického výkladu študovať kultúrne dedičstvo slovenského národa počas štvrtkového popoludnia 27. augusta 2026 alebo obdivovať turistické krásy malofatranského a veľkofatranského prostredia počas piatka 28. augusta 2026.

Vedecký priebeh AMSE 2026 garantoval vedecký výbor koncipovaný akademickými osobnosťami z troch organizujúcich akademických pracovísk, ktorý pracoval pod vedením Emílie Zimkovej z Ekonomickej fakulty Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici. Celú organizáciu sa komplexne ujali pracovníci Katedry kvantitatívnych metód a informačných systémov Ekonomickej fakulty Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici pod vedením Petra Laca.

Konferencia AMSE vznikla v roku 1998 vďaka iniciatíve Miroslava Abraháma z Ekonomickej fakulty Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici a po prvých troch rokoch konania na Slovensku (roky 1998, 1999 a 2000) sa začala konať na rotačnej báze aj v Českej republike (prvý raz v roku 2001), aj v Poľsku (prvý raz v roku 2002). Doteraz sa so započítaním súčasného 28. ročníka konalo AMSE celkovo 11-krát na Slovensku, 9-krát v Českej republike a 8-krát v Poľsku, z čoho jeden ročník musel byť v online formáte (rok 2021). Pri pohľade na históriu AMSE možno rozoznať kontinuitu konferencie napriek tomu, že jeden ročník nebolo možné zrealizovať v dôsledku bezpečnostných obmedzení počas pandemického obdobia (rok 2020) a jeden ročník sa transformoval do spomínaného online formátu (rok 2021). Už prvé stretnutie v Liptovskom Trnenci malo medzinárodný charakter a bolo frekventované kolegami z Vysokiej školy ekonomickej v Prahe a účastníkom z Univerzity v Groningene v Holandsku. V priebehu nasledujúcich rokov počet účastníkov pozvoľne narástol, vytvorila sa stabilná báza účastníkov a dokonca od štvrtého ročníka sa ujala rotačná organizácia medzi tromi zastrešujúcimi akademickými pracoviskami. Štyria stabilní účastníci AMSE frekventovali všetkých 28 ročníkov konferencie: Rudolf Zimka, Richard Hindls, Stanislava Hronová a Peter Laco.

Konferenčný program otvoril v stredu 26. augusta 2026 rektor Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici Vladimír Hladlovský a po slávnostnom uvedení nasledovala plenárna sekcia s vystúpením Mikuláša Luptáčka, významnej vedeckej osobnosti slovenského a rakúskeho ekonomického života, a Mareka Rojíčka, predsedu Českého štatistického úradu. Okrem plenárnej sekcie s dvoma prestížnymi rečníkmi sa počas dvoch dní formálneho programu konalo celkovo päť sekcií zahŕňajúcich 22 prezentácií. Prezentácie stimulovali plodnú vedeckú diskusiu a stretli sa obvykle s priaznivou odozvou a konštruktívnou kritikou. Prezentujúci autori benefitovali z kritických postrehov a pripomienok nielen profesora Luptáčka, ale aj ďalších konferenčných účastníkov. Sekcie sa postupne zaoberali výzvami digitalizácie a technologického pokroku (sekcia I v stredu), regionálnymi, rozvojovými a environmentálnymi otázkami (sekcia II v stredu), makroekonomickými vecami, poisťovníctvom a sociálnym zabezpečením (sekcia III v stredu), ekonomickými politikami a ekonomickou nerovnosťou (sekcia IV vo štvrtok) a rozmanitými aplikáciami štatistiky (sekcia V vo štvrtok).

Plenárna prednáška profesora Luptáčka *Impact of automation on employment and productivity: a nonlinear input-output model* bola pripravená v spoluautorstve s W. Kollerom a E. Nežinským. Profesor Luptáček v nej prezentoval modifikovaný model medziodvetvových vzťahov (resp. input-output model) dovoľujúci substitúciu troch primárnych výrobných faktorov: práca, fyzický kapitál (physical capital) a technologický kapitál (automation capital). Vystúpenie reagovalo na nedostatky predošlého výskumu v oblasti merania efektov automatizácie na ekonomický rast a produktivitu, ktoré sa doteraz fokusovali na makroúroveň a zanedbávali vzťahy medzi sektormi ekonomiky. Úvahy v modeli viedli k nelineárnemu multiplikátoru zamestnanosti vo vzťahu k automatizácii a východiskové úvahy sa ukázali ako vnútorne koherentné pri skúmaní matematických vlastností zostaveného modelu. Teoretické výsledky profesor Luptáček demonštroval na prípadovej štúdii rakúskej ekonomiky.

Prezentáciu doktora Rojíčka nazvanú *AI in official statistics: where we are and what next?* si vyžiadal tlak na oficiálnu štatistiku inkorporovať do interných procedúr a externých komunikačných mechanizmov nástroje umelej inteligencie. Doktor Rojíček odprezentoval východiská a stanovisko implementačného rámca v kontexte európskeho štatistického systému a zdôraznil tri základné možnosti (pilieri) použitia umelej inteligencie pre národné štatistické agentúry: v rámci interných operácií, pri produkcii štatistických dát a pri diseminácii dátových reportov koncovým adresátom. Súčasťou prednášky boli prípadové štúdie viacerých štátov sveta (Kanady, Fínska, Cypru, Rakúska, Kórey, Luxemburska), ale aj postoje Organizácie pre hospodársku spoluprácu a rozvoj (Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD) a Európskej ekonomickej komisie Organizácie spojených národov (United Nations Economic Commission for Europe, UNECE).

Nasledujúce fotografie znázorňujú plenárnych rečníkov pri ich výklade.



Zdroj: fotografie účastníkov AMSE 2026

Ďalšia fotografia vznikla vo štvrtok po slávnostnom ukončení formálnej časti konferencie. Zobrazuje prítomných účastníkov konferencie zhromaždených pri zadnom vstupe do hotela Turiec.



Zdroj: fotografie účastníkov AMSE 2026

Budúci ročník konferencie bude organizovať Fakulta ekonómie a financií Ekonomickej univerzity vo Vroclave pod vedením Joanny Dębickiej. AMSE 2027 je naplánované na 25. až 27. augusta 2027 vo Vroclave.

Konferencia AMSE 2026 preukázala svoju zrelosť. Stretli sa na nej príslušníci viacerých generácií vo vekovom rozpätí od zakladajúcich členov až po mladých tvorivých pracovníkov vstupujúcich do akademického sveta. Význam konferencie pre akademickú sféru dokázal živý záujem participantov z viacerých vysokoškolských a vedeckých pracovísk na Slovensku, v Poľsku a Českej republike. Podujatie reflektovalo aktuálne dianie v ekonomickom živote a spoločnosti a zdôraznilo význam matematických a štatistických metód pri ich deskripcii, analýze a interpretácii. Konferencia vytvorila platformu na disemináciu vedeckých poznatkov a poskytla účastníkom námety na riešenie teoretických a praktických problémov ekonómie rigoróznymi metódami matematiky a štatistiky.

doc. PhDr. Ing. Martin BOĎA, PhD.

člen Vedeckého výboru AMSE 2026, vedecký tajomník a podpredseda pre medzinárodné vzťahy SŠDS, akademický pracovník na Ekonomickej fakulte Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici a Fakulte sociálno-ekonomickej Univerzity Jana Evangelistu Purkyně v Ústí nad Labem

INFORMÁCIE PRE PRISPIEVATEĽOV

Príspevky prijímame v slovenskom, v českom a v anglickom jazyku. Musia rešpektovať odborné zameranie časopisu a jeho vedecký charakter. Zaslaný príspevok nesmie byť v recenznom konaní v inom časopise, ani uverejnený v odbornej a inej tlači.

Príspevky zasielajte v elektronickej forme vo formáte MS Word alebo Open Office, typ písma Arial, veľkosť 12, riadkovanie 1. Nad titulkom treba uviesť meno autora a jeho pracovisko.

Súčasťou príspevku je abstrakt (základný popis cieľa a spôsobu spracovania faktov v rozsahu do 100 slov), kľúčové slová (maximálne 5), resumé (stručné zhrnutie obsahu článku s dôrazom na jeho prínos a najvýznamnejšie závery v rozsahu do 500 slov), profesijný životopis (v rozsahu do 120 slov) a kontakt (e-mailová adresa autora). Názov článku, abstrakt, kľúčové slová a resumé poskytne autor aj v anglickom jazyku. Zoznam použitej literatúry v abecednom poradí s úplnými bibliografickými údajmi sa uvádza na konci článku v citačnom štýle APA. Poznámky s poradovým číslom sú umiestnené pod čiarou na príslušnej strane textu, ku ktorému sa vzťahujú. Podrobnejšie pokyny nájdú autori na ssad.statistics.sk.

Rozsah vedeckých článkov je okolo 15 normostrán, informatívnych článkov 6 normostrán, recenzie, rozhovory a informácie publikujeme v rozsahu maximálne 3 normostrany. Tabuľky, mapy, grafy a obrázky musia mať názov a uvedený zdroj údajov; odporúčame, aby kopírovali šírku textu. Skratky sa používajú len minimálne, pri prvom použití je potrebné skratku v zátvorke rozpísať. Redakcia zabezpečuje jazykovú úpravu textu.

Príspevky sú recenzované. Oponentské konanie je obojstranne anonymné. Konečné rozhodnutie o publikovaní článku vydáva redakčná rada.

Redakcia si vyhradzuje právo zverejniť články schválené redakčnou radou v tlačenej a elektronickej podobe na ssad.statistics.sk.

INFORMATION FOR AUTHORS

Articles are accepted in Slovak, Czech and English languages and must comply with the journal's professional specialisation and scientific nature as well. The submitted articles should not be reviewed by another journal and should not have already been published in any specialised or other press.

Please submit your articles in electronic form, in MS Word or Open Office format, Arial font, size 12 and typed in single spacing. The author's name and workplace should be indicated above the title.

Articles should contain an abstract (general description of the objective and the processing methods used up to 100 words), key words (max. 5), resume (brief summary of the article's content emphasizing its contribution and the most important conclusions up to 500 words), curriculum vitae of the author (no more than 120 words) and the author's contact (e-mail address). The author should submit the article's title, abstract, key words and resume in English language. A list of references with complete bibliographic details should be provided in alphabetical order at the end of the article in APA citation style. Footnotes should be numbered in the order of the corresponding page of a text. Authors can find more details at the website ssad.statistics.sk.

Scope of a scientific article is about 15 standard pages, informative articles should be up to 6 standard pages in length, reviews, discussions and information not more than 3 standard pages. Tables, maps, graphs and pictures should have a title and the data source indicated, it is also advised to copy the width of a text. Abbreviations should be used only rarely and should be appropriately explained in parentheses when first used. Language text revisions are provided by the editorial office.

Articles are reviewed. The opponent procedure is mutually anonymous. The final decision on the article's publication is made by the editorial board.

The editorial office reserves the right to publish articles approved by the editorial board in printed and electronic form at the website ssad.statistics.sk.

SLOVENSKÁ ŠTATISTIKA A DEMOGRAFIA

je jediný recenzovaný vedecký časopis so zameraním na prezentáciu moderných štatistických a demografických metód a postupov. Propagujeme miesto a význam slovenskej štatistiky v Európskom štatistickom systéme, spoluprácu Eurostatu a národných štatistických úradov pri harmonizácii zisťovaní a multidimenzionálny rozmer štatistiky. Podporujeme rozvoj štatistickej teórie a jej prepojenie s praxou. Naším cieľom je prispievať k využiteľnosti štatistických výstupov v rôznych oblastiach a k zvyšovaniu ich kvality a efektivity.

Publikujeme analytické články, prognózy, názory, diskusné príspevky, recenzie, rozhovory, informácie a oznamy z rôznych oblastí štatistiky (národné účty, produkčné štatistiky, sociálne štatistiky, štatistika životného prostredia a pod.) a demografie (demografická štatistika, teoreticko-metodologické východiská demografie, historická demografia a pod.), vrátane sčítania obyvateľov, domov a bytov ako neodmysliteľnej súčasti demografickej štatistiky.

Vydáva:

Štatistický úrad Slovenskej republiky
Slovenská štatistická a demografická spoločnosť

Identifikačné čísla vydavateľov:

IČO 00166197 / 00178764

Vychádza:

Štyrikrát ročne

Dátum vydania:

15. október 2026

Tlač:

Reprografické stredisko
Štatistického úradu SR

Predplatné:

20 € (na rok)
5 € (za jeden výťažok)

Objednávky prijíma:

Informačný servis
Štatistického úradu SR
Tel.: +4212/502 36 339
+4212/502 36 335
E-mail: info@statistics.sk

Evidenčné číslo/Evidence number 272/08

SLOVAK STATISTICS AND DEMOGRAPHY

is the only scientific reviewed journal focusing on the presentation of modern statistical and demographic methods and procedures. Our aim is to promote the position and importance of Slovak statistics in the European Statistical System, cooperation between the Eurostat and the national statistical offices in the field of survey harmonisation and the multidimensional character of statistics as well. We support the development of statistical theory and its connection with practice. We aim to contribute to the utility of statistical outputs in various fields and to the improvement of quality and efficiency.

We publish analytic articles, prognoses, views, discussion contributions, reviews, discussions, information and announcements from various statistical fields (national accounts, production statistics, social statistics, environmental statistics etc.) and demography (demographic statistics, theoretical and methodological bases of demography, historical demography etc.) including the population and housing census as an essential part of demographic statistics.

Issued by:

Statistical Office of the Slovak Republic
Slovak Statistical and Demographic Society

Companies registration numbers:

00166197 / 00178764

Published:

Four times a year

Date of issue:

15th October 2026

Press:

Reprographic centre of the
Statistical Office of the SR

Subscription:

€20 (per year)
€5 (for one copy)

Orders are to be addressed to:

Information Service of the
Statistical Office of the SR
Tel.: +4212/502 36 339
+4212/502 36 335
E-mail: info@statistics.sk