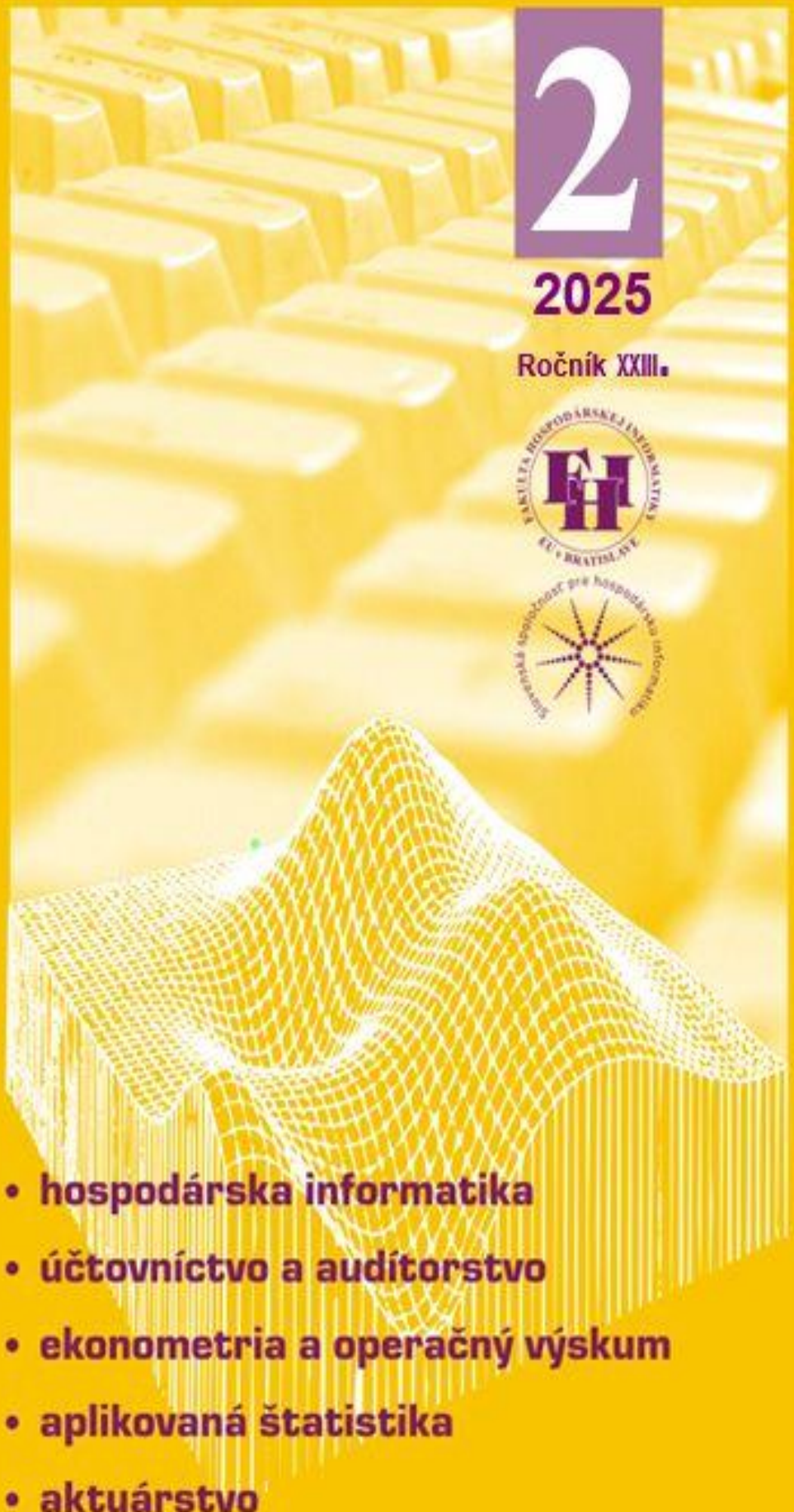
EKONOMIKA INFORMATIKA

vedecký časopis FHI EU v Bratislave a SSHI



2
2025
Ročník XXIII.

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

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

IČO vydavateľa 00 399 957

Redakčná rada

Erik Šoltés - predseda
Ekonomická univerzita v Bratislave

Nenad Bjelić
University of Belgrade

Ivan Brezina
Ekonomická univerzita v Bratislave

Tatiana Čorejová
Žilinská univerzita v Žiline

Ferdinand Daňo
Ekonomická univerzita v Bratislave

Christopher D. Daykin
Government Actuary´s Department, London

Dana Dluhošová
Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava

Richard Farkaš
KPMG Slovensko, spol. s r.o.

Richard Hindls
Vysoká škola ekonomická v Praze

Josef Jablonský
Vysoká škola ekonomická v Praze

Václav Janeček
Univerzita Hradec Králové

Luboš Marek
Vysoká škola ekonomická v Praze

Karol Matiaško
Žilinská univerzita v Žiline

Ladislav Mejzlík
Vysoká škola ekonomická v Praze

Józef Pociecha
Cracow University of Economics

Vincent Šoltés
Technická univerzita v Košiciach

Paweł Ulman
Cracow University of Economics

Gejza Wimmer
Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici

Emin Zeytinoğlu
Kütahya Dumlupınar University

Marcela Žárová
Vysoká škola ekonomická v Praze

Výkonná rada

Petra Krišková - manažér
Ekonomická univerzita v Bratislave

Michaela Chocholatá
Ekonomická univerzita v Bratislave

Michal Páleš
Ekonomická univerzita v Bratislave

Marian Reiff
Ekonomická univerzita v Bratislave

Yuliia Serpeninova
Ekonomická univerzita v Bratislave

Peter Schmidt
Ekonomická univerzita v Bratislave

Mária Vojtková
Ekonomická univerzita v Bratislave

Redaktorka: Eva Čerteková

Adresa redakcie: Fakulta hospodárskej informatiky, Ekonomická univerzita v Bratislave
Dolnozemská cesta 1, 852 35 Bratislava
tel.: 02/6729 5723, e-mail: eva.certekova@euba.sk

Dátum vydania periodickej tlače: január 2026

ISSN 1339-987X (online)
ISSN 1336-3514 (online vydanie)

OBSAH 2/2025

VEDECKÉ STATE A DISKUSIE

Miriama Blahušiaková
ZMENY V ESG VYKAZOVANÍ VYPLÝVAJÚCE Z OMNIBUS BALÍKA 4

Monika Ferenčáková
DYNAMIC PROGRAMMING AND THE PROBLEM OF INVENTORY PRODUCTION MANAGEMENT 13

Igor Košťál
POKROČILÝ OVLÁDACÍ PRVOK DATAGRIDVIEW A JEHO UNIKÁTNA VLASTNOSŤ POUŽITÁ V C# OKNOVEJ APLIKÁCII 24

Maroš Píro
DOPADY ZMIEN KRITÉRIÍ ŠTATUTÁRNEHO AUDITU NA EKONOMICKÚ TRESTNÚ ČINNOSŤ V SLOVENSKEJ REPUBLIKE 40

Peter Procházka
ETICKÉ DILEMY PRI POUŽÍVANÍ AI GENERÁTOROV GRAFIKY 51

František Slaninka , Zsolt Simonka , Zuzana Krátka
VYUŽITIE DOPLNKU RIEŠITEĽ PRI ZABEZPEČENÍ A ANALÝZE RIZIKA 64

Pavol Sojka
GENEROVANIE JEDNODUCHEJ APLIKÁCIE POMOCOU NÁSTROJOV UMELEJ INTELIGENCIE 76

Diana Žinčáková
VPLYV VEKU A POZÍCIE HRÁČA NA JEHO TRHOVÚ HODNOTU: ANALÝZA VYBRANÝCH KLUBOV LA LIGY 84

EXTERNÍ RECENZENTI 93

Zmeny v ESG vykazovaní vyplývajúce z Omnibus balíka

Changes in ESG Reporting Resulting from Omnibus Package

Miriama Blahušiaková[1]

Abstrakt
Vo februári 2025 prijala Európska komisia v súvislosti s ESG vykazovaním tzv. Omnibus balík s cieľom zjednodušiť povinnosti súvisiace s podávaním správ o udržateľnosti v súlade so CSRD a ESRS. V apríli 2025 bola prijatá „Stop-the-clock" smernica a následne v júli 2025 bola prijatá novela k ESRS označovaná ako „quick fix". Príspevok sa zameriava na zmeny a výzvy, ktoré nová legislatíva so sebou prináša a ktoré budú mať v nasledujúcich rokoch vplyv na ESG vykazovanie v účtovných jednotkách. Zavedenie Omnibus balíka nemení stratégiu Európskej únie v oblasti ochrany životného prostredia. Tá bude naďalej pokračovať vo svojom súčasnom kurze, vrátane priebežného cieľa, ktorým je zníženie emisií skleníkových plynov. Z tohto dôvodu sa odporúča, aby spoločnosti naďalej sledovali súčasný vývoj a zdržali sa zastavenia alebo spomalenia svojich snáh o udržateľné podnikanie.

Kľúčové slová
Omnibus balík, ESRS, CSRD, udržateľnosť, ESG vykazovanie

Abstract
In February 2025, the European Commission introduced the so-called Omnibus package to simplify obligations associated with ESG reporting within the scope of the CSRD and ESRS. In April 2025, the 'Stop-the-clock' directive was introduced, and in July 2025, the 'quick-fix' amendments to the first set of ESRS were adopted. The paper focuses on the changes and challenges the new legislation brings, which will impact ESG reporting in accounting entities in the coming years. The introduction of the Omnibus package does not change the European Union's strategy on environmental protection. The EU will continue to pursue its current course, including the interim target of reducing net greenhouse gas emissions. For this reason, it is recommended that companies continue to monitor current developments and refrain from halting or slowing down their efforts towards sustainable business.

Key words
Omnibus package, ESRS, CSRD, sustainability, ESG reporting

JEL classification
L 32, M41, M48

1 Úvod

Udržateľnosť vo všeobecnosti znamená vytváranie takých podmienok, v ktorých môžu ľudia a prírodné systémy spolu existovať v stabilnej a efektívnej rovnováhe. V roku 2020 Európska únia (EÚ) iniciovala prijatie Európskej zelenej dohody, ktorá predstavuje nástroj Európskej komisie na ekologickú transformáciu hospodárstva EÚ smerom k udržateľným investíciám a udržateľnejším postupom. Európska zelená dohoda je balík politických iniciatív,

[1] Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra účtovníctva a audítorstva, Dolnozemská cesta 1, 852 35 Bratislava, miriama.blahusiakova@euba.sk.

ktorých cieľom je dosiahnuť do roku 2050 v Európe klimatickú neutralitu. Snahou je stimulovať hospodársky rast a zároveň zmierňovať tlaky na životné prostredie, posilňovať klimatické a environmentálne ciele EÚ v súlade so širšími sociálnymi a riadiacimi hľadiskami.

Mnohé vlády preto vyžadujú od účtovných jednotiek, aby vypracovali stratégie a akčné plány, ktoré budú prispievať k udržateľnému rozvoju. Ako uvádza Gomes Silva (2022), prijatie zásad udržateľnosti účtovnými jednotkami pôsobiacimi na celom svete je podmienené nielen snahou zabezpečiť dlhodobú životaschopnosť podnikov, ale aj zodpovednosťou za zachovanie zdrojov pre budúce generácie. Podľa Basile a kol. (2021) sa udržateľnosť stala základným faktorom dlhodobého úspechu v podnikaní. Za posledné tri desaťročia sa pojmy udržateľnosť, udržateľné podnikanie a udržateľný rozvoj stali nevyhnutnosťou pre účtovné jednotky, ktoré chcú zostať konkurencieschopné, a to aj vzhľadom na to, že zisk ako základný cieľ podnikania, ustupuje do úzadia a dôležitými sa stávajú ciele zamerané na ochranu životného prostredia a vytváranie vhodného pracovného prostredia pre zamestnancov.

Ako uvádzajú Diwan a Amarayil Sreeraman (2024), podávanie kvalitných správ o udržateľnosti sa stáva čoraz dôležitejším kritériom pri hodnotení výkonnosti spoločnosti a ponúka im viacero výhod, ako napr. lepší prístup k finančnému kapitálu, účinnejšie identifikovanie a riadenie rizík a príležitostí súvisiacich s udržateľnosťou, účinnejšiu komunikáciu so zainteresovanými stranami, či zlepšenie povesti účtovnej jednotky. Účtovné jednotky, ktoré zverejňujú informácie o environmentálnych, sociálnych a riadiacich aspektoch (angl. Environmental, Social and Governance, ESG), majú väčšiu šancu dosiahnuť konkurenčnú výhodu, využiť obchodné a komerčné príležitosti, zlepšiť svoje výsledky v oblasti ESG, získať podiel na trhu, inovovať produkty a služby, zvýšiť hodnotu spoločnosti, zabezpečiť trvalú ziskovosť, či prilákať nových investorov a zákazníkov, ako aj talentovaných zamestnancov.

Príspevok sa zameriava na aktuálne legislatívne zmeny v oblasti ESG vykazovania a výzvy, ktoré z nich vyplývajú pre účtovné jednotky zostavujúce správy o udržateľnosti.

2 Legislatívny rámec ESG vykazovania

Na začiatku bolo vykazovanie informácií o udržateľnosti založené skôr na báze dobrovoľnosti než povinnosti. Účtovné jednotky vykazovali predovšetkým pozitívne informácie o environmentálnych a sociálnych otázkach. Informácie boli prevažne všeobecného charakteru, bez priamych dôkazov. Ako uvádza Bose (2020), neskôr sa vyvinulo niekoľko usmernení s cieľom zlepšiť štandardizované zverejňovanie informácií o udržateľnosti. Podľa Darnall a kol. (2022), usmernenia, ktoré upravujú ESG vykazovanie, fungujú ako inštitucionálne rámce, ktoré zvyšujú dôveryhodnosť účtovných jednotiek, ktoré verejne zverejňujú informácie týkajúce sa ESG. Medzi najpoužívanejšie usmernenia na celom svete patria Taxonómia EÚ, Global Reporting Initiative, Task Force on Climate-related Financial Disclosures, Sustainability Accounting Standards Board, International Sustainability Standards Board, Smernica o nefinančnom vykazovaní (Non-Financial Reporting Directive,NFRD), Smernica o vykazovaní informácií o udržateľnosti podnikov (Corporate Sustainability Reporting Directive, CSRD) a pod. Podľa Dathe (2024) sú vzhľadom na rôznorodé regulačné usmernenia a očakávania spoločnosti v rôznych krajinách komplexné a štandardizované postupy ESG vykazovania kľúčové pre transparentnú a nákladovo efektívnu komunikáciu so zainteresovanými stranami.

2.1 ESG vykazovanie v rámci pôsobnosti CSRD a ESRS

Smernica Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2022/2464 zo 14. decembra 2022, ktorou sa mení nariadenie (EÚ) č. 537/2014, smernica 2004/109/ES, smernica 2006/43/ES a smernica 2013/34/EÚ, pokiaľ ide o vykazovanie informácií o udržateľnosti podnikov (CSRD), bola prijatá Európskym parlamentom a Európskou radou v novembri 2022 a zverejnená v Úradnom

vestníku EÚ dňa 16. decembra 2022. Dňa 5. januára 2023 nadobudla účinnosť, pričom členské štáty EÚ boli povinné do 6. júla 2024 transponovať smernicu do svojich národných legislatív. Z 27 členských štátov EÚ transponovalo smernicu v plnom rozsahu v tejto lehote iba 10 štátov, konkrétne Dánsko, Fínsko, Francúzsko, Maďarsko, Írsko, Taliansko, Litva, Rumunsko, Slovensko (1. júna 2024) a Švédsko. K týmto krajinám patrí aj Nórsko, hoci nie je členom EÚ. Česká republika implementovala iba niektoré opatrenia, CSRD tu bude transponovaná v dvoch fázach. Podľa Accountancy Europe (2025), Belgicko, Bulharsko, Cyprus, Chorvátsko, Estónsko, Grécko, Lotyšsko, Poľsko, Slovinsko, tento termín nedodržali a CSRD transponovali dodatočne. Luxembursko, Malta, Nemecko, Holandsko, Portugalsko, Rakúsko a Španielsko (k 26. septembru 2025) zatiaľ smernicu do národnej legislatívy neimplementovali, hoci niektoré z krajín už predstavili aspoň návrh draftu transpozície CSRD.

Prijatie CSRD bolo reakciou na problémy a nedostatky vyplývajúce z uplatňovania Smernice Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2014/95/EÚ z 22. októbra 2014, ktorou sa mení smernica 2013/34/EÚ, pokiaľ ide o zverejňovanie nefinančných informácií a informácií o týkajúcich sa rozmanitosti niektorými veľkými podnikmi a skupinami (NFRD). Ako ukázala správa Európskej komisie, mnohé podniky nezverejňovali podstatné informácie o všetkých dôležitých témach súvisiacich s udržateľnosťou, ako sú všetky emisie skleníkových plynov, faktoroch, ktoré ovplyvňujú biodiverzitu. Významným problémom bola aj obmedzená porovnateľnosť a spoľahlivosť informácií o udržateľnosti. Problémom bolo aj to, že mnohé subjekty, od ktorých používatelia potrebovali informácie o udržateľnosti, neboli povinné takéto informácie vykazovať.

CSRD rozšírila rozsah spoločností, ktoré sú povinné zverejňovať informácie o udržateľnosti. Jej cieľom bolo zabezpečiť, aby účtovné jednotky zverejňovali informácie, ktoré sú transparentné, porovnateľné, zrozumiteľné, relevantné a overiteľné, čím poskytujú verný obraz o ich vplyve na životné prostredie, spoločnosť, správu a riadenie.

Európska komisia poverila Európsku poradnú skupinu pre finančné výkazníctvo (angl. European Financial Reporting Advisory Group, EFRAG) vypracovaním štandardov, v ktorých sa podrobne stanovuje, čo sa má v rámci správy o udržateľnosti vykazovať. Prijatím Delegovaného nariadenia Komisie (EÚ) 2023/2772 z 31. júla 2023, ktorým sa dopĺňa smernica Európskeho parlamentu a Rady 2013/34/EÚ, pokiaľ ide o štandardy vykazovania informácií o udržateľnosti (ESRS) boli vytvorené podmienky na podporu Európskej zelenej dohody za účelom zosúladenia s existujúcimi usmerneniami v rámci Európskej únie. Prostredníctvom ESRS došlo k zosúladeniu ESG vykazovania s odporúčaniami TFCD a GRI. EFRAG tiež spolupracuje s ISSB na dosiahnutí najvyššej úrovne súladu ESRS s IFRS štandardami pre udržateľnosť. ESRS pokrývajú širokú škálu environmentálnych, sociálnych a riadiacich otázok, vrátane zmeny klímy, znečistenia, obehového hospodárstva, biodiverzity, otázok týkajúcich sa pracovnej sily, úplatkov, ľudských práv a podnikateľského správania. Zahŕňajú dva prierezové štandardy a desať tematických štandardov, ktoré sú rozdelené do troch oblastí, environmentálnej, sociálnej a riadiacej.

ESRS sa mali postupne uplatňovať na účtovné obdobia začínajúce 1. januára 2024 a neskôr. CSRD stanovila dátumy postupnej implementácie ESG vykazovania, ktoré sa líšili v závislosti od veľkosti účtovnej jednotky. Ako prvé mali povinnosť vykazovať informácie v súlade s CSRD a ESRS veľké účtovné jednotky, ktoré sú subjektami verejného záujmu s priemerným počtom zamestnancov viac ako 500, a subjekty verejného záujmu, ktoré sú materskými účtovnými jednotkami veľkej skupiny s priemerným počtom zamestnancov viac ako 500 na konsolidovanom základe, a to prvýkrát za účtovné obdobie začínajúce 1. januára 2024 a neskôr. Postupne sa malo vykazovanie podľa CSRD a ESRS rozšíriť na ďalšie veľké spoločnosti, kótované malé a stredné podniky, materské spoločnosti mimo EÚ a malé nekomplexné inštitúcie.

2.2 Zavedenie Omnibus balíka

Krátko po prijatí CSRD regulačné orgány a účtovné jednotky identifikovali niekoľko problémov súvisiacich s podávaním správ o udržateľnosti. Nové požiadavky boli veľmi rozsiahle, komplexné, čo vyvolalo obavy z nadmernej administratívnej záťaže, najmä pre menšie účtovné jednotky a z možného oslabenia konkurencieschopnosti EÚ. V reakcii na výzvu Európskej rady adresovanú všetkým inštitúciám EÚ, členským štátom a zainteresovaným stranám sa v rámci Budapeštianskej deklarácie z 8. novembra 2024 vyzvalo k „spusteniu revolúcie zjednodušovania“ (angl. launching a simplification revolution), a to prostredníctvom vytvorenia transparentného, zjednodušeného a efektívneho regulačného rámca pre účtovné jednotky a výrazného zníženia administratívnej, regulačnej a vykazovacej záťaže, najmä pre malé a stredné podniky (Consilium Europa, 2025).

Na základe toho sa Európska komisia zaviazala znížiť administratívnu záťaž spojenú s podávaním správ o udržateľnosti, čím sa zvýši konkurencieschopnosť a zároveň sa dosiahnu ciele Zelenej dohody a Akčného plánu pre udržateľné financovanie. S cieľom posilniť konkurencieschopnosť Európskej únie a jej ekonomickú prosperitu, musela EÚ posilniť priaznivé podnikateľské prostredie a zabezpečiť, aby nadmerná legislatívna záťaž nebrzdila napredovanie podnikov.

Dňa 26. februára 2025 predstavila Európska komisia dva legislatívne balíky, Omnibus I a Omnibus II, ktorých cieľom je zjednodušiť existujúce nariadenia v oblasti udržateľnosti a investícií. Následne, 20. marca 2025, vedúci predstavitelia EÚ vyzvali spoluzákonodarcov, aby urýchlili prácu na týchto zjednodušujúcich opatreniach s ambicióznym pánom dokončiť legislatívny proces do konca roka 2025. Pri tejto príležitosti Európska rada osobitne vyzvala na urýchlené prijatie mechanizmu „Stop-the-clock“ a stanovila termín na jeho schválenie najneskôr do júna 2025.

Omnibus balík predstavuje komplexnú zmenu a doplnenie viacerých súvisiacich právnych predpisov, zjednodušuje pravidlá a podporuje konkurencieschopnosť európskeho podnikateľského prostredia. V oblasti podávania správ o udržateľnosti sa návrhy zameriavajú na zúženie rozsahu povinného podávania správ na najvýznamnejšie spoločnosti, ktoré majú najvýraznejší vplyv na ľudí a životné prostredie (Európska komisia, 26. 2. 2025a), pričom sa vyhýbajú neprimeranej záťaži pre menšie spoločnosti. Zmeny navrhované prostredníctvom Omnibus balíka prinášajú výrazné zjednodušenia a väčšiu proporcionalitu v podávaní správ o udržateľnosti. Prvé dva Omnibus balíky prinášajú zjednodušenia, ktoré majú podporiť tento cieľ.

Prvý balík Omnibusu zahŕňa opatrenia zamerané na zlepšenie dostupnosti a efektívnosti podávania správ o udržateľnosti, zefektívnenie procesov náležitej starostlivosti s cieľom podporiť zodpovedné podnikanie, posilnenie mechanizmu úpravy uhlíkových hraníc s cieľom zabezpečiť spravodlivejšie obchodné praktiky a sprístupnenie príležitostí v rámci európskych investičných programov. Komisia si kladie za cieľ dosiahnuť do konca svojho mandátu v roku 2029 zníženie administratívnej záťaže najmenej o 25 % a v prípade malých a stredných podnikov najmenej o 35 %. Tento balík predpokladá, že všetky účtovné jednotky s počtom zamestnancov nižším ako 1 000 a obratom do 50 miliónov eur budú mimo rozsahu pôsobnosti CSRD. Malé a stredné podniky budú chránené pred nadmernými požiadavkami na informácie o udržateľnosti, ktoré dostávajú, keď sú zahrnuté do hodnotových reťazcov väčších spoločností alebo od finančných inštitúcií. Očakáva sa tiež, že Komisia prijme delegovaný akt na revíziu a zjednodušenie existujúcich ESRS. Podniky, ktoré po novom nebudú spadať do pôsobnosti CSRD, budú môcť podávať správy o udržateľnosti na dobrovoľnej báze.

Hlavné zmeny, ktoré Omnibus balík prináša do CSRD (Európska komisia, 26. 2. 2025b):

- zníženie rozsahu podnikov povinných podávať správy o udržateľnosti,
- obmedzenie hodnotového reťazca,

- záväzok komisie revidovať ESRS,
- zrušenie požiadaviek sektorovo-špecifických štandardov,
- odstránenie štandardu primeraného uistenia,
- odloženie požiadaviek vykazovania.

Návrh predpokladá, že požiadavky na vykazovanie o udržateľnosti sa budú vzťahovať iba na veľké účtovné jednotky s viac ako 1 000 zamestnancami a obratom viac ako 50 miliónov eur alebo sumou majetku vyššou ako 25 miliónov eur. Tým sa počet účtovných jednotiek, na ktoré sa bude vzťahovať CSRD, zníži o takmer 80 % (Európska komisia, 26. 2. 2025b). Pre účtovné jednotky, ktoré nebudú podliehať CSRD, prijme Komisia prostredníctvom delegovaného aktu dobrovoľný štandard pre ESG vykazovanie vypracovaný organizáciou EFRAG. Komisia zároveň zreviduje delegovaný akt, ktorým sa ustanovili ESRS, za účelom výrazného zníženia dátových bodov, vyjasnenia nejednoznačných ustanovení, zlepšenia zosúladenia s ďalšími legislatívnymi nástrojmi a celkového zlepšenia. ESRS tak budú revidované a výrazne zjednodušené. Očakáva sa (Bertram, 2025), že počet dátových bodov, ktorých je v súčasnosti približne 1 200, sa zníži takmer o 70 %. Návrh tiež odstraňuje možnosť Komisie navrhnúť prechod od požiadaviek obmedzeného uistenia k požiadavkám primeraného uistenia. S prijatím Omnibus balíka sú spojené viaceré výhody a nevýhody, ako uvádza Tab. 1.

Tab. 1: Výhody a nevýhody Omnibus balíka

Výhody	Nevýhody
Zjednodušenie povinností v oblasti podávania správ	Spomalenie boja proti globálnemu otepľovaniu a klimatickým zmenám
Zjednodušenie požiadaviek spoločností na informácie od účtovných jednotiek v ich hodnotovom reťazci	Možná strata konkurencieschopnosti
Plány na revíziu a aktualizáciu súčasných ESRS	Návrhy v Omnibus balíku nie sú ešte finálne, limity sa ešte môžu meniť
Zachovanie požiadaviek na limitované uistenie	Nedostatok informácií
Zachovanie analýzy dvojitej významnosti	Nekonzistentný systém vykazovania
Odstránenie sektorovo špecifických štandardov	
Úspora nákladov	
Zníženie administratívnej záťaže	

Zdroj: vlastné spracovanie podľa Havlíková (2025)

Očakáva sa, že navrhované zmeny a doplnenia smernice CSRD prinesú účtovným jednotkám úspory nákladov vo výške približne 4,4 miliardy eur (Európska komisia, 2025b). Okrem týchto opakovaných úspor by oslobodené účtovné jednotky profitovali aj z jednorazových úspor nákladov spojených s počiatočným nastavením procesov pre vykazovanie a uistenie, ktoré by už nemuseli ďalej vykonávať.

V tejto súvislosti je dôležité uviesť, že tento Omnibus balík je momentálne v štádiu návrhu. Očakáva sa, že prejde zrýchleným legislatívnym procesom, počas ktorého môžu byť prijaté ďalšie zmeny.

2.3 „Stop-the-clock“ smernica

Dňa 14. apríla 2025 Európska rada schválila jeden z kľúčových návrhov Európskej komisie zameraných na zjednodušenie nariadení EÚ a posilnenie konkurencieschopnosti EÚ. Prijaté opatrenie, označované ako „Stop-the-clock“ smernica, odložilo termíny implementácie konkrétnych požiadaviek na podávanie správ o udržateľnosti podnikov a predĺžilo lehotu na transpozíciu ustanovení o náležitej starostlivosti. Veľké účtovné jednotky, a iní emitenti, ktorú sú materskými podnikmi veľkej skupiny, mali podávať správy o udržateľnosti v roku 2026 za účtovné obdobie začínajúce 1. januára 2025 alebo neskôr. Emitenti, ktorú sú malými

a strednými účtovnými jednotkami, s výnimkou mikropodnikov, malých a nekomplexných inštitúcií, kaptívnych poisťovní a zaisťovní, mali podávať správy o udržateľnosti v roku 2027 za účtovné obdobie začínajúce 1. januára 2026 alebo po tomto dátume. Požiadavky na podávanie správ o udržateľnosti pre tieto dve skupiny účtovných jednotiek sa touto smernicou odložili o dva roky.

Cieľom smernice „Stop-the-Clock" bolo zjednodušiť niektoré existujúce povinnosti v oblasti podávania správ o udržateľnosti, znížiť súvisiacu administratívnu záťaž účtovných jednotiek, zabezpečiť právnu istotu a zabrániť účtovným jednotkám vo vzniku zbytočných nákladov a takých nákladov, ktorým sa dá vyhnúť.

Z dôvodu naliehavosti a potreby bezodkladne zabezpečiť právnu istotu smernica „Stop-the-Clock" nadobudla účinnosť deň po jej uverejnení v Úradnom vestníku Európskej únie. Členské štáty majú povinnosť uviesť do platnosti zákony, nariadenia a správne predpisy potrebné na dosiahnutie súladu s touto smernicou do 31. decembra 2025. Ustanovenia smernice „Stop-the-Clock" boli transponované do zákona č. 431/2002 Z. z. o účtovníctve v znení neskorších predpisov v Slovenskej republike prostredníctvom zákona č. 187/2005, ktorý nadobudol účinnosť 10. júla 2025.

Dňa 11. júla 2025 Európska komisia prijala tzv. smernicu „quick-fix" pre účtovné jednotky, ktoré už podávajú správy podľa CSRD (Európska komisia, 11. 7. 2025). „Quick-fix" predstavuje zmeny a doplnenia ESRS, ktoré znížia záťaž a zvýšia istotu pre účtovné jednotky, ktoré museli podávať správy o udržateľnosti za účtovné obdobie 2024, známe aj ako spoločnosti „prvej vlny". Podľa súčasných ESRS môžu spoločnosti „prvej vlny", ktoré podávali správy za účtovné obdobie 2024, vynechať informácie o predpokladaných finančných vplyvoch určitých rizík súvisiacich s udržateľnosťou. Smernica „Quick-fix", ktorá sa bude uplatňovať od účtovného obdobia 2025, im umožňuje vynechať rovnaké informácie za účtovné obdobia 2025 a 2026.

3 Aké zmeny prináša Omnibus slovenským právnym predpisom v oblasti udržateľnosti?

Zverejnenie navrhovaných Omnibus balíkov rozvírilo vody v celej Európskej únii, ako aj v Slovenskej republike. ESG vykazovanie sa stalo globálnym trendom, keďže zahraničné spoločnosti sa snažia udržať si dlhodobú odolnosť a silnú konkurencieschopnosť (Havlíková, 2025). Až 96 % najväčších medzinárodných spoločností (G250) a 79 % miestnych lídrov (N100) vykazuje informácie o udržateľnosti. V Slovenskej republike tento podiel stúpol na 78 % (KPMG, n.d.). Podľa odhadov Európskej komisie sa súčasné povinnosti v oblasti podávania správ o udržateľnosti priamo týkajú približne 50 000 európskych spoločností. Nepriamo sa podávanie správ o udržateľnosti týka mnohých ďalších spoločností, ktoré sú ich dodávateľmi. Ako uvádza Tinák (2025), len 42 % spoločností sa však považovalo za pripravené na tieto významné zmeny. Reforma súvisiaca s podávaním správ o udržateľnosti v EÚ prináša na jednej strane mnohým spoločnostiam administratívnu úľavu, ale na druhej strane aj riziká pre celú Zelenú dohodu.

Vzhľadom na svoje načasovanie, Omnibus vniesol do podávania správ o udržateľnosti značnú neistotu. Väčšina členských štátov EÚ už implementovala požiadavky CSRD do vnútroštátnych právnych predpisov. Mnohé spoločnosti sa začali pripravovať na podávanie správ o udržateľnosti podľa CSRD. Investovali do finančnej a ľudskej infraštruktúry. Zriadili nové oddelenia venované podávaniu správ o udržateľnosti a prijali nových zamestnancov. Nehovoriac o tom, že mnohé spoločnosti vynaložili dodatočné finančné prostriedky na získanie kvantitatívnych informácií potrebných na transparentné podávanie správ o udržateľnosti. Teraz, keď sa ESRS zjednodušia a počet dátových bodov sa zníži, môžeme povedať, že mnohé výdavky, ktoré spoločnosti vynaložili v súvislosti s ESG vykazovaním, boli vynaložené zbytočne.

V Slovenskej republike zostavilo správu o udržateľnosti podľa požiadaviek CSRD a ESRS za účtovné obdobie 2024 jedenásť spoločností (Tab. 2). Niektoré pripravili konsolidované výročné správy a správy o udržateľnosti, iné pripravili individuálne správy. Viac ako polovica z týchto spoločností boli banky. Okrem toho niekoľko účtovných jednotiek zostavilo správu o udržateľnosti na dobrovoľnej báze.

Tab. 2: Prehľad spoločností, ktoré zostavili Správu o udržateľnosti za účtovné obdobie 2024 v Slovenskej republike

Individuálne	Konsolidované
eustream, a. s.	Slovenská sporiteľňa, a. s.
Slovenský plynárenský priemysel, a. s.	Všeobecná úverová banka, a. s.
Prima banka, a. s.	Tatra banka, a. s.
	ČSOB, a. s.
	365. banka, a. s.
	Západoslovenská energetika, a. s.
	I.D.C. Holding, a. s.
	Tatry Mountain Resorts, a. s.

Zdroj: vlastné spracovanie

V roku 2026 sa očakávalo, že viac ako 650 ďalších slovenských účtovných jednotiek bude zostavovať správu o udržateľnosti podľa usmernení CSRD a ESRS za účtovné obdobie začínajúce 1. januára 2025 a neskôr. Vzhľadom na prijatie Omnibus balíka a smernice „Stop-the-clock“ to však už nemusia robiť ich povinnosť podávať správy o udržateľnosti sa odkladá na rok 2028. Okrem toho povinnosť podávať správy o udržateľnosti podľa CSRD pre spoločnosti s viac ako 1 000 zamestnancami výrazne zníži počet slovenských účtovných jednotiek v rámci pôsobnosti CSRD.

Omnibus balík vyvoláva diskusiu o tom, či spomaliť reguláciu ESG vykazovania alebo pokračovať v dlhodobých snahách a predstaviť silné ESG štandardy. Jedno je isté: transparentné údaje o vplyvoch na životné prostredie, spoločnosť a riadenie budú naďalej kľúčové pre investorov, zákazníkov, dodávateľov, banky, a iné inštitúcie. Odporúča sa, aby sa účtovné jednotky nespoliehali na zrušenie povinností ESG vykazovania, ale aby pokračovali v začatých prípravách a zamerali sa aj na strategické aspekty podávania správ o udržateľnosti, najmä na analýzu dvojitej významnosti a výpočet uhlíkovej stopy. V budúcnosti bude potrebné pripraviť sa na vplyv klimatických zmien na podnikateľskú činnosť a realizovať s tým spojené posudzovanie rizík udržateľnosti. Riadenie rizík spojených s udržateľnosťou je kľúčovou súčasťou posúdenia dvojitej významnosti.

Predstavenie Omnibus balíka nemení stratégiu EÚ v oblasti ochrany životného prostredia. Európska únia bude naďalej pokračovať vo svojom súčasnom kurze, vrátane priebežného cieľa, ktorým je zníženie čistých emisií skleníkových plynov o 90 % do roku 2040. Z tohto dôvodu by spoločnosti mali naďalej sledovať aktuálny vývoj a zdržať sa zastavenia alebo spomalenia svojich snáh o udržateľné podnikanie.

4 Záver

Udržateľné správanie účtovných jednotiek je kľúčovou súčasťou podnikania. Nedostatok zdrojov, zmena klímy, znečistenie, zvyšujúce sa množstvo skleníkových plynov a globálne otepľovanie prinútili vlády, spoločnosti a jednotlivcov zamerať sa na udržateľný rozvoj. Od účtovných jednotiek sa vyžaduje, aby pri svojom podnikaní rešpektovali životné prostredie a mali dobré vzťahy so svojimi zákazníkmi, dodávateľmi, zamestnancami a obchodnými partnermi. Taktiež sa od nich očakáva, že budú vykonávať svoju činnosť v súlade s potrebami miestnej komunity.

V priebehu posledných niekoľkých desaťročí boli snahy, aby účtovné jednotky nielen konali udržateľne, ale aj podávali správy preukazujúce ich vplyv na životné prostredie a spoločnosť. Existujúce rámce, ktoré upravujú oblasť ESG vykazovania, poskytujú presné usmernenia o tom, čo a ako vykazovať. Ukázalo sa, že spoločnosti, ktoré podávajú správy o udržateľnosti, majú väčšiu šancu dosiahnuť konkurenčnú výhodu a byť úspešnejšie na trhu. Transparentné podávanie správ o udržateľnosti tiež prispieva k zabezpečeniu ziskovosti, zvýšeniu hodnoty spoločnosti, vývoju nových produktov a služieb, prilákaniu investorov, špičkových talentov a nových zákazníkov.

Zavedenie Omnibus balíka a smernice „Stop-the-Clock" prinieslo významné zmeny a výzvy v legislatíve týkajúcej sa ESG vykazovania. Na jednej strane zjednodušenie pravidiel a požiadaviek súvisiacich s ESG vykazovaním a odloženie termínov na ich zostavenie môže spoločnostiam umožniť lepšiu prípravu na podávanie správ o udržateľnosti. Povedie to tiež k úsporám nákladov. Na druhej strane, zníženie počtu spoločností v rámci pôsobnosti CSRD môže viesť k spomaleniu boja proti globálnemu otepľovaniu, zmene klímy a problémom súvisiacim s diskrimináciou, zlými pracovnými podmienkami, korupciou a úplatkárstvom. Omnibus tak priniesol určitú mieru neistoty do ESG vykazovania.

Mnohé spoločnosti, ktoré sa pripravili na podávanie správ o ESG, sa pýtajú, či majú zmierniť reguláciu, alebo pokračovať v úsilí a implementácii požiadaviek súvisiacich s ESG vykazovaním. Transparentné podávanie správ o vplyvoch na životné prostredie, spoločnosť a správu a riadenie však zostane kľúčové pre investorov a ďalšie zainteresované strany. Na záver je potrebné poznamenať, že nie podávanie správ o udržateľnosti, ale udržateľné správanie účtovných jednotiek a samotných ľudí zachráni našu planétu pre budúce generácie.

Príspevok bol spracovaný v rámci riešenia grantovej úlohy VEGA 1/0120/23 *Environmentálne modely ako nástroj ekologicko-ekonomických rozhodnutí*

Literatúra

1. Accountancy Europe (5. september 2025). CSRD Transposition Overview. Dostupné na: https://accountancyeurope.eu/publications/csrd-transposition-tracker/
2. Basile, V., Capobianco, N., & Vona, R. (2021). The usefulness of sustainable business models: Analysis from oil and gas industry. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management, 28*(6), 1801-1821. https://doi.org/10.1002/csr.2153
3. Bose, S. (2020). Evolution of ESG reporting frameworks. In *Values at work: Sustainable investing and ESG reporting* (pp. 13-33). Cham: Springer International Publishing.
4. Consilium Europa (2025). Simplification: Council gives final green light on the 'Stop-the-Clock'mechanism to boost EU competitiveness and provide legal certainty to businesses. Dostupné na: https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2025/04/14/simplification-council-gives-final-green-light-on-the-stop-the-clock-mechanism-to-boost-eu-competitiveness-and-provide-legal-certainty-to-businesses/
5. Darnall, N., Ji, H., Iwata, K., & Arimura, T. H. (2022). Do ESG reporting guidelines and verifications enhance firms' information disclosure?. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management, 29*(5), 1214-1230. https://doi.org/10.1002/csr.2265
6. Dathe, T., Helmold, M., Dathe, R., & Dathe, I. (2024). *Implementing environmental, social and governance (ESG) principles for sustainable businesses: A practical guide in sustainability management*. Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-031-52734-0_11
7. Delegované nariadenie Komisie (EÚ) 2023/2772 z 31. júla 2023, ktorým sa dopĺňa smernica Európskeho parlamentu a Rady 2013/34/EÚ, pokiaľ ide o štandardy vykazovania

informácií o udržateľnosti. [online]. In EUR-Lex. Dostupné na: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202302772

8. Diwan, H., & Sreeraman, B. A. (2024). From financial reporting to ESG reporting: a bibliometric analysis of the evolution in corporate sustainability disclosures. *Environment, development and sustainability*, *26*(6), 13769-13805. https://doi.org/10.1007/s10668-023-03249-2
9. Európska komisia (26. 2. 2025a). Commission proposes to cut red tape and simplify business environment. Dostupné na: https://commission.europa.eu/news-and-media/news/commission-proposes-cut-red-tape-and-simplify-business-environment-2025-02-26_en
10. Európska komisia (26. 2. 2025b). Questions and answers on simplification omnibus I and II. Dostupné na: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/sk/qanda_25_615
11. Európska komisia (11. 7. 2025). Commission adopts „quick fix" for companies already conducting corporate sustainability reporting. Dostupné na: https://finance.ec.europa.eu/publications/commission-adopts-quick-fix-companies-already-conducting-corporate-sustainability-reporting_en
12. Gomes Silva, F. J., Kirytopoulos, K., Pinto Ferreira, L., Sá, J. C., Santos, G., & Cancela Nogueira, M. C. (2022). The three pillars of sustainability and agile project management: How do they influence each other. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, *29*(5), 1495-1512. https://doi.org/10.1002/csr.2287
13. KPMG (n.d.). ESG reporting sa stáva bežnou súčasťou správ od najväčších svetových spoločností. Dostupné na: https://kpmg.com/sk/sk/home/media/press-releases/2025/01/esg-reporting-sucast-sprav-svetovych-spolocnosti.html
14. Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2014/95/EÚ z 22. októbra 2014, ktorou sa mení smernica 2013/34/EÚ, pokiaľ ide o zverejňovanie nefinančných informácií a informácií týkajúcich sa rozmanitosti niektorými veľkými podnikmi a skupinami. [online]. In EUR-Lex. Dostupné na: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0095
15. Smernica Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2022/2464 zo 14. decembra 2022, ktorou sa mení nariadenie (EÚ) č. 537/2014, smernica 2004/109/ES, smernica 2006/43/ES a smernica 2013/34/EÚ, pokiaľ ide o vykazovanie informácií o udržateľnosti podnikov. [online]. In EUR-Lex. Dostupné na: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022L2464
16. Smernica Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2025/794 zo 14. apríla 2025, ktorou sa menia smernice (EÚ) 2022/2464 a (EÚ) 2024/1760, pokiaľ ide o dátumy, od ktorých majú členské štáty uplatňovať určité požiadavky na vykazovanie informácií o udržateľnosti podnikov a náležitú starostlivosť podnikov v oblasti udržateľnosti. [online]. In EUR-Lex. Dostupné na: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202500794
17. Tinák, R. (2025). OMNIBUS mení pravidlá. Čo to znamená pre ESG? Dostupné na: https://www.esgklub.sk/esg-omnibus-prepisuje-pravidla-nefinancneho-reportingu-v-eu/
18. Zákon č. 431/2002 Z. z. o účtovníctve v znení neskorších predpisov
19. Zákon č. 187/2025, ktorým sa dopĺňa zákon č. 566/2001 Z. z. o cenných papieroch a investičných službách a o zmene a doplnení niektorých zákonov (zákon o cenných papieroch) v znení neskorších predpisov a ktorým sa menia a dopĺňajú niektoré zákony

Dynamické programovanie a problém riadenia výroby a zásob

Dynamic programming and the problem of inventory production management

Monika Ferenčáková[1]

Abstrakt
Príspevok sa zameriava na aplikáciu dynamického programovania v oblasti riadenia výroby a zásob. Predstavuje teoretické východiská a metódy, vrátane Bellmanovho princípu optimality rekurentných vzťahov, ktoré umožňujú efektívne riešenie viacstupňových rozhodovacích procesov. Osobitná pozornosť je venovaná modelu riadenia výroby a zásob, ktorý zohľadňuje výrobné a skladovacie kapacity, ako aj časovo variabilné náklady a dopyt. V praktickej časti je analyzovaný viacperiodický problém plánovania výroby a zásob s cieľom minimalizovať celkové náklady a obmedziť nadbytočné zásoby, čím sa znižuje materiálové a energetické plytvanie. Na riešenie úlohy bol využitý nástroj Python, Výsledkom je optimálny výrobný plán a porovnanie rôznych alternatív riešenia. Výsledky potvrdzujú vysokú efektivitu dynamického programovania pri optimalizácii ekonomických aj environmentálne udržateľných rozhodovacích procesov.

Kľúčové slová
dynamické programovanie, riadenie zásob, rekurentné vzťahy, udržateľné plánovanie

Abstract
The paper focuses on the application of dynamic programming in the field of production and inventory management. It presents theoretical bases and methods, including Bellman's principle of optimality of recurrent relationships, which enable effective solution of multi-stage decision-making processes. Particular attention is paid to the production and inventory management model, which takes into account production and storage capacities as well as time-varying costs and demand. In the practical part, the multi-period problem of production and inventory planning is analyzed in order to minimize the total cost and limit excess inventory, thus reducing material and energy waste. The Python tool was used to solve the problem, resulting in an optimal production plan and a comparison of different solution alternatives. The results confirm the high efficiency of dynamic programming in optimizing economic and environmentally sustainable decision-making processes.

Keywords
dynamic programming, inventory management, recursive relations, sustainable planning

JEL classification
C61, Q01, M11

1 Introduction

Modern operations research and applied mathematics often encounter problems that require a series of decisions made over time, each of which affects both future possibilities and

[1] Bratislava University of Economics and Business, Faculty of Economic Informatics, Department of operational research and econometrics, Dolnozemská cesta 1, 852 35 Bratislava, monika.ferencakova@euba.sk.

overall outcomes. Typical situations arise in inventory management, production scheduling, investment planning or maintenance system management, where the most suitable choice in each step depends on both the current state and the expectation of future events. Effectively addressing such problems requires a framework that considers their own time structure and allows decisions at every step to be based not only on immediate but also on future consequences. This is exactly the framework that dynamic programming provides.

Dynamic programming (*DP*), introduced to the scientific world by Richard Bellman in the 1950s, has become a key method for multi-stage decision-making processes. The essence lies in the division of a complex problem, potentially involving hundreds or thousands of sequential decisions, into a series of simpler subproblems, each of which can be optimally solved and afterwards solutions can subsequently be combined to solve the original problem as a whole (Hillier, Lieberman, 2000). This divide and conquer methodology not only brings significant computational benefits, but also conceptual clarity. Instead of testing every single sequence of decisions, the DP takes advantage of the fact that the state of the system at any given point in time contains all the historical information required for further planning. By focusing on a small number of key variables that describe each state and systematically moving backward from a known outcome at the end of the planning horizon, the optimal strategy can be compiled step by step. This logical structure also makes DP uniquely useful in modelling situations with limited resources, randomness, and complex interconnected decisions.

In the context of current trends, dynamic programming is also applied in finding a balance between economic efficiency and environmental sustainability. Optimizing inventory and production through dynamic programming can directly contribute to reducing energy intensity, reducing overproduction, and using resources more efficiently. In practice, minimizing excess inventory means not only lower costs, but also less environmental burden, less storage, fewer losses, and more economical logistics.

2 Theoretical research

The founder of (DP) is considered to be Richard Bellman, who published the groundbreaking work "***Dynamic Programming"*** in 1957 (Bellman, 1957). Bellman identified the basic principle of optimality, according to which every sub-policy of the optimal solution must be optimal in itself. This principle led to the formulation of the Bellman recurrent equation, which makes it possible to solve problems in the direction from the final state to the initial state.

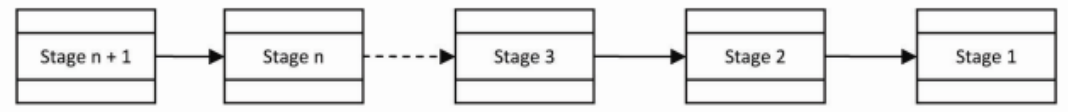
Even before Bellman, Frank Ramsey (1937) dealt with deterministic multiperiodic optimization decision-making in the context of economic modelling of intertemporal consumption, thus implicitly formulating the idea of optimality in time. In the following years, Tjalling Koopmans (1949), who dealt with the allocation of resources in transport systems, also made a significant contribution. Both authors foreshadowed the basic features of dynamic thinking in optimization tasks.

In Slovakia, the theory of dynamical models was significantly developed by Laščiak et al. (1985), authors in the publication Dynamic Models formally described multi-stage decision-making processes as a sequence of stages in which the state of the system is controlled by decisions and is evaluated through a criterion function. They emphasized that the total value of the process is the sum of the elementary contributions of the individual stages and that this process should be mathematically consistent and deterministically describable.

From a formal point of view, the contribution was made by Madaras (2005), who analyzed the structure and solvability of recurrent relations – the basic computational mechanism of the DP. He distinguished between linear and nonlinear recursions, and described their applicability in combinatorial and decision-making problems. These theoretical

frameworks are followed by Goga (2011), who in monograph "***Economic Dynamics***" provides a systematic classification of multi-stage decision-making processes. It identifies two main classes: deterministic and stochastic. In our case, we focus on deterministic, which are suitable for exact modelling of e.g. production and supply processes. A critically important prerequisite for a process to be suitable for solution by the dynamic programming method is its Markov structure. The multi-stage character of dynamic programming can be schematically represented as a sequence of stages in which states and decisions determine the transition to the next phase. This structure is shown in Figure 1.

Figure 1 – Stages of the Dynamic Programming Problem



Source: Selvanathan (2015).

The diagram illustrates the backward solution from the terminal stage to the initial stage, which is the basis of Bellman's recursion used in the next parts of the paper.

In recent years, DP has expanded into new areas, including approximate algorithms and machine learning. Powell (2011) introduced the concept of "*approximate dynamic programming*", which allows the application of DP principles even in cases where the state space is too large or complexly structured. The issue of supply with imperfect information about future demand and inventory returns is analyzed by Gallego and Özer (2001), respectively. Topan et al. (2018) show how DP supports decision-making in real supply chains with uncertainty and imperfect signals.

In addition to economic applications, dynamic programming is also applied in the field of sustainability. Studies show that it can link economic, environmental, and social goals and thus contribute to reducing the ecological footprint (Selvanathan, 2015). In environmental economics, dynamic models are employed in the formulation of climate policies and resource management, helping to balance short-term costs with long-term sustainability (Karp & Traeger, 2024). The development trajectory of dynamic programming highlights its theoretical versatility and practical robustness in a wide range of decision-making areas under uncertainty and constraints.

3 Methodology

In this section, we present a methodological framework based on the principles of deterministic dynamic programming, as formulated by Laščiak et al. (1985) and systematized by Goga (2011) and practically introduced by Anderson et al. (2010).

According to Laščiak et al. (1985), a dynamic process can be broken down into discrete stages, each characterized by a specific state of the system. Within each stage, there is a functional dependence between the state variables, the decision variable, and the instantaneous value of the criterion function. The total value of the process is then defined as the sum of elementary contributions for all stages. This structured approach enables the modeling of multi-stage decision-making processes over time and can be adapted to incorporate environmental or social aspects alongside economic objectives.

As Goga (2011) states, multi-stage processes can be divided into deterministic and stochastic. This paper focuses on a deterministic class where all quantities are known in advance and do not change due to chance. Based on Laščiak et al. (1983), four basic assumptions can

be formulated that must be met in order for the decision-making process to be effectively modelled through deterministic dynamic programming:

1. **Discreetness of time**
   - The process can be divided into a finite number of stages, which represent discrete time periods $n = 1,2,\dots,N$ and are ascendingly arranged.
   - Each period is separately analysable, and decision-making activities are tied to these time units.
2. **State representation of stages**
   - Each stage is clearly determined by a state variable x_n, which expresses the amount of on-hand inventory at the beginning of period n. The state reflects the cumulative results of previous decisions and serves as a starting point for current optimization.
3. **Management through decision variables**
   - At each stage, a decision is made that affects the transition of the system to the next state. These decisions belong to a set of permissible decisions given by technological, capacity, or other limitations.
4. **Additiveness of the criterion function**
   - The overall target indicator (e.g. costs) is expressed as the sum of the sub-contributions from the individual stages, while in each stage the criterion function depends only on the state of play and the decision. This structure serves as the foundation for applying recurrent relationships in solving an optimization problem.

General formulation of the deterministic inventory management model

For the purposes of further analysis, we will start from a deterministic multi-period model of production and inventory management. It aims to minimise overall costs over the planned horizon, considering both production and storage costs. The optimization task takes the following form:

Target Feature:

$$min \sum_{n=1}^{N} (C_n d_n + H_n x_n) \qquad (3.1)$$

The goal is to minimize the total production and storage costs over the entire planning horizon.

Limits:

- Stock balance (transition of stocks):

$$x_n = x_{n-1} + d_n - D_n \qquad n = 1, \dots, N \qquad (3.2)$$

- Production capacity:

$$0 \leq d_n \leq P_n \qquad (3.3)$$

- Storage capacity:

$$0 \leq x_n \leq W_n \qquad (3.4)$$

- Initial stocks that are predetermined at the beginning of the first stage.

Where:

- N - number of periods (stages),
- D_n - demand in the period n,
- x_n - status variable, the amount of stock in stock at the end of the stage n,
- d_n - production quantity (decision variable) at stage n,
- P_n - maximum number of units possible to produce in stage n (production capacity),
- W_n - storage capacity (maximum stocks at the end of the stage n),
- C_n - unit cost of production in the stage n,
- H_n - unit storage cost per unit of inventory at the end of stage n.

The formal basis of dynamic programming lies in the so-called **Bellman's principle of optimality**, which expresses that "regardless of the initial state and the decision made, the subsequent part of the strategy must represent the optimal solution to the remaining subproblem" (Bellman, 1957; Goga, 2011). From a mathematical point of view, the optimality principle can be formalized by means **of a recurrent relation**, which takes the form as follows:

$$f_n(x_n) = \min_{d_n \epsilon [0,P_n]} \{C_n d_n + H_n x_n + f_{n-1}(x_n + d_n - D_n)\} \qquad (3.5)$$

Where:

- x is the decision in the stage n,

Recurrent relationships represent the computational core of dynamic programming, which enables systematic retrospective evaluation of optimal decisions. Their significance lies in the fact that for each possible stock level at the beginning of a given stage, a minimum value of the total costs from this position up to the end of the planning horizon is calculated. This principle ensures that the decisions taken in each period are not isolated but consider the long-term consequences. As a result, dynamic programming not only optimizes local decisions, but also ensures that the entire decision-making sequence is optimally solved globally.

Madaras (2005), in his work on recurrent relationships, lists the different types of deterministic relationships by which the course of a process can be formalized, emphasizing the importance of monotony and finitude of the state space for an effective solution.

Dynamic programming has a wide range of applications across the areas of operations research and industrial optimization. The canonical tasks solved by the DP method include:

- **Backpack problem** (knapsack problem), where the goal is to optimize the selection of elements with a given value and weight,
- **The task of optimal allocation of production capacities**, in which the timing and volume of production are decided,
- **Optimal allocation of a limited resource**, typical for decision-making in public finance or marketing,
- **Multi-stage decision-making in inventory management**, with deterministic and stochastic demand, and with limited storage and production capacity, is explored in detail in the work of Clark and Scarf (1960) and further elaborated for environments with advanced or incomplete demand information by Gallego and Özer (2001) as well as Topan et al. (2018).

Modelling the supply process through DP requires the identification of state variables (inventory in stock), decision variables (quantity of units produced or ordered), transition relationships (inventory update according to demand), and cost structure (inventory costs,

production costs, shortage penalties). Such a framework enables the precise formulation of a criterion function and the application of Bellman recursion.

Modern models of dynamic programming confirm the suitability of this approach also for advanced supply systems, where the condition of the equipment or advanced demand information is considered. Real applications are solved by Gallego and Özer (2001), who analyse the value and impact of advanced demand information (ADI) on order optimization. If the information is incomplete or erroneous, effective combinations of inventory returns and ADI management are also explored in the papers of Topan et al. (2018) and Gayon, Benjaafar and de Véricourt (2008), which show that dynamic programming makes it possible to find the optimal policy even with uncertain or imperfect signals about future demand.

A specific case with a high degree of practical relevance is the deterministic model of production inventory management in discrete periods. It is this type of problem that will be analysed in the following sections, starting from the methodology described in the publication by Anderson et al. (2010). These examples provide a practical illustration of the general Bellman structure and demonstrate the power of DP in optimizing economically relevant systems.

4 Example of a deterministic multi-period production inventory management problem

Consider a deterministic multi-period production and inventory management problem, where the expected demand for the product is known for each period. The goal of the decision-making process is to develop a production plan that ensures smooth coverage of this demand while minimizing the total cost of production and storage.

The basic cost items of the model are variable ***production costs***, which may vary between individual periods depending on technological or capacity conditions, and ***inventory storage costs***, which arise if production in each period exceeds current demand. It is assumed that in each period, exactly one production and adjustment operation takes place, with fixed costs that are constant across all periods. For this reason, they do not affect the optimization structure and can be omitted from the model. The proposed model (Anderson et al., 2010) further allows for the consideration of time-varying constraints on production and storage capacity, which reflects the reality of production plants in practice or warehouses with different availability over time. Such flexibility makes the model robust enough for application in environments with fluctuating resources.

Dynamic programming is suitable for solving this type of task, as it allows to divide complex decision-making into a series of interconnected steps efficiently. At each stage, decisions are made about production and inventory levels, which affect not only current but also future decisions and costs. The principle of reverse induction gradually builds the optimal strategy from the end of the planning horizon towards the beginning, optimizing the sum of immediate and expected future costs in each step.

The input data for the model solution, including demand, production, and storage capacities, as well as unit costs in each period, are summarized in Table 1.

Table n. 1 – Input data

Day	Demand D_n	Production capacity P_n	Storage capacity W_n	Production cost C_n	Storage cost H_n
Monday	2	5	6	175	30
Tuesday	3	2	6	150	30
Wednesday	3	3	5	200	40
Thursday	4	4	5	150	20
Friday	4	1	6	175	10

Source: own processing

Friday – Stage 1:

In the first stage, the problem of decision-making is simplified to the optimization of immediate costs, as other future periods no longer exist. Thus, in this case, the value function consists exclusively of the sum of the production and storage costs that arise on Friday. The model is defined in such a way that the decision variable d_5 expresses the volume of production and the state variable x_5 represents the stock at the end of the period. The recurrent function for the terminal stage takes the form:

$$\min \mathrm{r}_5(x_5, d_5) = 175d_5 + 10(x_4 + d_5 - 4)$$

With limitations:

$$0 \leq d_5 \leq 1$$
$$0 \leq x_5 \leq 5$$
$$0 \leq x_4 + d_5 \leq 6$$
$$x_4 + d_5 \geq 4$$

where the last inequality ensures that Friday's demand is covered $D_5 = 4$. Since this is the last period, other future costs no longer exist and the value function does not contain future recursion, it only summarizes the direct production and storage cost from the output state. Production has its capacity limitations, which makes it possible to go through a finite set of permissible situations where 3 possible situations occur.

Insufficient stock: If the initial state is $x_4 \leq 2$, even with maximum production, it is not possible to meet the demand coverage requirement. Such conditions are therefore marked as inadmissible.

Marginal stock if $x_4 = 3$, it is necessary to replenish the stock by producing one unit to meet the demand. In such a case, only production costs of 175 € are incurred.

$$\mathrm{r}_5(x_5, d_5) = 175 * 1 + 10(3 + 1 - 4) = 175$$

Sufficient supply: with a stock of at least four units ($x_4 \geq 4$) it is possible to cover the demand without additional production. With a stock equal to demand ($x_4 = 4$) it is possible to cover the need of the day exclusively from stocks. In the event that no production takes place ($d_1 = 0$), the situation at the end of the period is zero and the total costs are:

$$r_5(x_5, d_5) = 175 * 0 + 10(4 + 0 - 4) = 0$$

Alternative decision with production involvement ($d_1 = 1$) leads to the total cost of 185 €. In this case, one unit of inventory remains in stock, but the result is disadvantageous from a cost point of view, as there is a combination of additional production and storage costs. With initial stock exceeding demand ($x_5 = 5$) the need can be covered without production activity. If production is not carried out ($d_5 = 0$), one unit remains in stock, and the costs would be 10 €. If the production of a single unit were to take place ($d_5 = 1$), the result is a condition of two surplus pieces, and the total cost would be 195 €.

The analysis of the above cases shows that the optimal strategy in the terminal stage prefers variants without redundant production and with minimization of end inventory, thus eliminating unnecessary increases in production and storage costs. In any case, the production decision that ensures that demand is covered and minimizes the sum of production and output warehouse costs is automatically selected. At the same time, the minimization of excess inventory set up in this way reduces the need for storage and the associated energy consumption and material waste, which is more sustainable in the long run.

Thursday – Stage 2:

In the second stage, the decision-making process is complicated by the fact that the optimization no longer only considers the immediate production and storage costs, but also the expected costs from the next terminal stage. This procedure represents a practical application of Bellman's principle of optimality, according to which each sub-decision must form an optimal solution for the rest of the planning horizon. Therefore, the recurrent function for Thursday is defined as:

$$\min r_4(x_4, d_4) = 150d_4 + 20(x_4 + d_4 - 4) + r_5(x_5, d_5)$$

With limitations:

$$0 \leq d_4 \leq 4$$
$$0 \leq x_4 \leq 5$$
$$0 \leq x_4 + d_4 \leq 5$$
$$x_4 + d_4 \geq 4$$

The last condition ensures that the minimum demand needed on Thursday is covered ($D_4 = 4$). If the resulting stock level does not allow Friday's demand to be covered, the solution is referred to as inadmissible.

On Thursday, the recurrent function explicitly accumulates the immediate production and storage cost, synchronizing each potential future state with the already calculated minimum value of the function for the next stage. This composition guarantees overall optimality, as it considers the deterministically occurring further course of the system, not just the local/current state. The calculation would continue in a similar way for the other days of production, but this calculation would be computationally lengthy.

For example with a relatively low level of production, a manual calculation of the optimal solution is also possible and clear. However, in the environment of large-scale enterprises, the number of variants, statuses and possible decisions is growing rapidly. This makes the manual procedure too lengthy, error-prone, or even unfeasible. In these cases, it is necessary to use

modern calculation procedures and programs. The Python programming language was used to solve the task, which provides tools for efficient processing of combinatorial and optimization problems. The algorithm systematically generates permissible production decisions, evaluates them through recurrent relationships and compiles an optimal production plan. The results of the calculation are presented in Figure 2.

Figure n.2 – Optimal production plan

```
Deň       Začiatočný sklad  Výroba  Dopyt   Konečný sklad   Náklad (€)
-------------------------------------------------------------------------
Pondelok  3                 3       2       4               645
Utorok    4                 2       3       3               390
Streda    3                 3       3       3               720
Štvrtok   3                 4       4       3               660
Piatok    3                 1       4       0               175
-------------------------------------------------------------------------
SPOLU                                               2590 €
```

Source: output from Python

The table shows that production is planned for each day not only according to the current daily demand, but also in regard to the level of inventories and the expected needs of the next days. For example, the final stock never falls below the necessary value, ensuring continuity of production on the next day. The highest circulation is recorded on Wednesday, which is often related to higher production or storage costs. On the contrary, Friday ends with zero inventory, eliminating unnecessary storage. This end-zero state is also advantageous from a sustainability point of view, as it reduces unnecessary inventory holding and the associated operating losses.

The sum of all costs in the table represents an optimal total weekly cost of 2 590 €, which would be significantly difficult to obtain by manual calculations. Thus, Python provides an efficient and accurate tool for building a production plan for complex assignments of this type. Although we have obtained an optimal production plan with the lowest possible cost using Python, the calculation algorithm is also able to generate multiple permissible production plans that meet all the specified conditions of the model, as shown in Table 2. These alternative solutions may have a different distribution of production or supply on individual days, but they will meet both demand coverage and any capacity constraints.

Table n.2 – Permissible production plans

N.	***Production plan***	***Stock***	***Production costs***	***Storage costs***	***Total costs***	***Choice of production plan***
1	(3, 2, 3, 4, 1)	[3, 4, 3, 3, 3, 0]	2 200	390	**2 590**	***Optimal prod. plan***
2	(4, 1, 3, 4, 1)	[3, 5, 3, 3, 3, 0]	2 225	420	2 645	
3	(4, 2, 2, 4, 1)	[3, 5, 4, 3, 3, 0]	2 175	450	2 625	
4	(4, 2, 3, 3, 1)	[3, 5, 4, 4, 3, 0]	2 225	490	2 715	
5	(4, 2, 3, 4, 0)	[3, 5, 4, 4, 4, 0]	2 200	510	2 710	
6	(5, 0, 3, 4, 1)	[3, 6, 3, 3, 3, 0]	2 250	450	2 700	
7	(5, 1, 2, 4, 1)	[3, 6, 4, 3, 3, 0]	2 200	480	2 680	
8	(5, 1, 3, 3, 1)	[3, 6, 4, 4, 3, 0]	2 250	520	2 770	
9	(5, 1, 3, 4, 0)	[3, 6, 4, 4, 4, 0]	2 225	540	2 765	

10	(5, 2, 1, 4, 1)	[3, 6, 5, 3, 3, 0]	2 150	510	2 660	
11	(5, 2, 2, 3, 1)	[3, 6, 5, 4, 3, 0]	2 200	550	2 750	
12	(5, 2, 2, 4, 0)	[3, 6, 5, 4, 4, 0]	2 175	570	2 745	
13	(5, 2, 3, 2, 1)	[3, 6, 5, 5, 3, 0]	2 250	590	2 840	
14	(5, 2, 3, 3, 0)	[3, 6, 5, 5, 4, 0]	2 225	610	2 835	

Source: own processing based on Python output

Such an approach allows management not only to find the optimal solution, but also to analyse potential alternatives and respond flexibly to changes in operations or in the supply chain.

5 Conclusion

Nowadays, dynamic programming is increasingly implemented in complex systems with high levels of uncertainty and variability in inputs. Examples include inventory management in an environment with imperfect demand information and the possibility of returning inventory (Topan et al., 2018), models distinguishing between multiple customer classes and optimizing inventory allocation by so-called rationing rules (Gayon et al., 2008), as well as complex systems where production, maintenance, and supply are integrated and the optimum is sought using dynamic programming.

In this paper, we applied DP to a production and inventory problem with time varying costs and capacity constraints. By formulating the state, decision, and transition equations of the model and solving it with backward induction, we derived an optimal production and inventory plan that minimises total variable costs while satisfying all demand and respecting production and storage limits. The resulting policy, together with the set of admissible alternative plans, demonstrates how DP can provide transparent, quantitatively grounded guidance for tactical production and inventory decisions.

With the advancement of information technology and better data, the level of detail and quality of dynamic programming models in the field of production inventory management will continue to increase, enabling more detailed optimization, robust operation even in uncertain environments, and truly data driven decision making at all levels of the modern supply chain.

This work was supported by research project A-25-103/3020-08 „Preskúmanie interdisciplinárnych stratégií pre efektívne manažovanie životného prostredia a udržateľný rozvoj. “

This work was supported by VEGA grant no. 1/0120/23, "Environmental models as a tool for ecological and economic decision-making."

Literature

1. Anderson, D. R., Sweeney, D. J., Williams, T. A. et al. (2010). *An Introduction to Management Science*, 13th Edition. Cengage Learning.
2. Bellman, R. B. (1972). *DYNAMIC PROGRAMMING (6th printing)*. Princeton, United States of America: Princeton University Press. Retrieved from https://gwern.net/doc/statistics/decision/1957-bellman-dynamicprogramming.pdf
3. Clark, A. J., & Scarf, H. (2004). *Optimal Policies for a Multi-Echelon Inventory Problem*. Management Science, 50(12), 1782–1790. http://www.jstor.org/stable/30046146
4. Gayon, J., Benjaafar, S., & De Véricourt, F. (2008). *Using Imperfect Advance Demand Information in Production-Inventory Systems with Multiple Customer Classes*.

Manufacturing & Service Operations Management, 11(1), 128–143. https://doi.org/10.1287/msom.1070.0201
5. Gallego, G., & Özer, Ö. (2001). *Integrating Replenishment Decisions with Advance Demand Information*. Management Science, 47(10), 1344–1360. https://doi.org/10.1287/mnsc.47.10.1344.10261
6. Goga, M. (2011). *Ekonomická dynamika*. Bratislava: Wolters Kluwer. ISBN 978-80-8078-394-5.
7. Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2010). *Introduction to Operations research (ninth*). McGraw-Hill.
8. Karp, L., & Traeger, C. P. (2024). *Dynamic Environmental and Resource Economics*. Draft. University of California, Berkeley & University of Oslo. Dostupné na: https://traeger.eu/pdf/KarpTraegerDraft.pdf
9. Koopmans, T. C. (1949). *Optimum Utilization of the Transportation System*. Dostupné na: http://www.jstor.org/stable/1907301
10. Laščiak, A. et al. (1985). *Dynamické modely*. Bratislava: Alfa.
11. Laščiak, A. (1983). *Optimálne programovanie*. Česko: Alfa. ISBN 80-05-00663-2.
12. Madaras, T. (2005). *Rekurentné vzťahy*. Kombinatorika pre informatikov. Dostupné na: https://umv.science.upjs.sk/madaras/slide7i.pdf
13. Powell, W. B. (2011). *Approximate Dynamic Programming: Solving the Curses of Dimensionality*. Spojené kráľovstvo: Wiley.
14. Ramsey, F. (1937). *A Mathematical Theory of Saving*.
15. Selvanathan, R. (2015). A Dynamic Programming Approach to Sustainability. *Journal of Management and Sustainability*, 5(1), 1-10. http://dx.doi.org/10.5539/jms.v5n1p1
16. Topan, E., Tan, T., Van Houtum, G., & Dekker, R. (2018). Using imperfect advance demand information in lost-sales inventory systems with the option of returning inventory. IISE Transactions, 50(3), 246–264. https://doi.org/10.1080/24725854.2017.1403060

Pokročilý ovládací prvok DataGridView a jeho unikátna vlastnosť použitá v C# oknovej aplikácii

Advanced DataGridView control and its unique feature used in a C# window application

Igor Košťál[1]

Abstrakt
Windows oknové aplikácie používajú množstvo ovládačov, tlačidlá, textové polia, zoznamy zatrhávacích položiek, rozvinovacie zoznamy, nápisy a iné, ktoré poskytujú používateľovi aplikácie rôznu mieru komfortu. Existuje pokročilý ovládač DataGridView, slúžiaci na zobrazenie a prácu s tabelárnymi dátami, ktorý dokáže poskytnúť používateľovi aplikácie rôzne exkluzívne vlastnosti, medzi nimi unikátnu vlastnosť, okamžitú aktualizácia dát zobrazených v ovládacom prvku ihneď po vložení aj len jedného znaku vyhľadávacieho kritéria do príslušného textového poľa. V článku ukazujeme a vysvetľujeme implementáciu tejto vlastnosti v udalostných metódach príslušných textových polí a tiež demonštrujeme použitie tejto unikátnej vlastnosti v oknovej C# aplikácii.

Kľúčové slová
ovládač oknovej aplikácie, ovládač DataGridView, udalostná metóda ovládača, programovací jazyk C#

Abstract
Windows window applications use many controls, buttons, text boxes, checked list boxes, combo boxes, labels, and others, which provide the application user with varying degrees of comfort. There is an advanced DataGridView control, used to display and work with tabular data, which can provide the application user with various exclusive features, among them a unique feature, instant updating of the data displayed in the control immediately after entering even one character of the search criteria into the corresponding text box. In the paper, we show and explain the implementation of this feature in the event handler methods of the corresponding text boxes and also demonstrate the use of this unique feature in a window C# application.

Key words
window application control, DataGridView control, event handler method of a control, C# programming language

JEL classification
C88

1 Úvod

Windows oknová C# aplikácia, t. j. aplikácia s grafickým používateľským rozhraním, ktorá zobrazuje tabelárne dáta, ktoré môžu byť výsledkom vyhľadávania v nejakej databáze, môže použiť na ich zobrazenie pokročilý ovládací prvok DataGridView, ktorý je vytvorený ako

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

objekt rovnomennej triedy. Tento ovládací prvok poskytuje programátorovi Windows oknovej C# aplikácie veľkú podporu vo veľkom množstve vlastností a metód triedy *DataGridView* a používateľovi komfort pri používaní tohto ovládacieho prvku. Okrem toho má tento ovládací prvok viacero unikátnych vlastností, napr. vyhľadávanie riadkov podľa požadovaných kritérií s okamžitou aktualizáciou dát zobrazených v ovládacom prvku ihneď po vložení vyhľadávacieho kritéria do príslušného textového poľa. Táto a niekoľko ďalších unikátnych vlastností (vykonávanie operácií s označeným riadkom alebo riadkami, skrývanie riadkov a stĺpcov atď.) dodáva tomuto ovládaciemu prvku používateľský komfort, ktorý iné ovládacie prvky zobrazujúce tabelárne dáta neposkytujú programátorovi a tým ani používateľovi.

My sme vytvorili Windows oknovú C# aplikáciu, ktorá pomocou LINQ dopytov vyhľadáva požadované dáta v pomerne rozsiahlej databáze, nájdené dáta zapisuje a zobrazuje v ovládacom prvku DataGridView a následne používateľovi umožní dodatočné vyhľadávanie podľa dvoch kritérií. Pre obsluhu udalosti v príslušných textových poliach, vloženie vyhľadávacích reťazcov prvého a následne druhého vyhľadávacieho kritéria používateľom do prvého a druhého textového poľa C# aplikácie je v zdrojovom kóde príslušnýchj udalostných metód týchto polí implementovaná unikátna vlastnosť ovládacieho prvku DataGridView, okamžitá aktualizácia dát zobrazených v ovládacom prvku ihneď po vložení aj len jedného znaku vyhľadávacieho kritéria do príslušného textového poľa. Taktiež budeme demonštrovať fungovanie tejto unikátnej vlastnosti ovládacieho prvku DataGridView v C# aplikácii z používateľského pohľadu.

Ďalšie časti článku obsahujú krátky opis triedy *DataGridView*, jej vybraných vlastností a metód a triedy *DataTable* a časti zdrojového kódu Windows oknovej C# aplikácie súvisiace s implementáciou unikátnej vlastnosti ovládacieho prvku DataGridView, okamžitej aktualizácie dát zobrazených v ovládacom prvku ihneď po vložení aj len jedného znaku vyhľadávacieho kritéria do príslušného textového poľa. Ďalšia kapitola ukazuje použitie unikátnej vlastnosti ovládacieho prvku DataGridView v C# aplikácii. V Závere sú krátko zhodnotené prínosy použitia ovládacieho prvku DataGridView vo Windows oknovej C# aplikácii z pohľadu programátora a z pohľadu používateľa.

2 Trieda *DataGridView*, jej vybrané vlastnosti a metódy

Kľúčovou súčasťou našej Windows oknovej C# aplikácie a tiež kľúčovým predmetom záujmu nášho článku, je objekt *dGV* triedy *DataGridView*, ktorý reprezentuje ovládací prvok DataGridView (Kumar, 2025). Preto sa budeme krátko zaoberať triedou *DataGridView* (Microsoft, 2025a) (Bhatnagar, 2025) (Perry, 2005) a jej vybranými vlastnosťami a metódami.

Pomocou konštruktora *DataGridView()* triedy *DataGridView* môžeme vytvoriť objekt tejto triedy, ktorý reprezentuje ovládací prvok DataGridView. Trieda *DataGridView* je rozsiahla trieda, ktorá obsahuje 169 vlastností a 405 členských metód. Už tieto počty vlastností a najmä členských metód sú nezvyčajné a svedčia o vysokom stupni spracovania tejto triedy jej výrobcom, čo programátorovi umožňuje veľmi detailne pracovať s objektom tejto triedy. Naša Windows oknová C# aplikácia používa nasledovné **vlastnosti** objektu *dGV* triedy *DataGridView*:

- *DataSource* - táto vlastnosť slúži na získanie alebo vloženie dát z alebo do ovládacieho prvku DataGridView. Po vložení dát do tejto vlastnosti sú tieto dáta zobrazené v ovládači DataGridView. Dáta vkladané do vlastnosti *DataSource* musia implementovať jedno z nasledujúcich rozhraní:
  - *IList* rozhranie, zahŕňajúce 1-rozmerné polia (Microsoft, 2025b),
  - *IListSource* rozhranie (Microsoft, 2025c), ako sú triedy *DataTable* (Microsoft, 2025d) a *DataSet* (Microsoft, 2025e),
  - *IBindingList* (Microsoft, 2025f) rozhranie, ako je šablónová trieda *BindingList*<T> (Microsoft, 2025g),

- *IBindingListView* rozhranie (Microsoft, 2025h), ako je *BindingSource* trieda (Microsoft, 2025i).

My sme v našej C# aplikácii do tejto vlastnosti objektu *dGV* triedy *DataGridView* vkladali dáta typu *DataTable* a *List*.

- *RowCount* - táto vlastnosť získa alebo nastaví počet riadkov zobrazených v ovládači DataGridView (Microsoft, 2025a).

3 Trieda *DataTable*, jej krátka charakteristika

Táto trieda je taktiež veľmi dôležitou pre našu C# aplikáciu, pretože ak chceme implementovať unikátnu vlastnosť ovládacieho prvku DataGridView, okamžitá aktualizácia dát zobrazených v ovládacom prvku ihneď po vložení aj len jedného znaku vyhľadávacieho kritéria do príslušného textového poľa, v našej C# aplikácii, tak dáta vložené do vlastnosti *DataSource* objektu *dGV* tejto aplikácie musia byť práve typu *DataTable*.

Objekt triedy *DataTable* (Microsoft, 2025d) reprezentuje jednu tabuľku dát uloženú v pamäťovom priestore C# aplikácie. Naša C# aplikácia pracuje práve s databázovými tabuľkami uloženými v pamäti.

4 WinForms C# aplikácia používajúca ovládací prvok DataGridView

Pomocou šablóny WinForms .NET Framework sme v Microsoft Visual Studiu 2019 Enterprise vytvorili WinForms C# aplikáciu, ktorá má implementovaný ovládací prvok DataGridView. Aplikácia bola vytvorená pre operačné systémy Microsoft Windows 10 a 11 a pre .NET Framework 4.0. Naša aplikácia dokáže pomocou LINQ dopytov aj v pomerne rozsiahlej databáze vyhľadávať požadované dáta. C# aplikácia si vytvorí v operačnej pamäti v svojom pamäťovom priestore 3 databázové tabuľky z 3 diskových súborov:

- *Purchase_Orders_from_PASS_Orders.csv* - súbor obsahuje v riadkoch položky jednotlivých zaplatených faktúr s viacerými atribútmi každej položky. Naša C# aplikácia vytvorí z dát uložených v položkách tohto diskového súboru v operačnej pamäti cieľového počítača v pamäťovom priestore aplikácie databázovú tabuľku PURCH ORDERS, ktorej každá riadková položka má nasledovné atribúty:
  - *PONumbOrd* - tento atribút je jedinečným **primárnym kľúčom** v databázovej tabuľke a reprezentuje číslo objednávky
  - *Requester* - atribút reprezentuje objednávateľa tovaru na danú faktúru
  - *OrderDate* - atribút reprezentuje dátum a čas vystavenia objednávky na danú faktúru na dodávateľa
  - *CreateDate* - atribút reprezentuje dátum a čas vytvorenia objednávky na danú faktúru

- *Purchase_Orders_from_PASS_OrderDetails_0_255_mil.csv* - súbor obsahuje v riadkoch položky s detailmi jednotlivých objednávok, na ktoré boli vystavené faktúry s viacerými atribútmi každej položky. Naša C# aplikácia vytvorí z dát uložených v položkách tohto diskového súboru v operačnej pamäti cieľového počítača v pamäťovom priestore aplikácie databázovú tabuľku PURCH ORDER DETAILS, ktorej každá riadková položka má nasledovné atribúty:
  - *PONumbDetail* - atribút reprezentuje číslo objednávky, na ktorú bola vystavená faktúra. Na jedno číslo objednávky môže byť objednaných viacero tovarov, napr. 2. V takomto prípade budú v tejto databázovej tabuľke 2 položky v 2 riadkov, pričom obe položky budú mať rovnaké číslo objednávky *PONumbDetail*.
  - *AgencyCode* - atribút reprezentuje kód agentúry, pre ktorú objednávateľ objednáva tovar alebo službu

- *Status* - atribút reprezentuje status vystavenej faktúry
- *RequisitionNumber* - atribút reprezentuje číslo požiadavky na požadovaný tovar alebo službu
- *CommodityCode* - atribút reprezentuje kód objednanej komodity
- *CommodityName* - atribút reprezentuje názov objednanej komodity
- *ContractNumber* - atribút reprezentuje číslo kontraktu, na základe ktorého bola vytvorená objednávka na požadovaný tovar alebo službu, t. j. na požadovanú komoditu
- *Supplier* - atribút reprezentuje dodávateľa objednaného tovaru alebo služby
- *POTotalD* - atribút reprezentuje celkovú vyfakturovanú sumu v $ za dodaný tovar alebo službu
- *FiscalYear* - atribút reprezentuje fiškálny rok, v ktorom bola vystavená faktúra za objednaný a dodaný tovar alebo službu
- *DCS_REC_CRT_DTTM* - atribút reprezentuje dátum a čas zapísania záznamu o vytvorenej objednávke v systéme na evidenciu objednávok a faktúr PASS
- *DCS_LAST_MOD_DTTM* - atribút reprezentuje dátum a čas poslednej modifikácie záznamu o vytvorenej objednávke v systéme na evidenciu objednávok a faktúr PASS
- *POTitle* - atribút reprezentuje titul (názov) objednávky
- *Object_ID* - atribút reprezentuje identifikátor objednávky
- *Ag_Acr* - atribút reprezentuje skratku agentúry, pre ktorú objednávateľ objednáva tovar alebo službu

- *Ags.csv* - súbor obsahuje v riadkoch položky s detailmi jednotlivých agentúr, pre ktoré objednávatelia objednávajú tovary alebo služby, na ktoré boli vystavené faktúry. Naša C# aplikácia vytvorí z dát uložených v položkách tohto diskového súboru v operačnej pamäti cieľového počítača v pamäťovom priestore aplikácie databázovú tabuľku AGS, ktorej každá riadková položka má nasledovné atribúty:
  - *AgName* - atribút reprezentuje názov agentúry, pre ktorú objednávateľ objednáva tovar alebo službu
  - *AgID* - tento atribút je jedinečným **primárnym kľúčom** v databázovej tabuľke a reprezentuje identifikátor agentúry, pre ktorú objednávateľ objednáva tovar alebo službu
  - *AgHead* - atribút reprezentuje riaditeľa agentúry, pre ktorú objednávateľ objednáva tovar alebo službu.

Ako sme uviedli vyššie, naša C# aplikácia dokáže pomocou LINQ dopytov vyhľadávať požadované dáta aj v pomerne rozsiahlej databáze. Najrozsiahlejšia tabuľka, v ktorej vyhľadáva naša C# aplikácia, je databázová tabuľka PURCH ORDER DETAILS, ktorú C# aplikácia vytvára, podľa výberu používateľa, z nasledujúcich diskových *.csv* súborov:

- *Purchase_Orders_from_PASS_OrderDetails_0_255_mil.csv* - súbor obsahuje v približne 255000 riadkoch položky s detailmi jednotlivých objednávok, na ktoré boli vystavené faktúry s viacerými atribútmi každej položky.
- *Purchase_Orders_from_PASS_OrderDetails_0_5_mil.csv* - súbor obsahuje v približne 500000 riadkoch položky s detailmi jednotlivých objednávok,
- *Purchase_Orders_from_PASS_OrderDetails_1_mil.csv* - súbor obsahuje v približne 1 milióne riadkov položky s detailmi jednotlivých objednávok,
- *Purchase_Orders_from_PASS_OrderDetails_2_mil.csv* - súbor obsahuje v približne 2 miliónoch riadkov položky s detailmi jednotlivých objednávok,
- *Purchase_Orders_from_PASS_OrderDetails_4_mil.csv* - súbor obsahuje v približne 4 miliónoch riadkov položky s detailmi jednotlivých objednávok,

- *Purchase_Orders_from_PASS_OrderDetails_6_mil.csv* - súbor obsahuje v približne 6 miliónoch riadkov položky s detailmi jednotlivých objednávok, na ktoré boli vystavené faktúry s viacerými atribútmi každej položky.

Takže naša C# aplikácia dokáže pomocou LINQ dopytov vyhľadávať požadované dáta aj v 6 miliónov položkovej (riadkovej) databázovej tabuľke.

Zdrojový kód našej C# aplikácie je rozdelený do nasledujúcich zdrojových súborov:

- *Classes.cs* - zdrojový súbor obsahuje definície nasledujúcich tried:
  - *PurchOrder* - trieda slúži na vytváranie objektov z jednotlivých položiek databázovej tabuľky PURCH ORDERS. Kolekciu takýchto objektov vytvára statická členská metóda *GetPurchOrders* triedy *Form1,* ktorá vkladá tieto vytvorené objekty do kolekcie objektov triedy *PurchOrder*.
  - *PurchOrdDetail* - trieda slúži na vytváranie objektov z jednotlivých položiek databázovej tabuľky PURCH ORDER DETAILS. Kolekciu takýchto objektov vytvára statická členská metóda *GetPurchOrdDetails* triedy *Form1,* ktorá vkladá tieto vytvorené objekty do kolekcie objektov triedy *PurchOrdDetail*.
  - *Ag* - trieda slúži na vytváranie objektov z jednotlivých položiek databázovej tabuľky AGS. Kolekciu takýchto objektov vytvára statická členská metóda *GetAgs* triedy *Form1,* ktorá vkladá tieto vytvorené objekty do kolekcie objektov triedy *Ag*.

- *Form1.cs* - zdrojový súbor obsahuje definíciu triedy *Form1,* ktorá obsahuje členské premenné, konštruktor, definície pomocných členských metód, vrátane vyššie spomenutých statických metód *GetPurchOrders, GetPurchOrdDetails, GetAgs,* a definície udalostných metód všetkých ovládačov C# aplikácie, rozvinovacích zoznamov, tlačidiel, textových polí a nápisov.
  Medzi udalostné metódy triedy *Form1* ovládačov C# aplikácie patrí tiež udalostná metóda *OrderedDateSearch_TB_TextChanged* udalosti *TextChanged* textového poľa *orderedDateSearch_TB*, do ktorého vkladá používateľ **prvé vyhľadávacie kritérium**, podľa ktorého sa v riadkoch vyhľadaných vykonaným LINQ dopytom budú v dodatočnom hľadaní hľadať riadky, v ktorých atribút *OrderedDate* bude spĺňať používateľom zadané kritérium. K textovému poľu *orderedDateSearch_TB* je tiež priradená udalostná metóda *OrderedDateSearch_TB_Leave*, ktorá je členskou metódou triedy *Form1* a ktorá obsluhuje udalosť *Leave* tohto textového poľa.
  Udalostné metódy triedy *Form1* ovládačov C# aplikácie tiež zahŕňajú udalostnú metódu *CreateDateSearch_TB_TextChanged* udalosti *TextChanged* textového poľa *createDateSearch_TB*, do ktorého vkladá používateľ **druhé vyhľadávacie kritérium**, podľa ktorého sa v riadkoch vyhľadaných vykonaným LINQ dopytom a udalostnou metódou *OrderedDateSearch_TB_TextChanged* budú v dodatočnom hľadaní hľadať riadky, v ktorých atribút *CreateDate* bude spĺňať používateľom zadané druhé vyhľadávacie kritérium. K textovému poľu *createDateSearch_TB* je tiež priradená udalostná metóda *CreateDateSearch_TB_Leave*, ktorá je členskou metódou triedy *Form1* a ktorá obsluhuje udalosť *Leave* tohto textového poľa.

  V zdrojovom kóde udalostných metód *OrderedDateSearch_TB_TextChanged* a *CreateDateSearch_TB_TextChanged* je implementovaná unikátna vlastnosť ovládacieho prvku DataGridView, okamžitá aktualizácia dát zobrazených v ovládacom prvku ihneď po vložení aj len jedného znaku vyhľadávacieho kritéria do príslušného textového poľa.

5 Implementácia unikátnej vlastnosti ovládacieho prvku DataGridView v zdrojovom kóde udalostných metód WinForms C# aplikácie

Z predchádzajúceho textu je zrejmé, že v udalostných metódach udalosti *TextChanged* dvoch ovládačov C# aplikácie, textových polí *orderedDateSearch_TB* a *createDateSearch_TB*, je implementovaná unikátna vlastnosť ovládacieho prvku DataGridView, okamžitá aktualizácia dát zobrazených v ovládacom prvku ihneď po vložení aj len jedného znaku vyhľadávacieho kritéria do príslušného textového poľa. Obe udalostné metódy sú členskými metódami triedy *Form1* a sú aktivované udalosťami *TextChanged* v príslušnom textovom poli. Udalosť *TextChanged* je v textovom poli spustená zmenou hodnoty vlastnosti *Text* objektu reprezentujúceho textové pole, v našom prípade objektu *orderedDateSearch_TB* alebo *createDateSearch_TB*. Oba tieto objekty sú objektmi knižničnej triedy *System.Windows.Forms.TextBox*.

Samotné textové polia *orderedDateSearch_TB* a *createDateSearch_TB*, ktoré sú súčasťou ovládačov dodatočného vyhľadávania, C# aplikácia používateľovi sprístupní až po vykonaní vyhľadávania dát pomocou používateľom vybratého LINQ dopytu a zobrazení vyhľadaných dát v ovládači DataGridView. Až v týchto zobrazených dátach je možné vykonať dodatočné vyhľadávanie, najskôr podľa prvého, používateľom zadaného kritéria do textového poľa *orderedDateSearch_TB*, pomocou udalostnej metódy *OrderedDateSearch_TB_TextChanged* tohto textového poľa a potom, v dátach vyhľadaných vykonaným LINQ dopytom a udalostnou metódou *OrderedDateSearch_TB_TextChanged*, podľa druhého, používateľom zadaného kritéria do textového poľa *createDateSearch*, pomocou udalostnej metódy *CreateDateSearch_TB_TextChanged* tohto textového poľa.

Udalostná metóda *OrderedDateSearch_TB_TextChanged* udalosti *TextChanged* textového poľa *orderedDateSearch_TB* spracúva **prvé kritérium** dodatočného vyhľadávania, ktoré do tohto textového poľa vložil používateľ aplikácie. Pomocou tejto udalostnej metódy sa budú v dátach vyhľadaných vykonaným LINQ dopytom hľadať riadky (položky), ktoré v atribúte *OrderedDate* obsahujú používateľom zadaný reťazec do textového poľa *orderedDateSearch_TB*.

Fungovanie udalostnej metódy *OrderedDateSearch_TB_TextChanged* je zrejmé z komentárov vložených v jej zdrojovom kóde zobrazenom v obr. 1.

Obr. 1: Zdrojový kód udalostnej metódy 'OrderedDateSearch_TB_TextChanged'

```
private void OrderedDateSearch_TB_TextChanged(object sender, EventArgs e) {
  /* Instancna metoda 'DefaultView' objektu 'dt_C' ziska prisposobeny pohlad na tabulku, ktory moze
   * obsahovat filtrovany pohlad. Instancna metoda vrati objekt typu 'System.Data.DataView'
   * asociovany s objektom 'dt_C', ktory je typu 'System.Data.DataTable'.
   */
  DataView dvOrderedDate = dt_C.DefaultView;

  /* Instancna metoda 'RowFilter' objektu 'dvOrderedDate' nastavi vyraz pre filter, ktory urci, ktore
   * riadky budu zobrazene v objekte 'dvOrderedDate' triedy 'System.Data.DataView'.
   */
  dvOrderedDate.RowFilter = "OrderedDate Like '%" + orderedDateSearch_TB.Text + "%'";

   // vlozime retazec do napisu 'aftF1stCrit_Lbl'
  aftF1stCrit_Lbl.Text = (dGV.RowCount - 1).ToString() + " items";
  aftF1stCrit_Lbl.Visible = true; // zviditelnime napis 'aftF1stCrit_Lbl'
}
```

Zdroj: Vlastné spracovanie

Aby fungovalo dodatočné vyhľadávanie aj podľa druhého kritéria, museli sme vytvoriť udalostnú metódu *OrderedDateSearch_TB_Leave* udalosti *Leave* rovnakého textového poľa *orderedDateSearch_TB*, do ktorého používateľ vložil prvé kritérium dodatočného vyhľadávania. Udalosť *Leave* je v textovom poli spustená vtedy, ak toto textové pole stratí fokus, tzn. ak ho používateľ opustí, čím sa toto textové pole stane neaktívnym.

Úlohou udalostnej metódy *OrderedDateSearch_TB_Leave* je konvertovať dáta uložené v objekte *dGV* po filtrovaní v udalostnej metóde *OrderedDateSearch _TB_TextChanged*, ktorá vykonala dodatočné vyhľadávanie podľa prvého kritéria zadaného používateľom do textového poľa *orderedDateSearch_TB*, na dáta typu *System.Data.DataTable*, následne vložiť tieto aktuálne dáta do ovládača DataGridView, čiže do objektu *dGV*, aby mohlo fungovať dodatočné vyhľadávanie podľa druhého kritéria pomocou udalostnej metódy *CreateDateSearch _TB_TextChanged* udalosti *TextChanged* textového poľa *createDateSearch_TB*, do ktorého používateľ vloží druhé kritérium.

Fungovanie udalostnej metódy *OrderedDateSearch_TB_Leave* je zrejmé z komentárov vložených v jej zdrojovom kóde zobrazenom v obr. 2.

Obr. 2: Zdrojový kód udalostnej metódy 'OrderedDateSearch_TB_Leave'

```
private void OrderedDateSearch_TB_Leave(object sender, EventArgs e)
{
  /* konverzia aktualnych dat ulozenych v objekte 'dGV' triedy 'DataGridView', po filtrovani v metode
   * 'OrderedDateSearch_TB_TextChanged', na data typu (triedy) 'System.Data.DataTable'
  */
  dt_C = DGV_to_DT(dGV);

  /* vkladanie novych, aktualnych dat do 'dGV' po filtrovani v metode 'OrderedDateSearch
   * _TB_TextChanged', ulozenych v objekte 'dt_C' triedy 'System.Data.DataTable', preto, aby
   * fungovalo dodatocne vyhladavanie podla druheho kriteria v udalostnej metode
   * 'OrderedDateSearch_TB_TextChanged'
   */
  dGV.DataSource = dt_C;

  // znepristupnime textove pole 'orderedDateSearch_TB'
  orderedDateSearch_TB.Enabled = false;

  // vlozime retazec do napisu 'aftF1stCrit_Lbl'
  aftF1stCrit_Lbl.Text = (dGV.RowCount - 2).ToString() + " items";

  // zviditelnime napis 'aftF1stCrit_Lbl'
  aftF1stCrit_Lbl.Visible = true;
}
```

Zdroj: Vlastné spracovanie

Udalostná metóda *CreateDateSearch_TB_TextChanged* udalosti *TextChanged* textového poľa *createDateSearch* spracúva **druhé kritérium** dodatočného vyhľadávania, ktoré do tohto textového poľa vložil používateľ aplikácie. Pomocou tejto udalostnej metódy sa budú v dátach vyhľadaných vykonaným LINQ dopytom a udalostnou metódou *OrderedDateSearch _TB_TextChanged* hľadať riadky (položky), ktoré v atribúte *CreateDate* obsahujú používateľom zadaný reťazec do textového poľa *createDateSearch_TB*.

Fungovanie udalostnej metódy *CreateDateSearch_TB_TextChanged* je zrejmé z komentárov vložených v jej zdrojovom kóde zobrazenom v obr. 3.

Obr. 3: Zdrojový kód udalostnej metódy 'CreateDateSearch_TB_TextChanged'

```
private void CreateDateSearch_TB_TextChanged(object sender, EventArgs e)
{
  /*
   * Instancna metoda 'DefaultView' objektu 'dt_C' ziska prisposobeny pohlad na tabulku, ktory moze
   * obsahovat filtrovany pohlad. Instancna metoda vrati objekt typu 'System.Data.DataView'
   * asociovany s objektom 'dt_C', ktory je typu 'System.Data.DataTable'.
   */
  DataView dvCreateDate = dt_C.DefaultView;

  /*
   * Instancna metoda 'RowFilter' objektu 'dvCreateDate' nastavi vyraz pre filter, ktory urci, ktore
   * riadky budu zobrazene v objekte 'dvCreateDate' triedy 'System.Data.DataView'.
   */
  dvCreateDate.RowFilter = "CreateDate Like '%" + createDateSearch_TB.Text + "%'";

  /*
   * ak je textove pole 'createDateSearch_TB' prazdne
   */
  if (createDateSearch_TB.Text == "")
  {
      /*
       * zneviditelnime napis 'aftF2stCrit_Lbl'
       */
      aftF2stCrit_Lbl.Visible = false;
  }
  else    // ak textove pole 'createDateSearch_TB' nie je prazdne
  {
      /*
       * vlozime retazec do napisu 'aftF2stCrit_Lbl'
       */
      aftF2stCrit_Lbl.Text = (dGV.RowCount - 1).ToString() + " items";
      aftF2stCrit_Lbl.Visible = true;  // zviditelnime napis 'aftF2stCrit_Lbl'
  }
}
```

Zdroj: Vlastné spracovanie

Udalostná metóda *CreateDateSearch_TB_Leave* udalosti *Leave* rovnakého textového poľa *createDateSearch_TB*, do ktorého používateľ vložil druhé kritérium dodatočného vyhľadávania, obsluhuje napĺňanie, zobrazovanie a nezobrazovanie nápisu *aftF2stCrit_Lbl* vpravo od textového poľa *createDateSearch_TB*, v ktorom je zobrazený počet nájdených riadkov (položiek) podľa druhého kritéria dodatočného vyhľadávania. Udalosť *Leave* je v textovom poli spustená vtedy, ak toto textové pole stratí fokus, tzn. ak ho používateľ opustí, čím sa toto textové pole stane neaktívnym.

Fungovanie udalostnej metódy *CreateDateSearch_TB_Leave* je zrejmé z komentárov vložených v jej zdrojovom kóde zobrazenom v obr. 4.

Obr. 4: Zdrojový kód udalostnej metódy 'CreateDateSearch_TB_Leave'

```
private void CreateDateSearch_TB_Leave(object sender, EventArgs e)
{
  // ak je textove pole 'createDateSearch_TB' prazdne
  if (createDateSearch_TB.Text == "")
  {
      aftF2stCrit_Lbl.Visible = false;  // zneviditelnime napis 'aftF2stCrit_Lbl'
  }
  else    // ak textove pole 'createDateSearch_TB' nie je prazdne
  {
      aftF2stCrit_Lbl.Text = (dGV.RowCount - 1).ToString() + " items";
      aftF2stCrit_Lbl.Visible = true;  // zviditelnime napis 'aftF2stCrit_Lbl'
  }
}
```

Zdroj: Vlastné spracovanie

6 Použitie unikátnej vlastnosti ovládacieho prvku DataGridView, okamžitej aktualizácie dát zobrazených v ovládacom prvku ihneď po vložení vyhľadávacieho kritéria do príslušného textového poľa, vo WinForms C# aplikácii

V tejto kapitole ukážeme použitie unikátnej vlastnosti ovládacieho prvku DataGridView, okamžitej aktualizácie dát zobrazených v ovládacom prvku ihneď po vložení aj len jedného znaku vyhľadávacieho kritéria do príslušného textového poľa, vo WinForms C# aplikácii.

Dodatočné vyhľadávanie v tejto aplikácii používateľ zrealizoval po vykonaní nasledujúcich činností C# aplikáciou:

- Aplikácia znormalizovala, odstránila nekonzistentnosti v reťazcoch umiestnených v položkách, ktoré sa nachádzajú v riadkoch používateľom vybratého *.csv* súboru, v našom prípade v súbore *Purchase_Orders_from_PASS_OrderDetails_0_255_mil.csv*, ktorý obsahuje v približne 255000 riadkoch položky s detailmi jednotlivých objednávok, na ktoré boli vystavené faktúry s viacerými atribútmi každej položky.
- Zo znormalizovaného súboru *Purchase_Orders_from_PASS_OrderDetails_0_255_mil.csv* a z ďalších 2 znormalizovaných súborov *Purchase_Orders_from_PASS_Orders.csv* a *Ags.csv* C# aplikácia vytvorila v pamäťovom priestore aplikácie 3 databázové tabuľky PURCH ORDERS, PURCH ORDER DETAILS a AGS.
- C# aplikácia vykonala používateľom vybratý LINQ dopyt (1a) zobrazený na obr. 5 a zobrazila jeho výsledky v ovládači DataGridView.
  Tento LINQ dopyt vykoná nasledujúce vyhľadávanie: pre každú objednávku *ord* v databázovej tabuľke *orders* (kolekcia objektov vytvorená z riadkov databázovej tabuľky PURCH ORDERS, ktorá reprezentuje túto tabuľku v LINQ dopyte) pripoj takú položku z databázovej tabuľky *ordDetails* (kolekcia objektov vytvorená z riadkov databázovej tabuľky PURCH ORDER DETAILS, ktorá reprezentuje túto tabuľku v LINQ dopyte), pre ktorú platí *ord.PONumbOrd* je totožné s *ordDt.PONumbDetail*, pričom *ord.Requester* reťazec končí reťazcom "ley", súčasne *ordDt.CommodityCode* je totožný s reťazcom "9614400", súčasne *ordDt.FiscalYear* je totožný s reťazcom "2022" a súčasne *ordDt.Status* je totožný s reťazcom "Received". Tieto vybraté riadky spoj s takou agentúrou *ag* z databázovej tabuľky *ags* (kolekcia objektov vytvorená z riadkov databázovej tabuľky AGS, ktorá reprezentuje túto tabuľku v LINQ dopyte), pre ktorú platí *ordDt.Ag_Acr* je totožné s *ag.AgID*. Takto nájdené riadky usporiadaj zostupne podľa *ordDt.POTotalD*. Z takto nájdených dát vytvor objekt typu *ClassForSD1a*.

Obr. 5: LINQ dopyt (1a) vykonaný C# aplikáciou pred spustením dodatočného vyhľadávania

```
var q1x = from ord in orders
          join ordDt in ordDetails on ord.PONumbOrd equals ordDt.PONumbDetail

          where ord.Requester.EndsWith("ley") && ordDt.CommodityCode == "9614400"
                && ordDt.FiscalYear == "2022" && ordDt.Status == "Received"
          join ag in ags on ordDt.Ag_Acr equals ag.AgID
          orderby ordDt.POTotalD descending

          select new ClassForSD1a()
          {
            ID = ord.PONumbOrd,
            Status = ordDt.Status,
            Requester = ord.Requester,
            CommodityCode = ordDt.CommodityCode,
            Supplier = ordDt.Supplier,
            OrderedDate = ord.OrderDate,
            CreateDate = ord.CreateDate,
            Fiscal_Year = ordDt.FiscalYear,
            POTotal = ordDt.POTotalD,
            AgAcr_n = ordDt.Ag_Acr,
            AgName_n = ag.AgName,
            AgHead_n = ag.AgHead
          };
```

Zdroj: Vlastné spracovanie

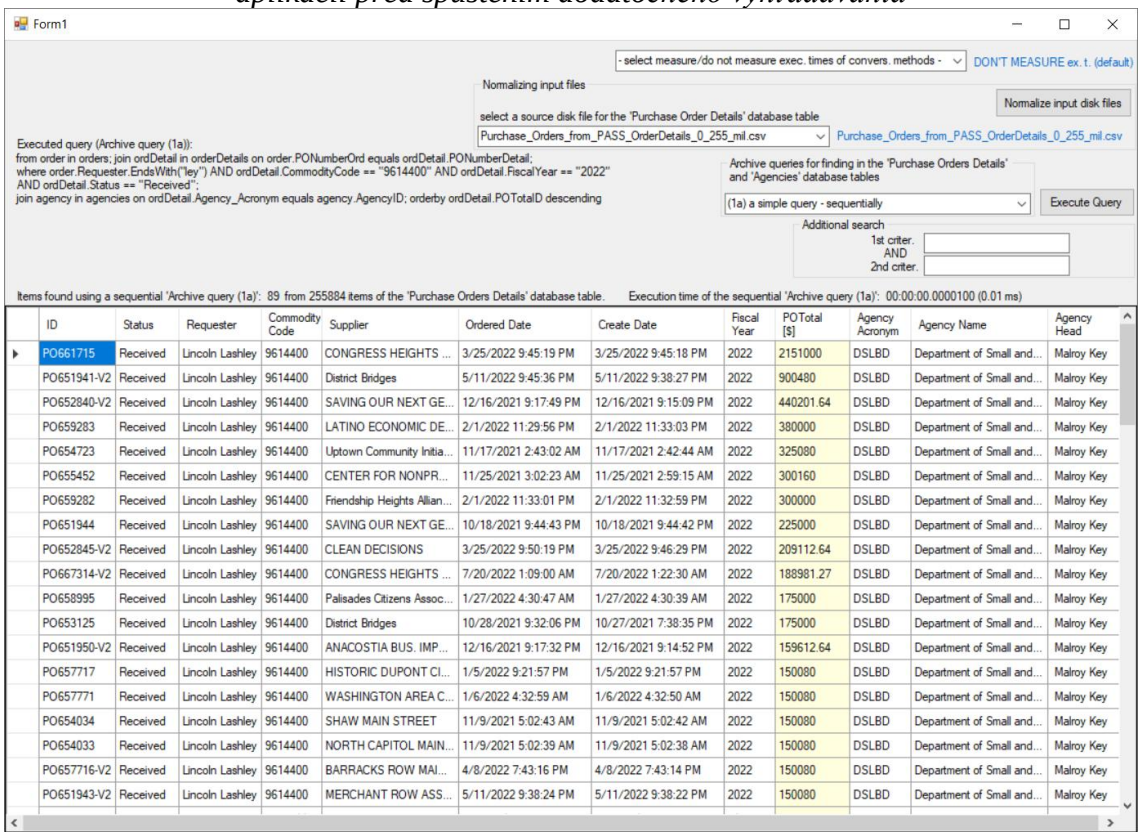
Po vykonaní uvedených úloh C# aplikáciou používateľ začal vykonávať dodatočné vyhľadávanie v dátach nájdených LINQ dopytom (1a) z obr. 5 a zobrazených v ovládači DataGridView (obr. 6), vložením prvého znaku prvého vyhľadávacieho kritéria do textového poľa *orderedDateSearch_TB*.

Účelom dodatočného vyhľadávania je nájsť v dátach nájdených LINQ dopytom (1a) objednávky, ktoré boli objednané dňa 3/25/2022 (25. marca 2022) a vytvorené v tomto dni o 9:45 PM (21:45 hod.).

Na udalosť vloženia prvého znaku prvého vyhľadávacieho kritéria zareagovala C# aplikácia vykonaním udalostnej metódy *OrderedDateSearch_TB_TextChanged* udalosti *TextChanged* textového poľa *orderedDateSearch_TB* bez akejkoľvek ďalšej interakcie používateľa s nejakým ovládacím prvkom aplikácie. Výsledkom vykonania tejto udalostnej metódy je zobrazenie vyfiltrovaných dát podľa **prvého znaku prvého vyhľadávacieho kritéria** do ovládača DataGridView (obr. 7). Keď používateľ vložil **2 znaky** prvého vyhľadávacieho kritéria do textového poľa *orderedDateSearch_TB*, C# aplikácia vykonala znovu volanie udalostnej metódy *OrderedDateSearch_TB_TextChanged* udalosti *TextChanged* tohto textového poľa *orderedDateSearch_TB*, znovu bez akejkoľvek ďalšej interakcie používateľa s nejakým ovládacím prvkom aplikácie, a zobrazila vyfiltrované dáta do ovládača DataGridView (obr. 8). Keď používateľ vložil **3** a **4 znaky** prvého vyhľadávacieho kritéria, C# aplikácia vykonala po vložení tretieho (obr. 9) a po vložení štvrtého znaku (obr. 10) prvého vyhľadávacieho kritéria do textového poľa *orderedDateSearch_TB* rovnakú činnosť uvedenú v predchádzajúcej vete.

C# aplikácia po každom vykonaní udalostnej metódy *OrderedDateSearch _TB_TextChanged* zobrazila vpravo od textového poľa *orderedDateSearch_TB* počet nájdených riadkov (items) vyhovujúcich používateľom vloženému prvému kritériu.

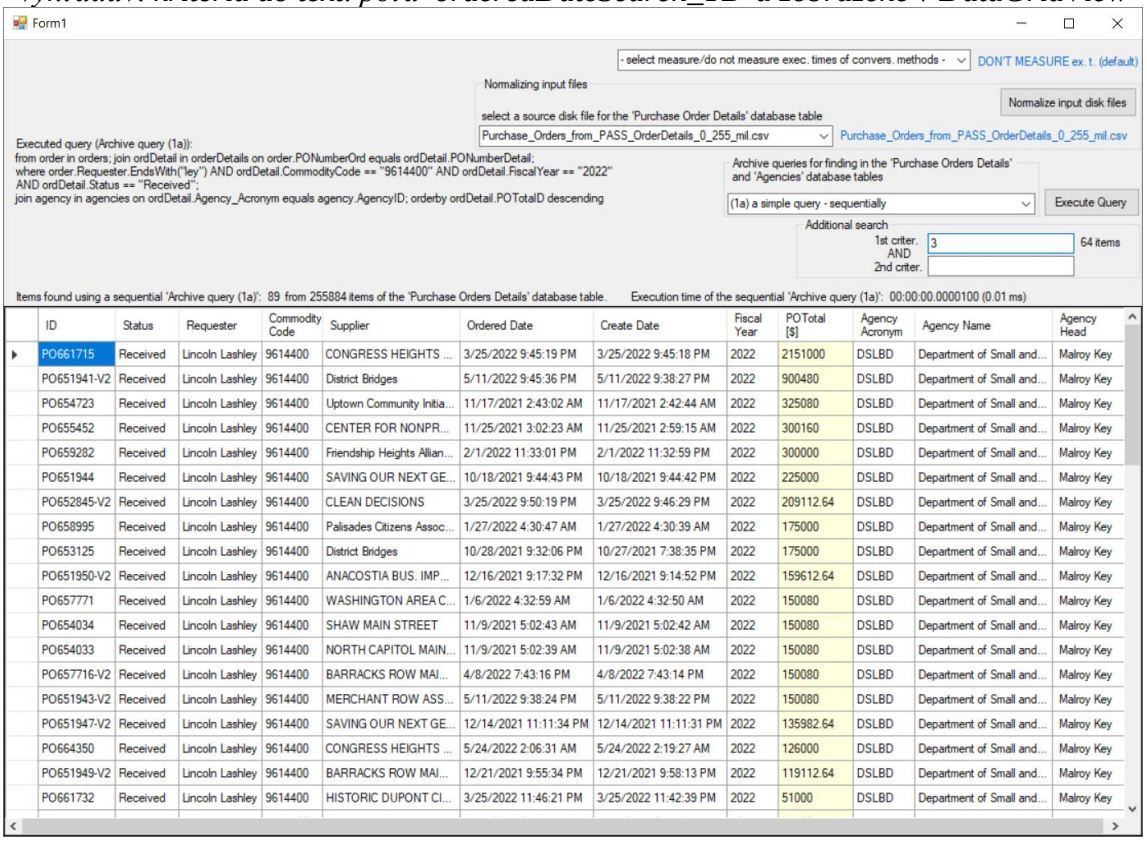
Obr. 6: Dáta nájdené LINQ dopytom (1a) a zobrazené v ovládači DataGridView v C# aplikácii pred spustením dodatočného vyhľadávania



ID	Status	Requester	Commodity Code	Supplier	Ordered Date	Create Date	Fiscal Year	POTotal [$]	Agency Acronym	Agency Name	Agency Head
PO661715	Received	Lincoln Lashley	9614400	CONGRESS HEIGHTS ...	3/25/2022 9:45:19 PM	3/25/2022 9:45:18 PM	2022	2151000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO651941-V2	Received	Lincoln Lashley	9614400	District Bridges	5/11/2022 9:45:36 PM	5/11/2022 9:38:27 PM	2022	900480	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO652840-V2	Received	Lincoln Lashley	9614400	SAVING OUR NEXT GE...	12/16/2021 9:17:49 PM	12/16/2021 9:15:09 PM	2022	440201.64	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO659283	Received	Lincoln Lashley	9614400	LATINO ECONOMIC DE...	2/1/2022 11:29:56 PM	2/1/2022 11:33:03 PM	2022	380000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO654723	Received	Lincoln Lashley	9614400	Uptown Community Initia...	11/17/2021 2:43:02 AM	11/17/2021 2:42:44 AM	2022	325080	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO655452	Received	Lincoln Lashley	9614400	CENTER FOR NONPR...	11/25/2021 3:02:23 AM	11/25/2021 2:59:15 AM	2022	300160	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO659282	Received	Lincoln Lashley	9614400	Friendship Heights Allian...	2/1/2022 11:33:01 PM	2/1/2022 11:32:59 PM	2022	300000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO651944	Received	Lincoln Lashley	9614400	SAVING OUR NEXT GE...	10/18/2021 9:44:43 PM	10/18/2021 9:44:42 PM	2022	225000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO652845-V2	Received	Lincoln Lashley	9614400	CLEAN DECISIONS	3/25/2022 9:50:19 PM	3/25/2022 9:46:29 PM	2022	209112.64	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO667314-V2	Received	Lincoln Lashley	9614400	CONGRESS HEIGHTS ...	7/20/2022 1:09:00 AM	7/20/2022 1:22:30 AM	2022	188981.27	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO658995	Received	Lincoln Lashley	9614400	Palisades Citizens Assoc...	1/27/2022 4:30:47 AM	1/27/2022 4:30:39 AM	2022	175000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO653125	Received	Lincoln Lashley	9614400	District Bridges	10/28/2021 9:32:06 PM	10/27/2021 7:38:35 PM	2022	175000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO651950-V2	Received	Lincoln Lashley	9614400	ANACOSTIA BUS. IMP...	12/16/2021 9:17:32 PM	12/16/2021 9:14:52 PM	2022	159612.64	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO657717	Received	Lincoln Lashley	9614400	HISTORIC DUPONT CI...	1/5/2022 9:21:57 PM	1/5/2022 9:21:57 PM	2022	150080	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO657771	Received	Lincoln Lashley	9614400	WASHINGTON AREA C...	1/6/2022 4:32:59 AM	1/6/2022 4:32:50 AM	2022	150080	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO654034	Received	Lincoln Lashley	9614400	SHAW MAIN STREET	11/9/2021 5:02:43 AM	11/9/2021 5:02:42 AM	2022	150080	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO654033	Received	Lincoln Lashley	9614400	NORTH CAPITOL MAIN...	11/9/2021 5:02:39 AM	11/9/2021 5:02:38 AM	2022	150080	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO657716-V2	Received	Lincoln Lashley	9614400	BARRACKS ROW MAI...	4/8/2022 7:43:16 PM	4/8/2022 7:43:14 PM	2022	150080	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO651943-V2	Received	Lincoln Lashley	9614400	MERCHANT ROW ASS...	5/11/2022 9:38:24 PM	5/11/2022 9:38:22 PM	2022	150080	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key

Zdroj: Vlastné spracovanie

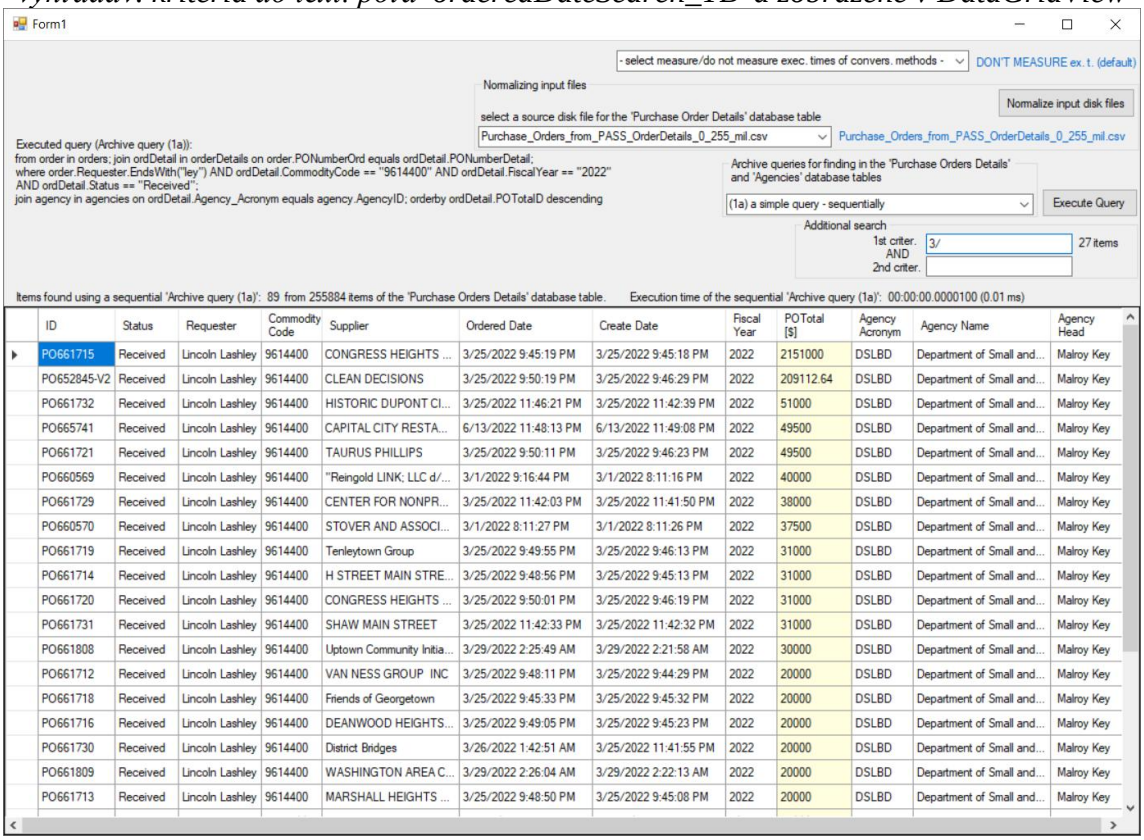
Obr. 7: Dáta nájdené met. 'OrderedDateSearch_TB_TextChanged' po vložení 1. znaku 1. vyhľadáv. kritéria do text. poľa 'orderedDateSearch_TB' a zobrazené v DataGridView



ID	Status	Requester	Commodity Code	Supplier	Ordered Date	Create Date	Fiscal Year	POTotal [$]	Agency Acronym	Agency Name	Agency Head
PO661715	Received	Lincoln Lashley	9614400	CONGRESS HEIGHTS ...	3/25/2022 9:45:19 PM	3/25/2022 9:45:18 PM	2022	2151000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO651941-V2	Received	Lincoln Lashley	9614400	District Bridges	5/11/2022 9:45:36 PM	5/11/2022 9:38:27 PM	2022	900480	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO654723	Received	Lincoln Lashley	9614400	Uptown Community Initia...	11/17/2021 2:43:02 AM	11/17/2021 2:42:44 AM	2022	325080	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO655452	Received	Lincoln Lashley	9614400	CENTER FOR NONPR...	11/25/2021 3:02:23 AM	11/25/2021 2:59:15 AM	2022	300160	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO659282	Received	Lincoln Lashley	9614400	Friendship Heights Allian...	2/1/2022 11:33:01 PM	2/1/2022 11:32:59 PM	2022	300000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO651944	Received	Lincoln Lashley	9614400	SAVING OUR NEXT GE...	10/18/2021 9:44:43 PM	10/18/2021 9:44:42 PM	2022	225000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO652845-V2	Received	Lincoln Lashley	9614400	CLEAN DECISIONS	3/25/2022 9:50:19 PM	3/25/2022 9:46:29 PM	2022	209112.64	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO658995	Received	Lincoln Lashley	9614400	Palisades Citizens Assoc...	1/27/2022 4:30:47 AM	1/27/2022 4:30:39 AM	2022	175000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO653125	Received	Lincoln Lashley	9614400	District Bridges	10/28/2021 9:32:06 PM	10/27/2021 7:38:35 PM	2022	175000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO651950-V2	Received	Lincoln Lashley	9614400	ANACOSTIA BUS. IMP...	12/16/2021 9:17:32 PM	12/16/2021 9:14:52 PM	2022	159612.64	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO657771	Received	Lincoln Lashley	9614400	WASHINGTON AREA C...	1/6/2022 4:32:59 AM	1/6/2022 4:32:50 AM	2022	150080	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO654034	Received	Lincoln Lashley	9614400	SHAW MAIN STREET	11/9/2021 5:02:43 AM	11/9/2021 5:02:42 AM	2022	150080	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO654033	Received	Lincoln Lashley	9614400	NORTH CAPITOL MAIN...	11/9/2021 5:02:39 AM	11/9/2021 5:02:38 AM	2022	150080	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO657716-V2	Received	Lincoln Lashley	9614400	BARRACKS ROW MAI...	4/8/2022 7:43:16 PM	4/8/2022 7:43:14 PM	2022	150080	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO651943-V2	Received	Lincoln Lashley	9614400	MERCHANT ROW ASS...	5/11/2022 9:38:24 PM	5/11/2022 9:38:22 PM	2022	150080	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO651947-V2	Received	Lincoln Lashley	9614400	SAVING OUR NEXT GE...	12/14/2021 11:11:34 PM	12/14/2021 11:11:31 PM	2022	135982.64	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO664350	Received	Lincoln Lashley	9614400	CONGRESS HEIGHTS ...	5/24/2022 2:06:31 AM	5/24/2022 2:19:27 AM	2022	126000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO651949-V2	Received	Lincoln Lashley	9614400	BARRACKS ROW MAI...	12/21/2021 9:55:34 PM	12/21/2021 9:58:13 PM	2022	119112.64	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO661732	Received	Lincoln Lashley	9614400	HISTORIC DUPONT CI...	3/25/2022 11:46:21 PM	3/25/2022 11:42:39 PM	2022	51000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key

Zdroj: Vlastné spracovanie

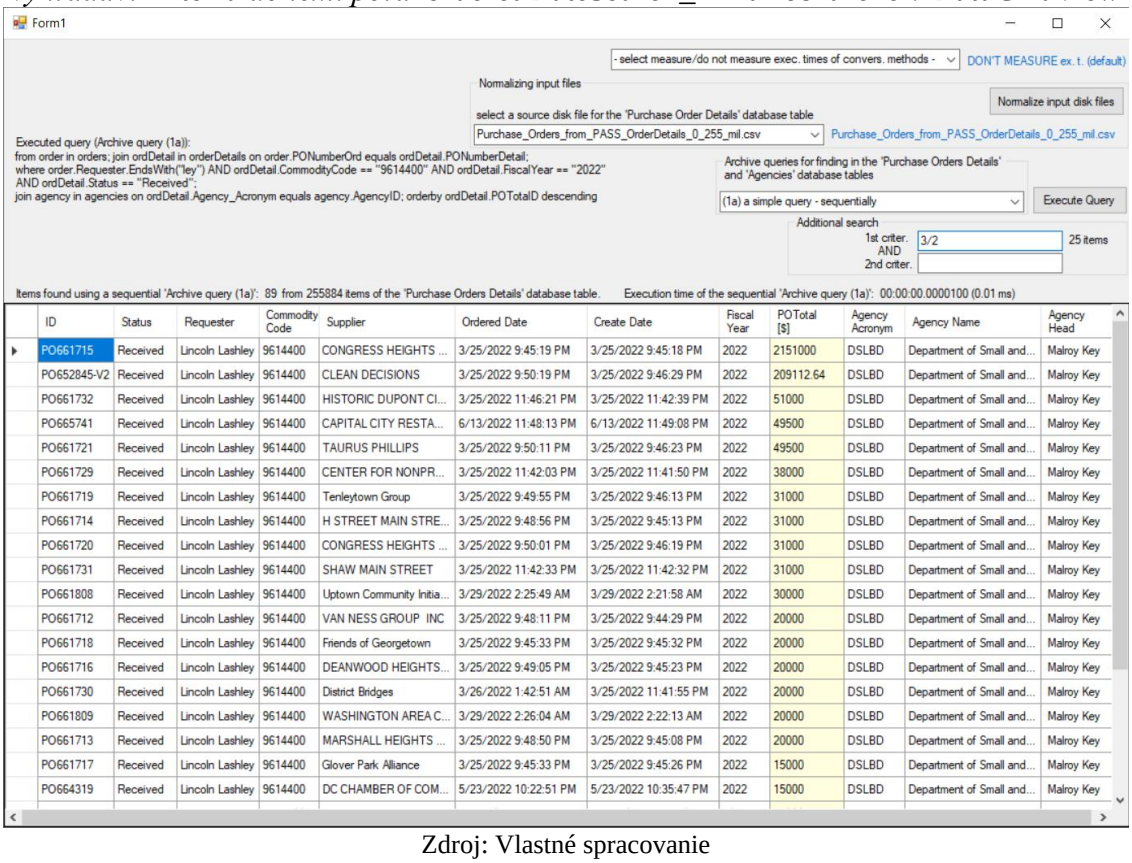
Obr. 8: Dáta nájdené met. 'OrderedDateSearch_TB_TextChanged' po vložení 2 znakov 1. vyhľadáv. kritéria do text. poľa 'orderedDateSearch_TB' a zobrazené v DataGridView



ID	Status	Requester	Commodity Code	Supplier	Ordered Date	Create Date	Fiscal Year	POTotal [$]	Agency Acronym	Agency Name	Agency Head
PO661715	Received	Lincoln Lashley	9614400	CONGRESS HEIGHTS ...	3/25/2022 9:45:19 PM	3/25/2022 9:45:18 PM	2022	2151000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO652845-V2	Received	Lincoln Lashley	9614400	CLEAN DECISIONS	3/25/2022 9:50:19 PM	3/25/2022 9:46:29 PM	2022	209112.64	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO661732	Received	Lincoln Lashley	9614400	HISTORIC DUPONT CI...	3/25/2022 11:46:21 PM	3/25/2022 11:42:39 PM	2022	51000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO665741	Received	Lincoln Lashley	9614400	CAPITAL CITY RESTA...	6/13/2022 11:48:13 PM	6/13/2022 11:49:08 PM	2022	49500	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO661721	Received	Lincoln Lashley	9614400	TAURUS PHILLIPS	3/25/2022 9:50:11 PM	3/25/2022 9:46:23 PM	2022	49500	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO660569	Received	Lincoln Lashley	9614400	"Reingold LINK; LLC d/...	3/1/2022 9:16:44 PM	3/1/2022 8:11:16 PM	2022	40000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO661729	Received	Lincoln Lashley	9614400	CENTER FOR NONPR...	3/25/2022 11:42:03 PM	3/25/2022 11:41:50 PM	2022	38000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO660570	Received	Lincoln Lashley	9614400	STOVER AND ASSOCI...	3/1/2022 8:11:27 PM	3/1/2022 8:11:26 PM	2022	37500	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO661719	Received	Lincoln Lashley	9614400	Tenleytown Group	3/25/2022 9:49:55 PM	3/25/2022 9:46:13 PM	2022	31000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO661714	Received	Lincoln Lashley	9614400	H STREET MAIN STRE...	3/25/2022 9:48:56 PM	3/25/2022 9:45:13 PM	2022	31000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO661720	Received	Lincoln Lashley	9614400	CONGRESS HEIGHTS ...	3/25/2022 9:50:01 PM	3/25/2022 9:46:19 PM	2022	31000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO661731	Received	Lincoln Lashley	9614400	SHAW MAIN STREET	3/25/2022 11:42:33 PM	3/25/2022 11:42:32 PM	2022	31000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO661808	Received	Lincoln Lashley	9614400	Uptown Community Initia...	3/29/2022 2:25:49 AM	3/29/2022 2:21:58 AM	2022	30000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO661712	Received	Lincoln Lashley	9614400	VAN NESS GROUP INC	3/25/2022 9:48:11 PM	3/25/2022 9:44:29 PM	2022	20000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO661718	Received	Lincoln Lashley	9614400	Friends of Georgetown	3/25/2022 9:45:33 PM	3/25/2022 9:45:32 PM	2022	20000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO661716	Received	Lincoln Lashley	9614400	DEANWOOD HEIGHTS...	3/25/2022 9:49:05 PM	3/25/2022 9:45:23 PM	2022	20000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO661730	Received	Lincoln Lashley	9614400	District Bridges	3/26/2022 1:42:51 AM	3/25/2022 11:41:55 PM	2022	20000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO661809	Received	Lincoln Lashley	9614400	WASHINGTON AREA C...	3/29/2022 2:26:04 AM	3/29/2022 2:22:13 AM	2022	20000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO661713	Received	Lincoln Lashley	9614400	MARSHALL HEIGHTS ...	3/25/2022 9:48:50 PM	3/25/2022 9:45:08 PM	2022	20000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key

Zdroj: Vlastné spracovanie

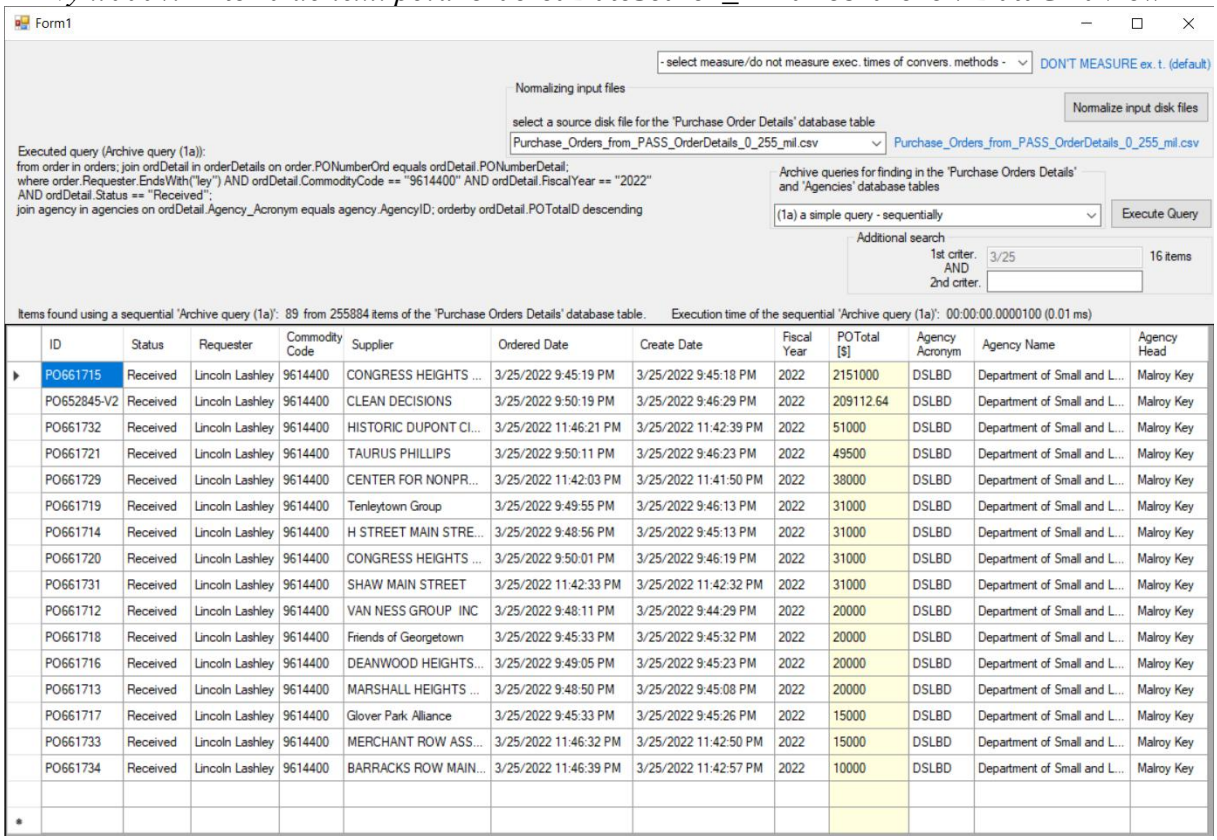
Obr. 9: Dáta nájdené met. 'OrderedDateSearch_TB_TextChanged' po vložení 3 znakov 1. vyhľadáv. kritéria do text. poľa 'orderedDateSearch_TB' a zobrazené v DataGridView



ID	Status	Requester	Commodity Code	Supplier	Ordered Date	Create Date	Fiscal Year	POTotal [$]	Agency Acronym	Agency Name	Agency Head
PO661715	Received	Lincoln Lashley	9614400	CONGRESS HEIGHTS ...	3/25/2022 9:45:19 PM	3/25/2022 9:45:18 PM	2022	2151000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO652845-V2	Received	Lincoln Lashley	9614400	CLEAN DECISIONS	3/25/2022 9:50:19 PM	3/25/2022 9:46:29 PM	2022	209112.64	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO661732	Received	Lincoln Lashley	9614400	HISTORIC DUPONT CI...	3/25/2022 11:46:21 PM	3/25/2022 11:42:39 PM	2022	51000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO665741	Received	Lincoln Lashley	9614400	CAPITAL CITY RESTA...	6/13/2022 11:48:13 PM	6/13/2022 11:49:08 PM	2022	49500	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO661721	Received	Lincoln Lashley	9614400	TAURUS PHILLIPS	3/25/2022 9:50:11 PM	3/25/2022 9:46:23 PM	2022	49500	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO661729	Received	Lincoln Lashley	9614400	CENTER FOR NONPR...	3/25/2022 11:42:03 PM	3/25/2022 11:41:50 PM	2022	38000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO661719	Received	Lincoln Lashley	9614400	Tenleytown Group	3/25/2022 9:49:55 PM	3/25/2022 9:46:13 PM	2022	31000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO661714	Received	Lincoln Lashley	9614400	H STREET MAIN STRE...	3/25/2022 9:48:56 PM	3/25/2022 9:45:13 PM	2022	31000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO661720	Received	Lincoln Lashley	9614400	CONGRESS HEIGHTS ...	3/25/2022 9:50:01 PM	3/25/2022 9:46:19 PM	2022	31000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO661731	Received	Lincoln Lashley	9614400	SHAW MAIN STREET	3/25/2022 11:42:33 PM	3/25/2022 11:42:32 PM	2022	31000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO661808	Received	Lincoln Lashley	9614400	Uptown Community Initia...	3/29/2022 2:25:49 AM	3/29/2022 2:21:58 AM	2022	30000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO661712	Received	Lincoln Lashley	9614400	VAN NESS GROUP INC	3/25/2022 9:48:11 PM	3/25/2022 9:44:29 PM	2022	20000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO661718	Received	Lincoln Lashley	9614400	Friends of Georgetown	3/25/2022 9:45:33 PM	3/25/2022 9:45:32 PM	2022	20000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO661716	Received	Lincoln Lashley	9614400	DEANWOOD HEIGHTS...	3/25/2022 9:49:05 PM	3/25/2022 9:45:23 PM	2022	20000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO661730	Received	Lincoln Lashley	9614400	District Bridges	3/26/2022 1:42:51 AM	3/25/2022 11:41:55 PM	2022	20000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO661809	Received	Lincoln Lashley	9614400	WASHINGTON AREA C...	3/29/2022 2:26:04 AM	3/29/2022 2:22:13 AM	2022	20000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO661713	Received	Lincoln Lashley	9614400	MARSHALL HEIGHTS ...	3/25/2022 9:48:50 PM	3/25/2022 9:45:08 PM	2022	20000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO661717	Received	Lincoln Lashley	9614400	Glover Park Alliance	3/25/2022 9:45:33 PM	3/25/2022 9:45:26 PM	2022	15000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key
PO664319	Received	Lincoln Lashley	9614400	DC CHAMBER OF COM...	5/23/2022 10:22:51 PM	5/23/2022 10:35:47 PM	2022	15000	DSLBD	Department of Small and...	Malroy Key

Zdroj: Vlastné spracovanie

Obr. 10: Dáta nájdené m. 'OrderedDateSearch_TB_TextChanged' po vložení 4 znakov 1. vyhľadáv. kritéria do text. poľa 'orderedDateSearch_TB' a zobrazené v DataGridView



ID	Status	Requester	Commodity Code	Supplier	Ordered Date	Create Date	Fiscal Year	POTotal [$]	Agency Acronym	Agency Name	Agency Head
PO661715	Received	Lincoln Lashley	9614400	CONGRESS HEIGHTS ...	3/25/2022 9:45:19 PM	3/25/2022 9:45:18 PM	2022	2151000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO652845-V2	Received	Lincoln Lashley	9614400	CLEAN DECISIONS	3/25/2022 9:50:19 PM	3/25/2022 9:46:29 PM	2022	209112.64	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661732	Received	Lincoln Lashley	9614400	HISTORIC DUPONT CI...	3/25/2022 11:46:21 PM	3/25/2022 11:42:39 PM	2022	51000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661721	Received	Lincoln Lashley	9614400	TAURUS PHILLIPS	3/25/2022 9:50:11 PM	3/25/2022 9:46:23 PM	2022	49500	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661729	Received	Lincoln Lashley	9614400	CENTER FOR NONPR...	3/25/2022 11:42:03 PM	3/25/2022 11:41:50 PM	2022	38000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661719	Received	Lincoln Lashley	9614400	Tenleytown Group	3/25/2022 9:49:55 PM	3/25/2022 9:46:13 PM	2022	31000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661714	Received	Lincoln Lashley	9614400	H STREET MAIN STRE...	3/25/2022 9:48:56 PM	3/25/2022 9:45:13 PM	2022	31000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661720	Received	Lincoln Lashley	9614400	CONGRESS HEIGHTS ...	3/25/2022 9:50:01 PM	3/25/2022 9:46:19 PM	2022	31000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661731	Received	Lincoln Lashley	9614400	SHAW MAIN STREET	3/25/2022 11:42:33 PM	3/25/2022 11:42:32 PM	2022	31000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661712	Received	Lincoln Lashley	9614400	VAN NESS GROUP INC	3/25/2022 9:48:11 PM	3/25/2022 9:44:29 PM	2022	20000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661718	Received	Lincoln Lashley	9614400	Friends of Georgetown	3/25/2022 9:45:33 PM	3/25/2022 9:45:32 PM	2022	20000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661716	Received	Lincoln Lashley	9614400	DEANWOOD HEIGHTS...	3/25/2022 9:49:05 PM	3/25/2022 9:45:23 PM	2022	20000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661713	Received	Lincoln Lashley	9614400	MARSHALL HEIGHTS ...	3/25/2022 9:48:50 PM	3/25/2022 9:45:08 PM	2022	20000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661717	Received	Lincoln Lashley	9614400	Glover Park Alliance	3/25/2022 9:45:33 PM	3/25/2022 9:45:26 PM	2022	15000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661733	Received	Lincoln Lashley	9614400	MERCHANT ROW ASS...	3/25/2022 11:46:32 PM	3/25/2022 11:42:50 PM	2022	15000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661734	Received	Lincoln Lashley	9614400	BARRACKS ROW MAIN...	3/25/2022 11:46:39 PM	3/25/2022 11:42:57 PM	2022	10000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key

Zdroj: Vlastné spracovanie

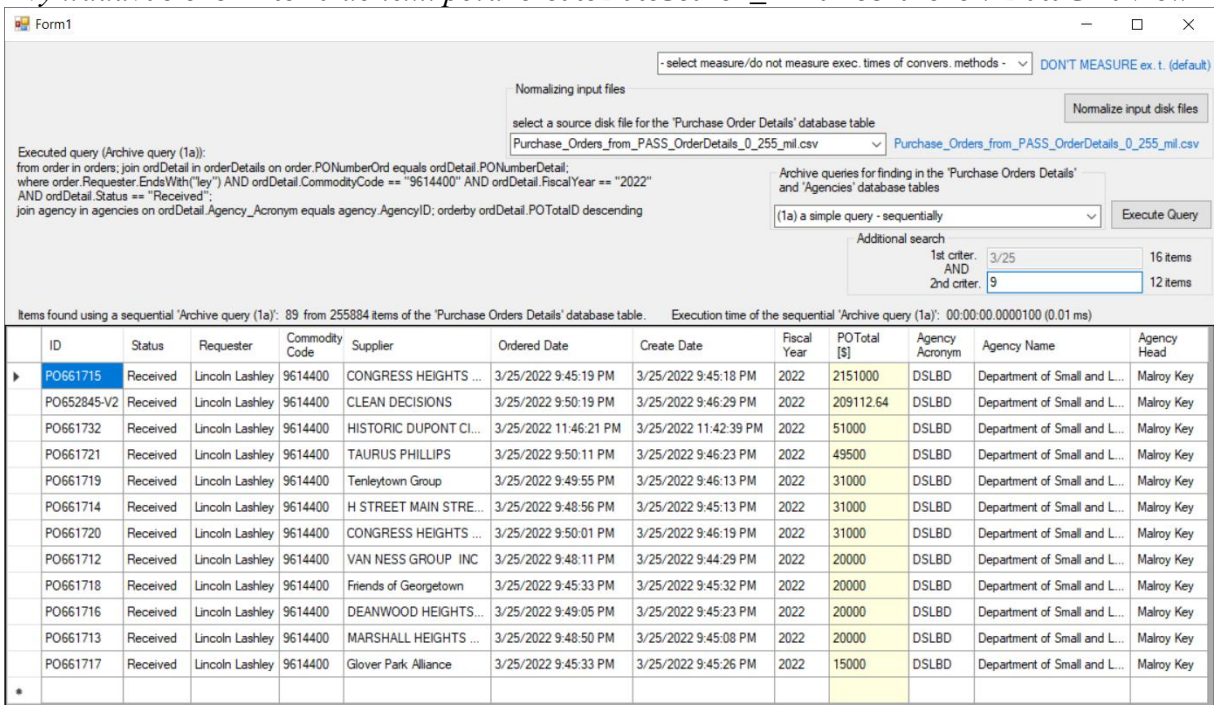
Obr. 10 zobrazuje stav C# aplikácie po vložení **štvrtého znaku** prvého vyhľadávacieho kritéria do textového poľa *orderedDateSearch_TB* a opustení tohto textového poľa používateľom, textové pole sa stalo neaktívnym. Vtedy C# aplikácia vykonala znovu volanie udalostnej metódy *OrderedDateSearch_TB_TextChanged* udalosti *TextChanged* tohto textového poľa *orderedDateSearch_TB*, znovu bez akejkoľvek ďalšej interakcie používateľa s nejakým ovládacím prvkom aplikácie, a zobrazila vyfiltrované dáta do ovládača DataGridView (obr. 10). Naviac, opustenie textového poľa *orderedDateSearch_TB* používateľom vyvolalo udalosť *Leave*, na ktorú C# aplikácia zareagovala vykonaním udalostnej metódy *OrderedDateSearch _TB_Leave*.

Úlohou udalostnej metódy *OrderedDateSearch_TB_Leave* je konvertovať dáta uložené v objekte *dGV* po filtrovaní v udalostnej metóde *OrderedDateSearch_TB_TextChanged*, ktorá vykonala dodatočné vyhľadávanie podľa prvého kritéria zadaného používateľom do textového poľa *orderedDateSearch_TB*, na dáta typu *System.Data.DataTable*, následne vložiť tieto aktuálne dáta do ovládača DataGridView, čiže do objektu *dGV*, aby mohlo fungovať dodatočné vyhľadávanie podľa druhého kritéria pomocou udalostnej metódy *CreateDateSearch _TB_TextChanged* udalosti *TextChanged* textového poľa *createDateSearch_TB*, do ktorého používateľ vloží druhé kritérium.

Na udalosť vloženia **prvého znaku**, **2 znakov**, **3** a **4 znakov druhého vyhľadávacieho kritéria** do textového poľa *createDateSearch_TB* zareagovala C# aplikácia vždy vykonaním udalostnej metódy *CreateDateSearch_TB_TextChanged* udalosti *TextChanged* tohto textového poľa bez akejkoľvek ďalšej interakcie používateľa s nejakým ovládacím prvkom aplikácie. Výsledkom opakovaného vykonania tejto udalostnej metódy je zobrazenie vyfiltrovaných dát

podľa **prvého znaku**, **2 znakov** a **4 znakov druhého vyhľadávacieho kritéria** do ovládača DataGridView (obr. 11, 12 a 13).

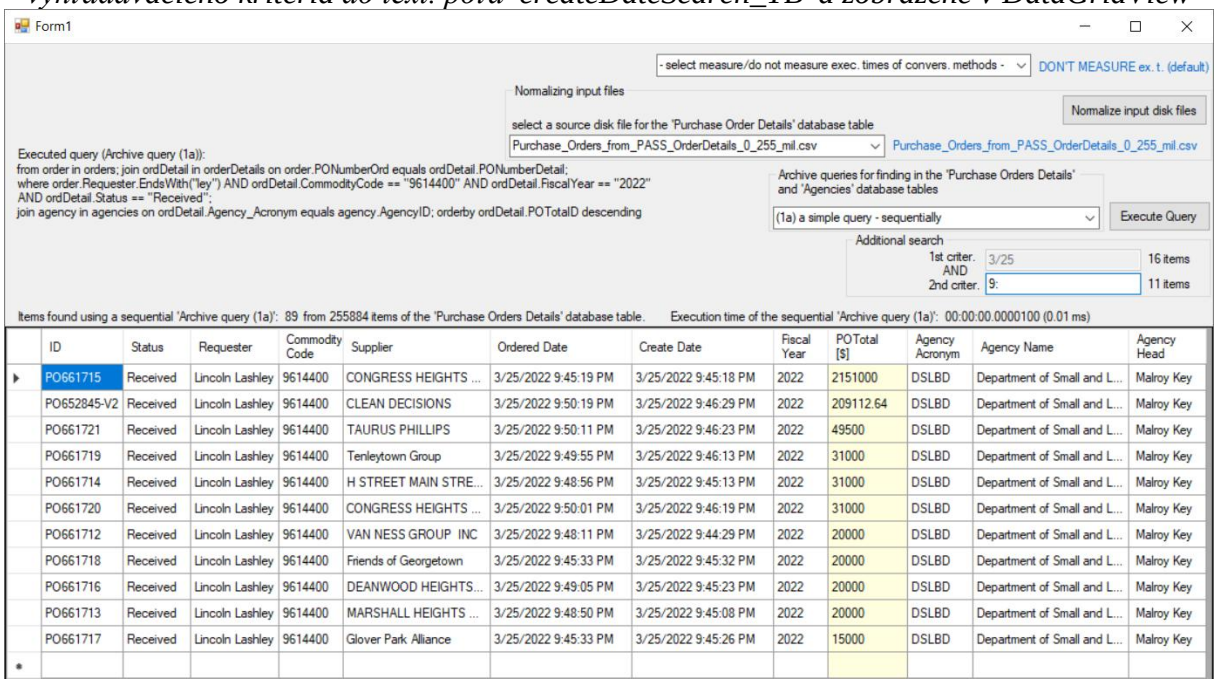
Obr. 11: Dáta nájdené m. 'CreateDateSearch_TB_TextChanged' po vložení 1 znaku 2. vyhľadávacieho kritéria do text. poľa 'createDateSearch_TB' a zobrazené v DataGridView



ID	Status	Requester	Commodity Code	Supplier	Ordered Date	Create Date	Fiscal Year	POTotal [$]	Agency Acronym	Agency Name	Agency Head
PO661715	Received	Lincoln Lashley	9614400	CONGRESS HEIGHTS ...	3/25/2022 9:45:19 PM	3/25/2022 9:45:18 PM	2022	2151000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO652845-V2	Received	Lincoln Lashley	9614400	CLEAN DECISIONS	3/25/2022 9:50:19 PM	3/25/2022 9:46:29 PM	2022	209112.64	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661732	Received	Lincoln Lashley	9614400	HISTORIC DUPONT CI...	3/25/2022 11:46:21 PM	3/25/2022 11:42:39 PM	2022	51000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661721	Received	Lincoln Lashley	9614400	TAURUS PHILLIPS	3/25/2022 9:50:11 PM	3/25/2022 9:46:23 PM	2022	49500	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661719	Received	Lincoln Lashley	9614400	Tenleytown Group	3/25/2022 9:49:55 PM	3/25/2022 9:46:13 PM	2022	31000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661714	Received	Lincoln Lashley	9614400	H STREET MAIN STRE...	3/25/2022 9:48:56 PM	3/25/2022 9:45:13 PM	2022	31000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661720	Received	Lincoln Lashley	9614400	CONGRESS HEIGHTS ...	3/25/2022 9:50:01 PM	3/25/2022 9:46:19 PM	2022	31000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661712	Received	Lincoln Lashley	9614400	VAN NESS GROUP INC	3/25/2022 9:48:11 PM	3/25/2022 9:44:29 PM	2022	20000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661718	Received	Lincoln Lashley	9614400	Friends of Georgetown	3/25/2022 9:45:33 PM	3/25/2022 9:45:32 PM	2022	20000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661716	Received	Lincoln Lashley	9614400	DEANWOOD HEIGHTS...	3/25/2022 9:49:05 PM	3/25/2022 9:45:23 PM	2022	20000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661713	Received	Lincoln Lashley	9614400	MARSHALL HEIGHTS ...	3/25/2022 9:48:50 PM	3/25/2022 9:45:08 PM	2022	20000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661717	Received	Lincoln Lashley	9614400	Glover Park Alliance	3/25/2022 9:45:33 PM	3/25/2022 9:45:26 PM	2022	15000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key

Zdroj: Vlastné spracovanie

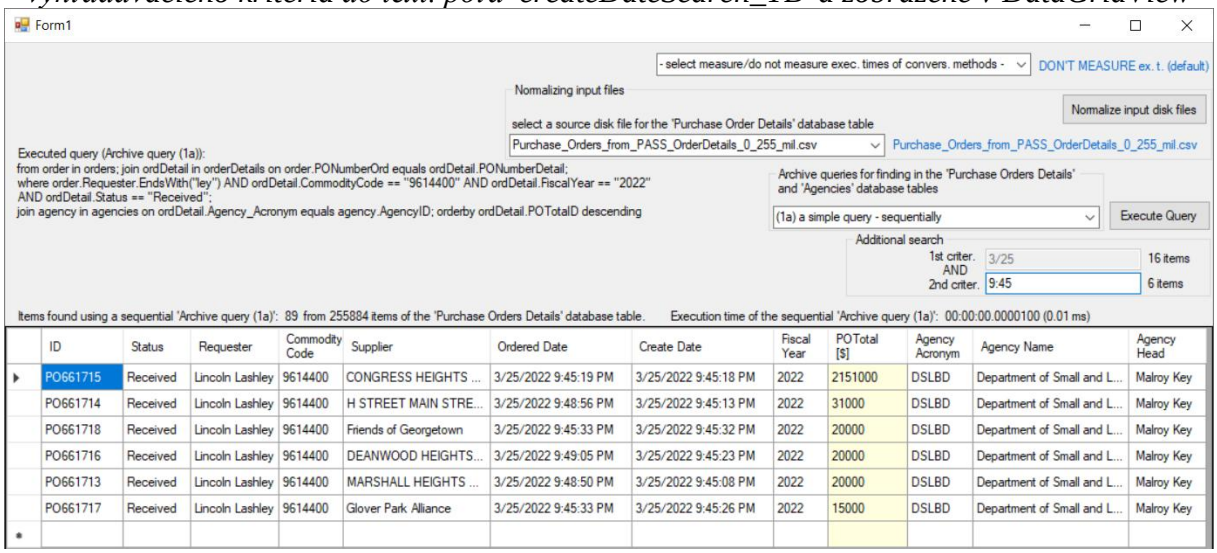
Obr. 12: Dáta nájdené m. 'CreateDateSearch_TB_TextChanged' po vložení 2 znakov 2. vyhľadávacieho kritéria do text. poľa 'createDateSearch_TB' a zobrazené v DataGridView



ID	Status	Requester	Commodity Code	Supplier	Ordered Date	Create Date	Fiscal Year	POTotal [$]	Agency Acronym	Agency Name	Agency Head
PO661715	Received	Lincoln Lashley	9614400	CONGRESS HEIGHTS ...	3/25/2022 9:45:19 PM	3/25/2022 9:45:18 PM	2022	2151000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO652845-V2	Received	Lincoln Lashley	9614400	CLEAN DECISIONS	3/25/2022 9:50:19 PM	3/25/2022 9:46:29 PM	2022	209112.64	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661721	Received	Lincoln Lashley	9614400	TAURUS PHILLIPS	3/25/2022 9:50:11 PM	3/25/2022 9:46:23 PM	2022	49500	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661719	Received	Lincoln Lashley	9614400	Tenleytown Group	3/25/2022 9:49:55 PM	3/25/2022 9:46:13 PM	2022	31000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661714	Received	Lincoln Lashley	9614400	H STREET MAIN STRE...	3/25/2022 9:48:56 PM	3/25/2022 9:45:13 PM	2022	31000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661720	Received	Lincoln Lashley	9614400	CONGRESS HEIGHTS ...	3/25/2022 9:50:01 PM	3/25/2022 9:46:19 PM	2022	31000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661712	Received	Lincoln Lashley	9614400	VAN NESS GROUP INC	3/25/2022 9:48:11 PM	3/25/2022 9:44:29 PM	2022	20000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661718	Received	Lincoln Lashley	9614400	Friends of Georgetown	3/25/2022 9:45:33 PM	3/25/2022 9:45:32 PM	2022	20000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661716	Received	Lincoln Lashley	9614400	DEANWOOD HEIGHTS...	3/25/2022 9:49:05 PM	3/25/2022 9:45:23 PM	2022	20000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661713	Received	Lincoln Lashley	9614400	MARSHALL HEIGHTS ...	3/25/2022 9:48:50 PM	3/25/2022 9:45:08 PM	2022	20000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661717	Received	Lincoln Lashley	9614400	Glover Park Alliance	3/25/2022 9:45:33 PM	3/25/2022 9:45:26 PM	2022	15000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key

Zdroj: Vlastné spracovanie

Obr. 13: Dáta nájdené m. 'CreateDateSearch_TB_TextChanged' po vložení 4 znakov 2. vyhľadávacieho kritéria do text. poľa 'createDateSearch_TB' a zobrazené v DataGridView



ID	Status	Requester	Commodity Code	Supplier	Ordered Date	Create Date	Fiscal Year	POTotal [$]	Agency Acronym	Agency Name	Agency Head
PO661715	Received	Lincoln Lashley	9614400	CONGRESS HEIGHTS ...	3/25/2022 9:45:19 PM	3/25/2022 9:45:18 PM	2022	2151000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661714	Received	Lincoln Lashley	9614400	H STREET MAIN STRE...	3/25/2022 9:48:56 PM	3/25/2022 9:45:13 PM	2022	31000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661718	Received	Lincoln Lashley	9614400	Friends of Georgetown	3/25/2022 9:45:33 PM	3/25/2022 9:45:32 PM	2022	20000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661716	Received	Lincoln Lashley	9614400	DEANWOOD HEIGHTS...	3/25/2022 9:49:05 PM	3/25/2022 9:45:23 PM	2022	20000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661713	Received	Lincoln Lashley	9614400	MARSHALL HEIGHTS ...	3/25/2022 9:48:50 PM	3/25/2022 9:45:08 PM	2022	20000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key
PO661717	Received	Lincoln Lashley	9614400	Glover Park Alliance	3/25/2022 9:45:33 PM	3/25/2022 9:45:26 PM	2022	15000	DSLBD	Department of Small and L...	Malroy Key

Zdroj: Vlastné spracovanie

7 Záver

Z uvedených výstupov dodatočného vyhľadávania v C# aplikácii zobrazených na obrázkoch v kapitole 6, je zrejmé, že unikátna vlastnosť ovládacieho prvku DataGridView, okamžitá aktualizácia dát zobrazených v ovládacom prvku ihneď po vložení aj len jedného znaku vyhľadávacieho kritéria do príslušného textového poľa, skutočne funguje bez akejkoľvek ďalšej interakcie používateľa s nejakým ďalším ovládacím prvkom aplikácie. V kapitole 5 sme ukázali tiež konkrétnu implementáciu tejto unikátnej vlastnosti v zdrojovom kóde príslušných udalostných metód C# aplikácie, ktorá nie je extrémne zložitá.

Ak je táto unikátna vlastnosť korektne implementovaná v príslušných udalostných metódach C# aplikácie, potom dokáže poskytnúť používateľovi veľmi komfortné dynamické správanie C# aplikácie s ovládacím prvkom DataGridView. Tento ovládací prvok má mnohé ďalšie výborné vlastnosti, napr. vykonávanie operácií s označeným riadkom alebo riadkami, skrývanie riadkov a stĺpcov a iné, čo ho spolu s nami skúmanou unikátnou vlastnosťou predurčuje pre použitie v profesionálnych aplikáciách.

Literatúra

1. Bhatnagar, A. (2025). *The Use Of DataGridView Class In .NET*. Retrieved October 28, 2025, from https://www.c-sharpcorner.com/article/the-use-of-datagridview-class-in-net/
2. Kumar, R. (2025). *DataGridView Control In C#*. Retrieved October 28, 2025, from https://www.c-sharpcorner.com/UploadFile/raj1979/datagridview-control-in-C-Sharp/
3. Microsoft Corp. (2025a). *DataGridView Class*. Retrieved October 28, 2025, from https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/api/system.windows.forms.datagridview?view=windowsdesktop-9.0
4. Microsoft Corp. (2025b). *IList Interface*. Retrieved October 26, 2025, from https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/api/system.collections.ilist?view=net-9.0&viewFallbackFrom=windowsdesktop-9.0
5. Microsoft Corp. (2025c). IListSource Interface. Retrieved October 26, 2025, from https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/api/system.componentmodel.ilistsource?view=net-9.0&viewFallbackFrom=windowsdesktop-9.0

6. Microsoft Corp. (2025d). *DataTable Class*. Retrieved October 26, 2025, from https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/api/system.data.datatable?view=net-9.0&viewFallbackFrom=windowsdesktop-9.0
7. Microsoft Corp. (2025e). *DataSet Class*. Retrieved October 26, 2025, from https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/api/system.data.dataset?view=net-9.0&viewFallbackFrom=windowsdesktop-9.0
8. Microsoft Corp. (2025f). *IBindingList Interface*. Retrieved October 26, 2025, from https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/api/system.componentmodel.ibindinglist?view=net-9.0&viewFallbackFrom=windowsdesktop-9.0
9. Microsoft Corp. (2025g). *BindingList<T> Class*. Retrieved October 26, 2025, from https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/api/system.componentmodel.bindinglist-1?view=net-9.0&viewFallbackFrom=windowsdesktop-9.0
10. Microsoft Corp. (2025h). *IBindingListView Interface*. Retrieved October 26, 2025, from https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/api/system.componentmodel.ibindinglistview?view=net-9.0&viewFallbackFrom=windowsdesktop-9.0
11. Microsoft Corp. (2025i). *BindingSource Class*. Retrieved October 26, 2025, from BindingSource Class. https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/api/system.windows.forms.bindingsource?view=windowsdesktop-9.0
12. Perry, S. C. (2005). *Core C# and .NET*. Pearson P T R.

Dopady zmien kritérií štatutárneho auditu na ekonomickú trestnú činnosť v Slovenskej republike

Impacts of Changes in Statutory Audit Criteria on Economic Crime in the Slovak Republic

Maroš Píro[1]

Abstrakt
Príspevok sa zaoberá analýzou dopadov legislatívnych zmien v oblasti štatutárneho auditu na území Slovenskej republiky. V rokoch 2020 až 2022 došlo k výraznému zvýšeniu minimálnych požiadaviek na povinnosť auditu, čo viedlo k zníženiu počtu auditovaných subjektov. Na základe komparatívnej analýzy s vybranými krajinami EÚ. Príspevok poukazuje na možné negatívne dôsledky týchto zmien, vrátane nárastu ekonomickej trestnej činnosti a zhoršenia daňovej disciplíny. Výsledky daňových kontrol a štatistiky ekonomickej kriminality naznačujú koreláciu medzi znížením audítorského dohľadu a zvýšeným rizikom daňových únikov. Príspevok zároveň otvára diskusiu o potrebe sektorovo diferencovaného prístupu k povinnosti auditu.

Kľúčové slová
Kritéria štatutárneho auditu, Ekonomická trestná činnosť, Daňová kontrola

Abstract
This paper analyzes the impact of legislative changes in statutory audit requirements in the Slovak Republic. Between 2020 and 2022, the minimum thresholds for mandatory audits were significantly increased, resulting in a reduced number of audited entities. Through comparative analysis with selected EU countries. The paper highlights potential negative consequences, including a rise in economic crime and deterioration of tax discipline. Data from tax inspections and crime statistics suggest a correlation between reduced audit oversight and increased risk of tax evasion. The study also opens a discussion on the need for a sector-specific approach to audit obligations.

Key words
Statutory audit criteria, Economic crime, Tax audit

JEL classification
M48, M42, K42

1 Úvod

Štatutárny audit na území Slovenskej republiky prešiel v posledných rokoch významnými zmenami, ktoré sa týkali predovšetkým rozsahu povinnosti auditu. V období rokov 2020 – 2022 došlo k zásadnej úprave kritérií určujúcich povinnosť vykonania štatutárneho auditu. Hodnoty majetku a tržieb, ktoré sú rozhodujúce pre vznik tejto povinnosti, sa zvýšili približne štvornásobne oproti hodnotám platným takmer od vzniku Slovenskej republiky.

[1] Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra účtovníctva a audítorstva, Dolnozemská cesta 1, 852 35 Bratislava, maros.piro@euba.sk

Takto výrazné zmeny v legislatívnych kritériách pre povinnosť auditu sú v medzinárodnom kontexte skôr výnimočné. Väčšina krajín tieto parametre nemení, prípadne ich upravuje len minimálne. V okolitých štátoch zostali požiadavky na povinný audit na úrovni porovnateľnej s hodnotami platnými na Slovensku pred uvedenou zmenou. Empirické skúsenosti z krajín, ktoré pristúpili k podobnému zvýšeniu limitov, naznačujú negatívne dopady, najmä nárast ekonomickej kriminality a pokles efektívnosti daňového výberu.

Cieľom príspevku je analyzovať uvedené legislatívne zmeny, priblížiť ich kontext a poskytnúť základné zhodnotenie potenciálnych negatívnych dôsledkov, ktoré sa prejavili v zahraničných jurisdikciách.

2 Teoretický rámec

Stanovenie minimálnych veľkostných kritérií pre povinnosť štatutárneho auditu v jednotlivých členských štátoch Európskej únie nie je predmetom priamej regulácie zo strany EÚ, ktorá v tejto oblasti ponecháva členským štátom legislatívnu autonómiu. Každá krajina si preto určuje vlastné minimálne hodnoty pre povinný audit, pričom tieto by mali reflektovať veľkosť národnej ekonomiky a počet hospodárskych subjektov (Domaracká & Kňažková, 2020).

Na Slovensku sú minimálne požiadavky na povinný audit účtovnej závierky definované zákonom č. 431/2002 Z. z. o účtovníctve v znení neskorších predpisov. Konkrétne § 19 ods. 1 písm. a) stanovuje limity, ktorých prekročenie zakladá povinnosť auditu. Od prijatia zákona boli tieto limity upravené štyrikrát – prvýkrát v roku 2009, v súvislosti so vstupom Slovenskej republiky do Európskej únie. Najvýznamnejšia zmena nastala v rokoch 2020 až 2022, keď sa minimálne požiadavky na štatutárny audit právnických osôb postupne zvýšili až štvornásobne (Zákon 431/2002 Z.z. o účtovníctve, 2026).

Tab. 1: Zmeny minimálnych požiadaviek na štatutárny audit

	Majetok	**Čistý obrat**	**Zamestnanci**
2002	663 878 € (20 mil. SKK)	1 327 757 € (40 mil. SKK)	20
2009	1 000 000 €	2 000 000 €	30
2020	2 000 000 €	4 000 000 €	30
2021	3 000 000 €	6 000 000 €	40
2022	4 000 000 €	8 000 000 €	50

Zdroj: Zákon č. 431/2002 Z. z. o účtovníctve (vlastné spracovanie)

Na základe uvedených legislatívnych zmien v minimálnych požiadavkách na povinný audit došlo k výraznému zníženiu počtu účtovných jednotiek, ktoré spadajú pod povinnosť auditu účtovnej závierky. Podľa odhadov pred zmenou v roku 2020 podliehalo štatutárnemu auditu približne 14 500 účtovných jednotiek. Po prvej úprave nastal pokles o približne 25 %, čo predstavovalo zníženie na približne 11 000 subjektov. Predpoklady po poslednej zmene naznačujú ďalší pokles o približne 50 %, čím by sa počet účtovných jednotiek povinných podrobiť auditu znížil na približne 5 500 (Krišková & Užík, 2020).

Tabuľka č. 2 poskytuje komparatívny prehľad minimálnych požiadaviek na štatutárny audit v kontexte hrubého domáceho produktu a počtu hospodárskych subjektov v jednotlivých krajinách. Výber krajín vychádza z dát indexu podobnosti krajín (Country Similarity Index), ktorý porovnáva štáty na základe demografických, kultúrnych, politických a geografických ukazovateľov. Do analýzy boli zahrnuté aj krajiny, ktorých legislatívny rámec v oblasti povinného auditu vykazuje podobnosti s aktuálnym stavom v Slovenskej republike, čo umožňuje relevantnejšie porovnanie.

Tab. 2: Porovnanie minimálnych požiadaviek medzi krajinami

Krajina	Majetok	Čistý obrat	Zamestnanci	HDP	Počet PS
Slovensko	4 mil. €	8 mil. €	50	120 miliárd €	476 207
Česko	1,6 mil. €	3,2 mil. €	50	310 miliárd €	853 598
Poľsko	2,5 mil. €	5 mil. €	50	750 miliárd €	2 630 000
Maďarsko	0,8 mil. €	1,6 mil. €	50	200 miliárd €	1 310 000
Nemecko	6 mil. €	12 mil. €	50	4 120 miliárd €	2 485 804
Rakúsko	5 mil. €	10 mil. €	50	480 miliárd €	583 947

Zdroj: Zákon č. 431/2002 Z. z. o účtovníctve (vlastné spracovanie)

Na základe dostupných údajov možno konštatovať, že z hľadiska makroekonomických ukazovateľov a počtu podnikateľských subjektov vykazujú najvyššiu mieru podobnosti so Slovenskou republikou predovšetkým Česká republika a Maďarsko. Česká republika dosahuje hrubý domáci produkt približne o 158 % vyšší než Slovensko, pričom na jej trhu pôsobí o 79 % viac podnikateľských subjektov. Maďarská ekonomika je výkonnejšia o 67 % a zároveň eviduje až o 175 % vyšší počet podnikateľských subjektov.

Tieto krajiny boli identifikované ako relevantné referenčné body nielen na základe makroekonomických parametrov, ale aj vzhľadom na legislatívne nastavenie minimálnych požiadaviek na štatutárny audit. Ich právne rámce v oblasti povinného auditu sa pohybujú na úrovni porovnateľnej s hodnotami, ktoré boli platné v Slovenskej republike pred úpravou limitov v roku 2020.

3 Vplyv zmeny na Slovenskú republiku

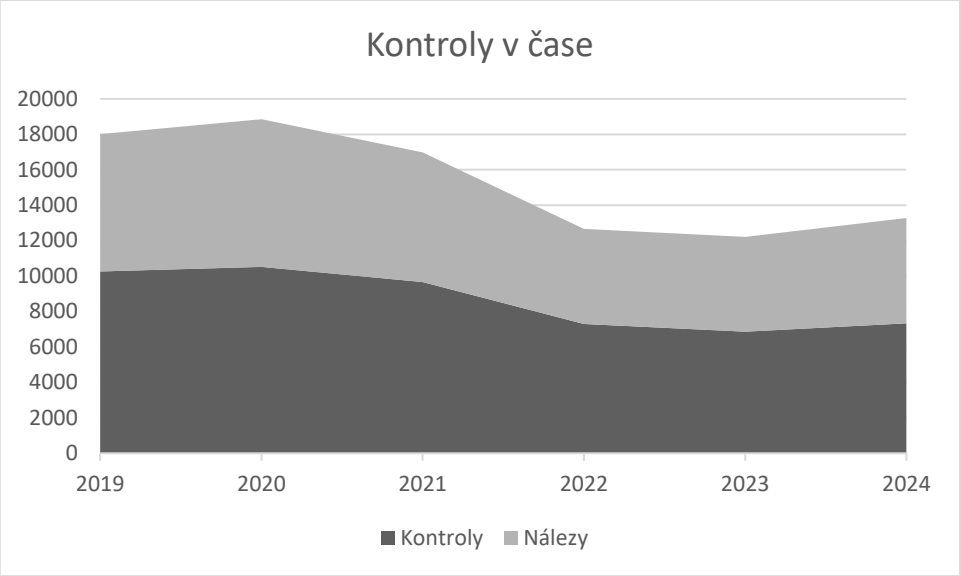
Od roku 2011 nadobudla v Nórsku účinnosť legislatívna úprava, ktorá umožnila malým obchodným spoločnostiam oslobodenie od povinnosti podrobiť sa auditu účtovnej závierky. Predkladaná štúdia sa zameriava na analýzu dopadov tejto zmeny, najmä v kontexte transparentnosti finančného výkazníctva a jej vplyvu na daňové príjmy štátu (Langli, 2015).

Zmena zákona viedla k výraznému poklesu počtu subjektov podliehajúcich auditu (približne 60 000 obchodných spoločností). Pre tieto podniky to znamenalo potenciálnu finančnú úsporu až do výšky 2 500 €, ktoré by inak museli vynaložiť na služby audítora (Langli, 2015).

Z hľadiska verejných financií však táto úprava priniesla aj negatívne dôsledky, najmä pokles efektívneho výberu daní. V reakcii na túto situáciu bolo vykonaných 2 100 náhodných kontrol v spoločnostiach, ktoré už nepodliehali povinnému auditu. Výsledky ukázali, že viaceré subjekty sa pokúsili znížiť svoju daňovú povinnosť, pričom sa objavili významné nezrovnalosti v daňových priznaniach. Na základe týchto kontrol došlo k úpravám daňových priznaní a dotknuté spoločnosti boli povinné doplatiť celkovo 1 724 000 € na daniach (Langli, 2015).

Ako sa vyvíja oblasť daňových kontrol na území Slovenskej republiky? Na obrázku 1 je znázornený počet vykonaných kontrol Finančným riaditeľstvom Slovenskej republiky a počet zistených nálezov v priebehu týchto kontrol.

Obr. 1: Zobrazenie kontrolu a nálezov Finančného riaditeľstva SR

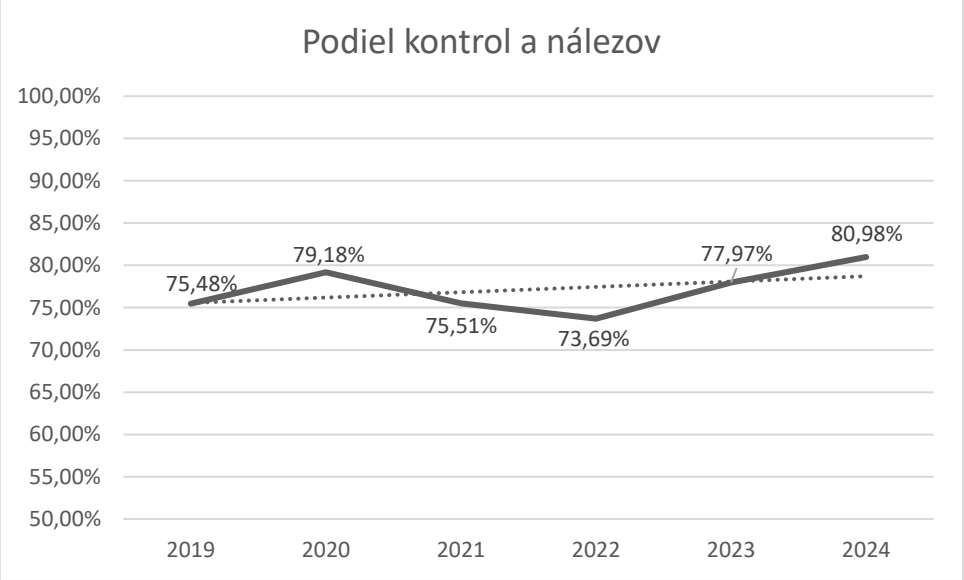


Zdroj: opendata.financnasprava.sk (vlastné spracovanie)

Z obrázka 1 je zrejmé, že v priebehu sledovaného obdobia dochádza k postupnému poklesu počtu vykonaných daňových kontrol na podnikateľských subjektoch v Slovenskej republike. Tento trend je pozorovateľný aj v čase, keď sa súčasne znižuje dohľad nad subjektmi z pohľadu povinného štatutárneho auditu.

Za poklesom počtu kontrol možno identifikovať viaceré faktory, pričom významnú úlohu zohrali opatrenia prijaté v období krízových situácií, ktoré obmedzili alebo úplne pozastavili podnikateľskú činnosť mnohých subjektov. Finančné riaditeľstvo sa ani po skončení týchto opatrení nevrátilo k pôvodným objemom vykonávania daňových kontrol, čo naznačuje dlhodobú zmenu v prístupe k daňovému dohľadu.

Obr. 2: Podiel kontrol a nálezov Finančného riaditeľstva SR



Zdroj: opendata.financnasprava.sk (vlastné spracovanie)

Na obrázku 2 je znázornený vývoj podielu nálezov na celkovom počte vykonaných kontrol v priebehu sledovaného obdobia. Z údajov z obrázka 1 vyplýva, že počet realizovaných kontrol Finančným riaditeľstvom SR postupne klesal. Napriek tomuto poklesu sa zaznamenal

rastúci trend v miere zistených nálezov, čo naznačuje zvýšenú efektívnosť kontrol alebo zhoršenie daňovej disciplíny.

Zvýšený podiel nálezov pri súčasnom znížení počtu kontrol môže indikovať, že menšie nároky na kontrolnú činnosť zo strany štátu sa odrazili na vyššej miere porušovania daňových povinností. Tento trend poukazuje na potrebu vyváženého prístupu medzi znižovaním administratívnej záťaže a zabezpečením daňovej transparentnosti.

V rokoch 2010 až 2015 prebehlo v Nórsku rozsiahle skúmanie povinného auditu pre malé a stredné podniky, pričom sa kládol dôraz na koreláciu medzi počtom auditovaných spoločností a mierou daňových únikov. Analýza ukázala, že minimálne požiadavky na audit nemusia byť vždy optimálnym kritériom na určenie povinnosti auditu. Pri tvorbe legislatívy by sa mala zohľadňovať aj rizikovosť jednotlivých sektorov podnikania. Tento prístup by umožnil stanoviť samostatné minimálne požiadavky pre konkrétne odvetvia alebo zaviesť povinnosť auditu pre všetky účtovné jednotky pôsobiace v rizikových sektoroch (Fallan et al., 2018).

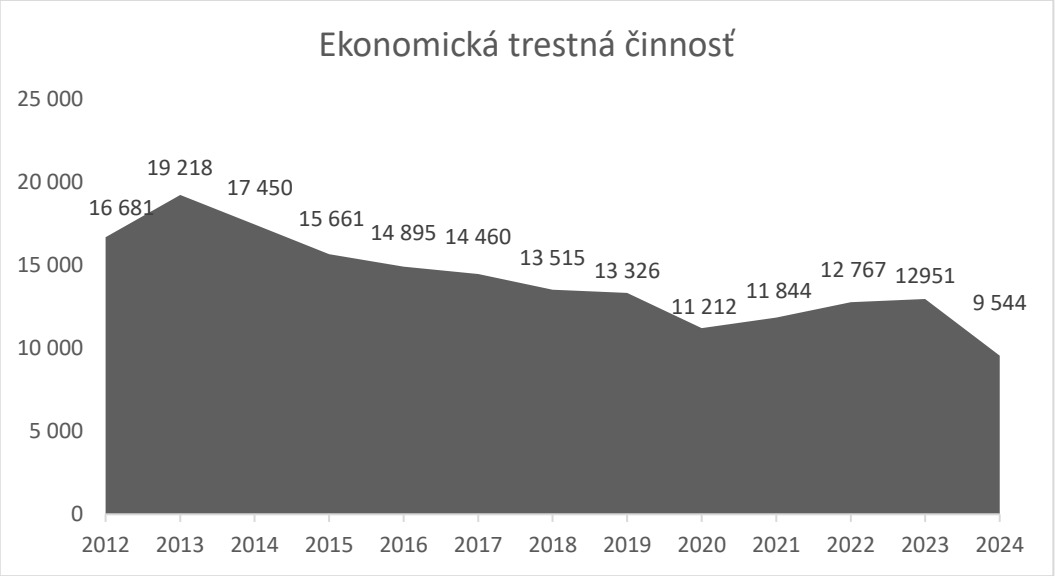
Konkurenčné subjekty v rámci jedného odvetvia sa navzájom ovplyvňujú, čo poukazuje na význam daňovej morálky. Ak jedna účtovná jednotka naruší daňovú disciplínu, existuje vysoká pravdepodobnosť, že konkurenčné podniky budú nasledovať podobné správanie (Fallan et al., 2018).

Vo Švédsku došlo v roku 2010 k zásadnej legislatívnej zmene v oblasti audítorských požiadaviek, konkrétne k zníženiu minimálnych limitov pre povinný audit účtovných závierok. Na základe tejto úpravy boli od povinnosti auditu oslobodené všetky obchodné spoločnosti spadajúce do kategórie malých a stredných podnikov. Cieľom reformy bolo odbremeniť MSP od administratívnych a finančných nákladov spojených s auditom a zvýšiť ich konkurencieschopnosť na domácom trhu i v rámci jednotného európskeho hospodárskeho priestoru (Emma et al., 2010).

Predpokladané dopady tejto zmeny zahŕňali pozitívne aj negatívne aspekty. Medzi hlavné očakávané prínosy patrilo zníženie nákladov podnikateľských subjektov v dôsledku eliminácie povinnosti auditu, čo mohlo viesť k efektívnejšiemu využitiu disponibilných zdrojov a podpore podnikateľskej činnosti. Deregulácia mala zároveň prispieť k zvýšeniu flexibility podnikateľského prostredia a zlepšeniu podmienok pre menšie subjekty v kontexte globalizovaného trhu (Emma et al., 2010).

Na druhej strane odborná verejnosť upozorňovala na možné negatívne dôsledky reformy. Jedným z hlavných rizík bola destabilizácia audítorskej profesie v dôsledku poklesu dopytu po audítorských službách, čo mohlo viesť k zníženiu počtu štatutárnych audítorov a oslabeniu odborného zázemia v oblasti overovania finančných výkazov. Ďalším rizikom bolo zníženie schopnosti verejných inštitúcií, predovšetkým švédskeho daňového úradu, efektívne monitorovať a odhaľovať finančné podvody a iné formy ekonomickej kriminality. S tým súvisel aj predpoklad nárastu daňových únikov a zvýšenej miery ekonomickej trestnej činnosti v dôsledku nižšej miery kontroly nad účtovníctvom menších podnikateľských subjektov (Emma et al., 2010).

Obr. 3: Vývoj ekonomickej trestnej činnosti na území Slovenskej republiky



Zdroj: https://www.minv.sk/?statistika_kriminality_v_SR_za_rok_2023 (vlastné spracovanie)

Vývoj ekonomickej trestnej činnosti na území Slovenskej republiky je znázornený na obrázku 3. V období rokov 2013 až 2020 možno pozorovať jej postupný pokles. Tento trend je pravdepodobne spojený so znižovaním daňovej medzery, ktorá sa podľa údajov Finančného riaditeľstva SR znížila z úrovne 36,7 % v roku 2012 na 12,1 % v roku 2021. Zníženie daňovej medzery je veľmi pravdepodobne korelované s poklesom ekonomickej trestnej činnosti, pričom v sledovanom období bolo prijatých viacero legislatívnych opatrení v oblasti dane z pridanej hodnoty s cieľom obmedziť daňové úniky.

V roku 2020 boli po prvýkrát zmenené kritériá pre povinnosť štatutárneho auditu, pričom posledná úprava nastala v roku 2022. Počas tohto obdobia začala početnosť ekonomickej trestnej činnosti opäť rásť, čo môže súvisieť so zmenou kritérií pre povinný audit. Na základe posledných dostupných údajov sa však zdá, že táto súvislosť nie je jednoznačná, keďže v roku 2024 početnosť ekonomickej trestnej činnosti klesla o približne tretinu oproti predchádzajúcemu roku. Tento pokles je pravdepodobne spojený s novelou Trestného zákona, ktorá nadobudla účinnosť v marci 2024.

Od roku 2020 sa vo Švédsku opätovne rozprúdila odborná diskusia o možnom spätnom zvýšení minimálnych prahov pre povinnosť auditu účtovných závierok, ktoré boli výrazne znížené v roku 2010. Tento návrat k prísnejšej regulácii sa stal aktuálnou témou nielen medzi odborníkmi z oblasti účtovníctva, ale aj medzi predstaviteľmi štátnych inštitúcií, ako sú Švédsky národný kontrolný úrad a Švédsky úrad pre hospodársku kriminalitu (Kjellén & Witthuhn, 2023).

Diskusia sa sústreďuje najmä na dve kľúčové oblasti: nárast ekonomickej kriminality a znižujúcu sa kvalitu finančných výkazov malých a stredných podnikov. Zástancovia sprísnenia regulácií argumentujú, že zníženie prahových limitov pre povinný audit vytvorilo priestor pre netransparentné praktiky a oslabilo dôveru vo finančné informácie poskytované verejnosti (Kjellén & Witthuhn, 2023).

Na druhej strane odporcovia zvýšenia minimálnych požiadaviek poukazujú na výsledky viacerých empirických štúdií z iných krajín, ktoré nepreukázali jednoznačnú súvislosť medzi zmenou limitov pre povinný audit a výskytom ekonomickej trestnej činnosti. Kritici zároveň upozorňujú, že sprísnenie podmienok by mohlo viesť k zvýšeniu prevádzkových nákladov podnikov, čo by negatívne ovplyvnilo ich konkurencieschopnosť a celkový ekonomický rast, najmä v prípade začínajúcich alebo menších firiem (Kjellén & Witthuhn, 2023).

V roku 2021 iniciovalo Ministerstvo životného prostredia a podnikania interné vyšetrovanie s cieľom vyhodnotiť dopady zníženia minimálnych požiadaviek na audit, ktoré boli zavedené v roku 2010. Záverečná správa tejto analýzy odporučila vláde zvážiť opätovné zvýšenie minimálnych prahov pre povinný audit (Kjellén & Witthuhn, 2023).

Výsledky experimentu zameraného na vplyv správnosti vykazovania vlastného imania na spoľahlivosť účtovných závierok a predikciu budúceho finančného výkazníctva ukázali, že podľa názoru 65 analytikov má nesprávne vykazovanie vlastného imania zásadný dopad na kvalitu účtovných výkazov podnikov. V kontexte slovenských obchodných spoločností sa tento problém vyskytuje pomerne často. Z databázy približne 332 000 kapitálových spoločností vyplýva, že minimálne 2 300 z nich vykazuje základné imanie pod zákonom stanovenou minimálnou hranicou, čo vedie k významnému skresleniu účtovných údajov. Okrem toho sa vo viacerých prípadoch zaznamenali aj záporné hodnoty aktív, čo komplikuje presné vyhodnotenie povinnosti auditu účtovnej závierky. Uvedené údaje vychádzajú z registra účtovných závierok (Asare & Wright, 2012).

4 Metodika

Na overenie dopadu zmien kritérií štatutárneho auditu na ekonomickú trestnú činnosť v Slovenskej republike bola aplikovaná viacnásobná lineárna regresia. Ako závislá premenná bola zvolená početnosť ekonomickej trestnej činnosti. Medzi nezávislé premenné boli zahrnuté viaceré faktory, konkrétne úroveň daňovej medzery v krajine, podiel auditovaných subjektov na celkovej populácii účtovných jednotiek a podiel kontrolovaných subjektov na celkovom počte podnikateľských subjektov.

$$\mathrm{TC} = \beta 0 + \beta 1 \cdot \mathrm{TG} + \beta 2 \cdot \mathrm{UJ} + \beta 3 \cdot \left(\frac{\mathrm{AP}}{\mathrm{UJ}}\right) + \beta 4 \cdot \left(\frac{\mathrm{UJ}}{\mathrm{K}}\right) + \varepsilon \quad (1)$$

pričom:

TC – početnosť ekonomickej trestnej činnosti

TG – daňová medzera

UJ – počet obchodných spoločnosti

AP – počet auditovaných obchodných spoločností

K – počet kontrol vykonaných kontrolným orgánom

Stanovenie hypotéz:

H_0 – žiadna z vysvetľujúcich premenných nemá štatisticky významný vplyv na ekonomickú trestnú činnosť.

H_1 – aspoň jedna z vysvetľujúcich premenných má štatisticky významný vplyv na ekonomickú trestnú činnosť.

V rámci analýzy sme sa zamerali aj na skúmanie závislosti medzi mierou ekonomickej trestnej činnosti a podielom obchodných spoločností podliehajúcich povinnému auditu v jednotlivých časových obdobiach. Cieľom bolo identifikovať potenciálnu koreláciu medzi rozsahom audítorskej povinnosti a výskytom ekonomickej kriminality, pričom sme sledovali, či zmeny v počte auditovaných subjektov môžu ovplyvniť úroveň transparentnosti a dodržiavanie daňových povinností.

$$\mathrm{TC} = \beta 0 + \beta 1 \cdot \left(\frac{\mathrm{AP}}{\mathrm{UJ}}\right) + \varepsilon \quad (2)$$

kde:

TC – početnosť ekonomickej trestnej činnosti

AP – počet auditovaných obchodných spoločností

UJ – počet obchodných spoločností

Stanovenie hypotéz:

H_0 – neexistuje štatisticky významný vplyv počtu auditovaných subjektov na ekonomickú trestnú činnosť.

H_1 – existuje štatisticky významný vplyv počtu auditovaných subjektov na ekonomickú trestnú činnosť.

Dáta pre jednotlivé premenné boli získané z databáz Finančnej správy Slovenskej republiky, ktoré poskytujú údaje o daňovej medzere a počte vykonaných daňových kontrol v sledovanom období. Informácie o počte auditovaných obchodných spoločností boli čerpané z registra účtovných závierok. Pre každý rok bol počet subjektov s povinnosťou štatutárneho auditu určený na základe analýzy účtovných závierok všetkých obchodných spoločností za obdobie rokov 2014 až 2023.

Rozsah sledovaného obdobia bol ovplyvnený dostupnosťou dát, keďže údaje staršie ako rok 2014 neboli k dispozícii pre všetky premenné. Rok 2024 nebol zahrnutý do analýzy z dôvodu skreslenia spôsobeného viacerými legislatívnymi novelami, predovšetkým novelou Trestného zákona, ktorá zásadne ovplyvnila početnosť ekonomickej trestnej činnosti, čím sa hodnota za tento rok stala nerelevantnou.

5 Výsledky a diskusia

Cieľom viacnásobnej lineárnej regresie bolo identifikovať vplyv troch premenných – vývoja daňovej medzery, počtu auditovaných subjektov a počtu vykonaných daňových kontrol – na vývoj ekonomickej trestnej činnosti v Slovenskej republike. Model viacnásobnej regresie bol vyjadrený nasledovným vzťahom:

$$\mathrm{TC} = \beta 0 + \beta 1 \cdot \mathrm{TG} + \beta 2 \cdot \mathrm{K} + \beta 3 \cdot \left(\frac{\mathrm{AP}}{\mathrm{UJ}}\right) + \beta 4 \cdot \left(\frac{\mathrm{K}}{\mathrm{UJ}}\right) + \varepsilon \qquad (3)$$

Tab. 3: Výsledky viacnásobnej lineárnej regresnej analýzy

	HODNOTA	VÝZNAMNOSŤ
(KONŠTANTA)	8.100e+03	0.0096
TG	1.047e+02	0.6231
AP	1.101e+05	0.3255
K	-3.445e+00	0.2238
UJ/K	9.972e-06	0.2284

Výsledky regresnej analýzy ukázali, že žiadna z jednotlivých premenných nepreukázala štatistickú významnosť na hladine α=0,05. Napriek tomu celý model vykazuje štatistickú významnosť (p = 0,0445), čo naznačuje, že kombinovaný vplyv premenných je relevantný. Samotný model vysvetľuje 81,5 % variability závislej premennej ekonomickej trestnej činnosti (TC). Po dosadení odhadnutých koeficientov do regresnej rovnice získavame nasledovný vzťah:

$$\mathrm{TC} = 8100 + 104{,}7 \cdot \mathrm{TG} - 3{,}445 \cdot \mathrm{K} + 110\,100 \cdot \left(\frac{\mathrm{AP}}{\mathrm{UJ}}\right) + 9.972 \times 10^{-6} \cdot \left(\frac{\mathrm{UJ}}{\mathrm{K}}\right) + \varepsilon \qquad (4)$$

Na základe výsledkov regresného modelu možno predpokladať, že zvýšenie daňovej medzery vedie k rastu ekonomickej trestnej činnosti v krajine, čo je logicky odôvodnené vyšším počtom daňových únikov spojených s väčšou medzerou. Premenná počtu daňových kontrol

vykazuje pozitívny vplyv na znižovanie ekonomickej trestnej činnosti, čo naznačuje, že intenzívnejšia kontrolná činnosť zvyšuje riziko odhalenia podvodných praktík, a tým odrádza páchateľov od pokračovania v nezákonných aktivitách. Na základe výsledkov analýzy sme zamietli nulovú hypotézu, čo potvrdzuje štatisticky významný vplyv premenných v rámci viacnásobnej lineárnej regresie.

Izolovaný pohľad na vplyv počtu auditovaných subjektov na ekonomickú trestnú činnosť, vyjadrený prostredníctvom regresného vzťahu:

$$TC = \beta 0 + \beta 1 \cdot (\frac{AP}{UJ}) + \varepsilon \quad (5)$$

Na základe lineárnej regresnej analýzy uvedeného vzťahu sme získali nasledujúce výsledky:

Tab. 4: Výsledky regresnej analýzy počtu auditovaných subjektov

	HODNOTA	**VÝZNAMNOSŤ**
(KONŠTANTA)	10581	1,76e-05
AP	114 422	0,0178

Regresná analýza preukázala, že počet auditovaných subjektov má štatisticky významný vplyv na závislú premennú ekonomická trestná činnosť (TC) na hladine významnosti α=0,05. Model, ktorý zohľadňuje výlučne počet auditovaných subjektov, vysvetľuje 52,5 % variability závislej premennej, čo indikuje silný vzťah medzi sledovanými premennými.

Na základe získaných výsledkov zamietame nulovú hypotézu o nezávislosti premenných. Zistenia naznačujú, že ekonomická trestná činnosť je ovplyvnená počtom auditovaných subjektov v krajine. Interpretácia smeru vzťahu ukazuje, že so zvyšujúcim sa počtom auditovaných subjektov rastie aj početnosť ekonomickej trestnej činnosti. Tento jav však pravdepodobne nesúvisí s reálnym nárastom kriminality, ale skôr s vyššou mierou jej detekcie a následného nahlasovania.

$$TC = 10\,581 + 114\,422 \cdot (\frac{AP}{UJ}) + \varepsilon \quad (6)$$

Na základe odhadov regresnej rovnice možno predpokladať, že zvýšenie počtu auditovaných subjektov na úroveň z roku 2019 by viedlo k odhadovanej početnosti ekonomickej trestnej činnosti v intervale 13 277 – 15 943 prípadov. Tento rozsah predstavuje výrazný rozdiel oproti situácii v roku 2023, kedy sa početnosť ekonomickej trestnej činnosti pohybovala v intervale 276 – 2 992 prípadov na území Slovenskej republiky.

Interpretácia týchto výsledkov naznačuje, že vyšší počet auditovaných subjektov je spojený s výrazne vyššou mierou detekcie ekonomickej trestnej činnosti, čo podporuje hypotézu, že zmeny v legislatívnych kritériách pre povinnosť auditu môžu mať zásadný vplyv na transparentnosť podnikateľského prostredia.

6 Záver

Viaceré krajiny Európskej únie realizovali zmeny kritérií pre povinnosť štatutárneho auditu, pričom obavy prezentované v dostupných štúdiách poskytujú základ pre skúmanie ich dopadov. V rámci tohto príspevku bola analyzovaná situácia na území Slovenskej republiky. Dáta z daňových kontrol naznačujú postupné zhoršovanie daňovej disciplíny podnikateľských subjektov, čo potvrdzuje nárast počtu zistených nálezov zo strany štátnych orgánov.

Pri porovnaní posledného obdobia pred legislatívnou zmenou a posledného sledovaného roku bol zaznamenaný nárast nálezov o 5 %.

Ďalším indikátorom negatívnych dopadov zmien kritérií pre povinný audit je vývoj ekonomickej trestnej činnosti. Po úprave limitov vzrástla jej početnosť o 13,42 %, pričom od roku 2012 bol zaznamenaný výrazne klesajúci trend. Po zmene požiadaviek na povinný audit sa tento trend obrátil na rastúci. Posledný sledovaný rok 2024 môže skresľovať výsledky z dôvodu účinnosti novely Trestného zákona, ktorá významne znížila početnosť ekonomickej trestnej činnosti.

Na základe regresnej analýzy zastávame názor, že vývoj ekonomickej trestnej činnosti je ovplyvňovaný viacerými detekčnými a prevenčnými parametrami. Z výsledkov analýzy vyplýva, že ani jeden z jednotlivých koeficientov nie je štatisticky významný na úrovni $\alpha = 0,05$. Výsledky zároveň naznačujú, že účinné ovplyvňovanie ekonomickej trestnej činnosti si vyžaduje koordinované a systematické nastavovanie viacerých faktorov v oblasti detekčnej a prevenčnej činnosti.

Z realizovaných meraní možno konštatovať, že redukcia počtu auditovaných subjektov vykazuje negatívny vplyv na efektívnosť kontrolných mechanizmov. Tento stav môže viesť k zníženiu zaznamenanej početnosti ekonomickej trestnej činnosti, avšak nejde o reálne zníženie jej výskytu, ale skôr o obmedzenú detekciu uvedených aktivít. Znížená intenzita auditu tak predstavuje riziko podhodnotenia skutočného rozsahu ekonomickej kriminality.

Naopak, sprísnenie kritérií pre povinnosť štatutárneho auditu by mohlo prispieť k zvýšeniu miery detekcie ekonomickej trestnej činnosti. Tento prístup by posilnil transparentnosť podnikateľského prostredia a znížil pravdepodobnosť neodhalených protiprávnych konaní.

Príspevok poskytuje základ pre ďalšie skúmanie vzťahu ekonomickej trestnej činnosti s inými premennými s cieľom kvantifikovať vplyv legislatívnych zmien v čase. Zistenia naznačujú negatívne dopady po zmene kritérií na povinnosť štatutárneho auditu a otvárajú priestor pre rozšírenie analýzy o ďalšie premenné a dlhšie časové obdobia.

Literatúra

1. Asare, S. K., & Wright, A. M. (2012). The Effect of Change in the Reporting Threshold and Type of Control Deficiency on Equity Analysts' Evaluation of the Reliability of Future Financial Statements. AUDITING: A Journal of Practice & Theory, 31(2), 1–17. https://doi.org/10.2308/ajpt-10237
2. Domaracká, D., & Kňažková, V. (2020). Statutory audit in Slovakia – significant phenomenon of global European changes. SHS Web of Conferences, 74, 06006. https://doi.org/10.1051/shsconf/20207406006
3. Emma, H., Merisa, K., & Hampus, R. (2010). Removing the statutory audit for small and medium sized companies in Sweden. Lund University.
4. Fallan, E., Antonsen, S., Fallan, L., & Olsen, T.-E. (2018). Abolition of Statutory Audit Obligation of Small Limited Liability Companies in Norway.Should Tax Evasion Inclined Industries be Accepted? International Journal of Accounting and Taxation, 6(1). https://doi.org/10.15640/ijat.v6n1a2
5. Finančné riaditeľstvo SR. (2025). Opendata.financnasprava.sk [Dataset].
6. Kjellén, J., & Witthuhn, F. (2023). Reinstatement or Raised Limit Values for Statutory Audit? [Dizertačná práca, Jönköping International Business School]. https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:hj:diva-60745
7. Krišková, P., & Užík, J. (2020). Reasons of Demand for Statutory Audit and their Impact on Auditor's Independence. Účetnictví a auditing v procesu světové harmonizace, 2020.
8. Langli, J. C. (2015). Evaluation of a change in the Norwegian legislation: The effects of making audit voluntary for small firms. BI Norwegian Business School.

9. Ministerstvo financií SR. (2025). Register účtovných závierok [Dataset].
10. Ministerstvo vnútra SR. (2025). Vývoj trestnej činnosti [Dataset].
11. Zákon 431/2002 Z.z. o účtovníctve (2026). https://www.slov-lex.sk/ezbierky/pravne-predpisy/SK/ZZ/2002/431/20220101.html#paragraf-23.odsek-2

Etické dilemy pri používaní AI generátorov grafiky

Ethical dilemmas in the use of AI image generators

Peter Procházka [1]

Abstrakt
Tento článok skúma etické dilemy spojené s používaním generatívnej umelej inteligencie pri tvorbe grafiky a digitálnych vizuálov. Analýza vychádza z odborných zdrojov a z dlhodobej praxe autora v oblasti grafiky a fotografie, doplnenej poznatkami z profesionálnej komunity. Identifikujeme kľúčové problémy týkajúce sa originality, autorských práv, transparentnosti datasetov, rizík manipulácie, dopadov na profesionálnych tvorcov a kultúrnych zmien spojených s masovým generovaním vizuálov. Výsledky ukazujú, že generatívna AI mení nielen technické postupy tvorby, ale aj ekonomiku kreatívnej práce, estetické normy a dôveru v obraz ako informačný zdroj. Článok navrhuje etické odporúčania pre tvorcov, vývojárov aj verejnosť, ktoré môžu podporiť zodpovedné používanie AI vo vizuálnej tvorbe. Zistenia naznačujú potrebu multidisciplinárneho prístupu a posilnenia transparentnosti, licenčných mechanizmov a vizuálnej gramotnosti.

Kľúčové slová
generatívna_umelá_inteligencia, etika, vizuálna_tvorba, autorské_práva, deepfake, kreatívny_priemysel

Abstract
This article examines the ethical dilemmas associated with the use of generative artificial intelligence in the creation of graphics and digital visuals. The analysis is based on scholarly sources and the author's long-term practice in the fields of graphic design and photography, supplemented by insights from the professional community. We identify key issues related to originality, copyright, dataset transparency, risks of manipulation, impacts on professional creators, and cultural changes linked to the mass generation of visual content. The findings show that generative AI transforms not only the technical processes of creation but also the economics of creative work, aesthetic norms, and trust in images as sources of information. The article proposes ethical recommendations for creators, developers, and the general public aimed at supporting responsible use of AI in visual production. The results highlight the need for a multidisciplinary approach and for strengthening transparency, licensing mechanisms, and visual literacy.

Key words
generative_artificial_intelligence, ethics, visual_creation, copyright, deepfake, creative_industry

JEL classification
L86, O33, Z11

[1] Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra aplikovanej informatiky, Dolnozemská cesta 1, 852 35 Bratislava, peter.prochazka@euba.sk.

1 Úvod

Rýchly rozvoj generatívnych systémov umelej inteligencie v posledných rokoch zásadne mení spôsob, akým spoločnosť tvorí, distribuuje a interpretuje vizuálny obsah. Modely ako DALL·E, Midjourney či Stable Diffusion sa stali dostupnými širokej verejnosti, čím sa tvorba grafiky a digitálnych obrazových materiálov výrazne demokratizovala. Zatiaľ čo tradičná tvorba grafických diel bola dlhodobo v rukách profesionálnych grafikov, ilustrátorov a fotografov, nástup generatívnych modelov umožňuje generovanie kvalitných vizuálov aj používateľom bez odborných zručností (Kumar & Talukdar, 2023).

Takýto technologický posun však otvára aj množstvo etických, právnych a sociálnych otázok. V kontexte vizuálnej tvorby je obzvlášť dôležité zaoberať sa otázkami originality, autorstva a vlastníctva. Niektoré modely sú totiž trénované na rozsiahlych datasetoch obsahujúcich miliardy obrázkov, pričom často nie je jasné, či boli tieto dáta získané legálne alebo so súhlasom pôvodných autorov (Schmidt, 2022). To vedie k sporom týkajúcim sa tzv. štýlového napodobňovania, derivácie diel či nejasnej hranice medzi inšpiráciou a neautorizovaným využívaním cudzieho tvorivého obsahu.

Popri právnych otázkach však vznikajú aj širšie spoločenské dilemy. Generovanie realistických vizuálov môže viesť k šíreniu dezinformácií, manipulácii verejnej mienky či podkopávaniu dôvery v obraz ako dôkazový materiál (Floridi, 2023). Súčasne sa mení aj postavenie profesionálnych tvorcov, ktorí sa musia vyrovnávať s narastajúcim komerčným tlakom na rýchlosť produkcie, nižšie náklady a adaptáciu na nástroje, ktoré potenciálne ohrozujú ich pracovné miesto.

V poslednom desaťročí sa zároveň zásadne mení aj spôsob, akým je vizuálny obsah konzumovaný. Sociálne siete, online marketing a rýchlo sa meniace médiá zvyšujú tlak na tvorbu veľkého množstva obrazových materiálov v krátkom čase, čo ešte viac zvýrazňuje atraktivitu generatívnych modelov (Heikkilä, 2023). Vizuálny priestor je tak zaplavovaný obsahom, ktorého pôvod a miera autentickosti sú pre bežného používateľa len ťažko identifikovateľné. Problémom sa stáva nielen možnosť zámernej manipulácie, ale aj postupná zmena kultúrnych noriem, v ktorých sa stiera hranica medzi ľudskou tvorivosťou a automatizovanou produkciou.

Na druhej strane existuje aj skupina tvorcov, ktorí generatívnu AI vnímajú ako príležitosť na rozšírenie kreatívnych možností. Pre nich predstavuje tento nástroj spôsob, ako experimentovať, vizualizovať koncepty a zrýchliť proces tvorby. Tento pozitívny postoj je často spojený s akceptáciou AI ako koautora či pomocníka, nie ako priameho konkurenta. Napriek tomu aj medzi touto skupinou pretrvávajú obavy, či nástroje zostanú v rukách tvorcov, alebo sa ich využitie presunie výhradne na klientov a komerčné subjekty, čím sa profesionálny dizajnér dostane do nevýhodného postavenia.

Cieľom nášho výskumu bolo preskúmať kľúčové etické dilemy spojené s používaním generatívnych systémov umelej inteligencie v oblasti grafiky. Zamerali sme sa na identifikáciu najvýraznejších problémov a formuláciu odporúčaní, ktoré môžu podporiť zodpovedné využívanie týchto technológií pri tvorbe vizuálneho obsahu.

V nasledujúcich kapitolách sa preto budeme zaoberať teoretickými východiskami, metodologickým prístupom a hlbokou analýzou etických dilem, ktoré sú s touto problematikou neoddeliteľne spojené.

2 Teoretické východiská

Rozvoj generatívnej umelej inteligencie prináša zásadné zmeny v spôsobe, akým rozumieme tvorbe, autorstvu a distribúcii vizuálneho obsahu. Technologické mechanizmy, na ktorých moderné generátory grafiky fungujú, sú úzko prepojené s etickými a právnymi otázkami vznikajúcimi v súvislosti s používaním takýchto systémov. Precízne pochopenie

technickej povahy modelov, ako aj ich spoločenských dôsledkov, je nevyhnutným predpokladom pre analýzu problémov originality, transparentnosti a zodpovednosti.

2.1 Generatívna umelá inteligencia a jej fungovanie

Generatívne modely umelej inteligencie predstavujú architektúry schopné produkovať nové obrazové dáta na základe analýzy existujúcich vzorcov v rozsiahlych datasetoch. V súčasnosti dominujú najmä difúzne modely, ktoré generujú obraz postupným odstraňovaním šumu z náhodnej distribúcie, pričom využívajú naučené pravdepodobnostné vzťahy medzi prvkami vizuálneho priestoru (Rombach et al., 2022). Tento prístup umožňuje vytvárať obrazy s vysokou mierou detailu, realistickým osvetlením a kompozičnou koherenciou, čo výrazne prispelo k ich popularite v kreatívnom sektore.

Pri analýze fungovania generatívnych modelov však narážame na zásadný problém: neexistuje jednotná regulácia ani transparentný dohľad nad zdrojmi tréningových dát. Dataset LAION-5B, ktorý slúži ako základ pre mnohé moderné modely, pozostáva z miliárd obrázkov zozbieraných prostredníctvom automatizovaných web scraperov (Schuhmann et al., 2022). Hoci tento dataset poskytuje neporovnateľne bohatú vizuálnu informáciu, spôsob jeho tvorby vyvoláva otázky o tom, do akej miery rešpektuje autorské práva pôvodných tvorcov, licenčné obmedzenia či súkromie jednotlivcov zachytených na fotografiách.

Používanie masívnych datasetov bez detailnej kontroly otvára priestor nielen pre neetické využívanie chráneného obsahu, ale aj pre vznik výstupov, ktoré môžu neúmyselne reprodukovať estetické prvky konkrétnych autorov. Modely tak nepracujú tvorivo v ľudskom zmysle slova, ale rekonštruujú štatistické vzorce naučené z existujúceho vizuálneho materiálu. Práve táto mechanická povaha generovania je kľúčová pri diskusii o originalite AI-tvorby.

2.2 Etika umelej inteligencie v širšom kontexte

Etické otázky generatívnych systémov nemožno posudzovať izolovane. Sú súčasťou širších diskusií o dôveryhodnosti, transparentnosti a zodpovednosti umelej inteligencie v spoločnosti. Medzinárodné dokumenty, ako sú etické odporúčania UNESCO (2021) či zásady AI prijaté OECD (2021), zdôrazňujú potrebu ochrany ľudských práv, zodpovedného využívania dát a prevencie algoritmickej zaujatosti. Tieto zásady vytvárajú všeobecný rámec, ktorý má slúžiť ako etický kompas pri vývoji a implementácii technologických riešení.

V európskom kontexte predstavuje legislatívny základ pripravovaný akt EÚ o umelej inteligencii (European Commission, 2024). Tento právny rámec zavádza povinnosť jasne označovať synteticky generovaný obsah a transparentne informovať používateľov o zapojení AI pri tvorbe obrazových materiálov. Dôraz na transparentnosť vychádza zo skutočnosti, že vizuálne médiá môžu výrazne ovplyvňovať verejnú mienku, a skrytý pôvod grafiky môže prispieť k narušaniu dôvery v obrazové správy ako nositeľov pravdivých informácií.

V tejto súvislosti je relevantná aj problematika tzv. deepfake technológií, ktoré využívajú generatívne modely na tvorbu manipulovaných alebo úplne falošných obrazových reprezentácií. Absencia vizuálnych indícií umožňuje vytvárať materiály ťažko odlíšiteľné od reality, čo zvyšuje riziko ich zneužitia v politickom, ekonomickom či osobnom kontexte (Floridi, 2023). Preto je nevyhnutné analyzovať generatívne technológie nielen z hľadiska ich kreatívneho potenciálu, ale aj ich dopadov na informačnú integritu.

2.3 Špecifiká vizuálnej tvorby a problém originality

Vizuálne umenie, grafický dizajn a fotografia sú oblasti, v ktorých sa tradične zdôrazňuje význam individuálneho štýlu, estetického prejavu a tvorivého procesu. Tieto hodnoty sú spojené s osobným autorským vkladom, ktorý odráža skúsenosti tvorcu, jeho technické kompetentnosti, emocionálne preferencie a kultúrne vplyvy (Frich et al., 2019). V kontexte

generatívnej AI sa však stretávame so zásadným metodologickým problémom: modely nevytvárajú diela na základe vnútorného zámeru alebo umeleckej vízie, ale prostredníctvom manipulácie s pravdepodobnostnými distribúciami naučenými z cudzieho obsahu.

Mechanický charakter generovania vizuálnych prvkov vedie k otázke, či je možné považovať výstup AI za originálny. Výskum upozorňuje, že modely môžu rekonštruovať estetické charakteristiky, ktoré sú špecifické pre určitých autorov, a tým napodobňovať ich rukopis bez ich vedomia či súhlasu (Elgammal, 2019). Táto forma *štýlového napodobňovania* otvára problematiku etickej aj právnej zodpovednosti: ak AI produkuje vizuál pripomínajúci konkrétnu umeleckú školu alebo autora, výsledné dielo síce nie je priamou kópiou, ale môže byť interpretované ako nedovolená derivácia.

Zároveň sa mení aj chápanie tvorivosti. Tradičné definície kreativity spájajú tvorivosť s pôvodnosťou, hodnotovým kontextom a schopnosťou autora vytvárať nové významové štruktúry. AI tieto prvky v pravom zmysle slova neobsahuje, pretože nie je subjektom so zámerom ani hodnotovým ukotvením. To komplikuje hodnotenie jej výstupov v umeleckej aj profesionálnej praxi. Vzniká tak napätie medzi technologickým potenciálom modelov a kultúrno-umeleckými požiadavkami kladenými na vizuálne diela.

V nadväznosti na tieto teoretické otázky sme považovali za dôležité poukázať aj na širšie kultúrne a ekonomické súvislosti, ktoré formujú diskusiu o originalite a kreatívnej hodnote v prostredí ovplyvnenom generatívnymi technológiami. S nástupom digitálnych platforiem dochádza k zrýchľovaniu tvorivých procesov a k zvyšovaniu objemu produkovaných vizuálov, čo oslabuje tradičné mechanizmy hodnotenia kvality a originality. V kreatívnych odvetviach sa presadzuje trend kvantity nad kvalitou, a generatívna AI tento trend ešte posilňuje tým, že umožňuje produkciu veľkého množstva obrazových materiálov bez výraznej časovej či ekonomickej investície (Manovich, 2020).

Dôležitým aspektom je aj otázka estetickej homogenizácie. V praxi sa často stretávame s tým, že generatívne modely majú tendenciu reprodukovať dominujúce estetické vzorce, čo môže viesť k vizuálnej jednoliatosti a oslabeniu diverzity umeleckých prejavov. Ak sú tréningové dáta vytvorené najmä z populárnych alebo komerčne úspešných diel, modely prirodzene uprednostňujú mainstreamové formy, čím potláčajú experimentálne či minoritné estetické prístupy.

Ďalšou dimenziou problému je vplyv generatívnej AI na hodnotu umeleckej expertízy. Tradičné umelecké disciplíny si vyžadujú roky štúdia a praxe, ktoré formujú technické zručnosti aj estetické vnímanie tvorcu. Generatívne modely tento proces obchádzajú, keďže umožňujú vytvárať komplexné vizuálne diela bez hlbšej znalosti kompozície, farebnej teórie či umeleckých techník. V dôsledku toho sa mení status odbornosti v kreatívnom sektore, čo môže viesť k znižovaniu spoločenského uznania umeleckej profesie (McCormack et al., 2019).

Tento komplexný súbor problémov potvrdzuje, že generatívna AI nie je neutrálne technologické riešenie, ale aktívny činiteľ formujúci kultúrne, právne a ekonomické prostredie vizuálnej tvorby.

3 Metodologický rámec

Metodologický rámec nášho výskumu bol založený na kombinácii kvalitatívnych a analytických postupov, ktoré reflektujú povahu skúmanej problematiky aj špecifiká vizuálnej tvorby. Keďže etické dilemy okolo generatívnej AI sa dotýkajú technológie, práva aj spoločnosti, považovali sme za dôležité skúmať ich pomocou rôznych prístupov a metód.

3.1 Výskumný dizajn

Výskumný dizajn vychádza z kvalitatívne orientovaného prístupu, ktorý umožňuje zachytiť komplexné postoje a skúsenosti aktérov pracujúcich v kreatívnom priemysle. Náš cieľ nespočíval v kvantifikácii javov, ale v ich hlbšom porozumení a interpretácii v kontexte

dynamických zmien spôsobených nástupom generatívnej AI. Analytická časť výskumu je podporená poznatkami vyplývajúcimi z autorovej takmer tridsaťročnej praxe v oblasti grafického dizajnu a digitálnej fotografie, čo umožňuje zasadiť naše tvrdenia do reálneho profesionálneho kontextu.

V rámci výskumného dizajnu sme pracovali s dvoma komplementárnymi zdrojmi dát: (1) už existujúcou odbornou literatúrou analyzujúcou etické aspekty umelej inteligencie a (2) neformálnym komunitným výskumom, ktorý sme realizovali prostredníctvom dlhodobého pozorovania, diskusií a spätnej väzby od kolegov, klientov a ďalších tvorcov pôsobiacich v oblasti vizuálnej tvorby. Takto získané údaje nám umožňujú konfrontovať akademické poznatky s praktickými skúsenosťami.

3.2 Charakteristika skúmanej skupiny

Skúmaná skupina pozostávala z profesionálnych grafikov, fotografov, ilustrátorov a digitálnych tvorcov, s ktorými sme boli v dlhodobom pracovnom kontakte. Ich skúsenosti reflektujú široké spektrum prístupov k vizuálnej tvorbe – od komerčne orientovaných dizajnérov až po autorov venujúcich sa autorskej či umeleckej fotografii. Ide o skupinu, ktorá sa pravidelne stretáva s vizuálnymi trendmi, digitálnymi nástrojmi a rastúcim tlakom na efektivitu.

V rámci dlhoročnej spolupráce sme mali možnosť pozorovať postoje tejto komunity k vzostupu generatívnej AI a analyzovať ich reakcie na technologické inovácie. Tieto pozorovania zahŕňajú diskusie o autorstve, obavy z ohrozenia profesie, skúsenosti s komerčnou praxou, ako aj reflexie estetických a kultúrnych dôsledkov využívania AI v grafike. Ide o kvalitatívne dáta, ktoré síce nemajú formu systematicky distribuovaného dotazníka, ale svojou šírkou a hĺbkou poskytujú relevantný obraz o dynamike názorov v skúmanej oblasti.

3.3 Zber a analýza dát

Zber dát prebiehal kontinuálne počas niekoľkých rokov prostredníctvom priamej interakcie s členmi kreatívnej komunity. Využívali sme neformálne rozhovory, diskusie pri spoločných projektoch, spätnú väzbu na vizuálne výstupy a kritické debaty o dopadoch technologických zmien. Tieto údaje sme analyzovali metódou tematickej analýzy, ktorá umožňuje identifikovať opakujúce sa motívy a kategórie v kvalitatívnych dátach (Braun & Clarke, 2006).

Tematická analýza nám umožnila určiť viacero kľúčových oblastí záujmu: (1) obavy z nahradenia tvorcov generatívnymi modelmi, (2) otázky originality a autorských práv, (3) vnímanie kvality AI-generovaných vizuálov, (4) dopad na ekonomiku grafických služieb a (5) kultúrne dôsledky masovej produkcie obrazov. Tieto kategórie tvoria základ pre analytickú časť nášho článku.

3.4 Limity metodológie

Aj keď náš metodologický prístup umožnil komplexne nazerať na skúmaný problém, je potrebné uvedomiť si jeho obmedzenia. Neformálny charakter komunitného výskumu neumožnil štatistickú generalizáciu zistení, keďže výskumná vzorka nebola reprezentatívna v tradičnom sociologickom zmysle. Napriek tomu sme presvedčení, že hĺbková povaha získaných dát poskytla cenné informácie o dynamike názorov v kreatívnej komunite.

Ďalším obmedzením bol subjektívny charakter interpretácie kvalitatívnych dát. Aj keď sme sa snažili minimalizovať výskumnú zaujatosť tým, že sme porovnávali odbornú literatúru, vlastnú prax a skúsenosti komunity, nie je možné úplne vylúčiť, že niektoré závery ovplyvnil aj osobný pohľad. Napriek tomu veríme, že náš metodologický rámec umožnil robustnú a

dôveryhodnú analýzu etických dilem vznikajúcich pri používaní generatívnej AI v grafickej praxi.

4 Analýza etických dilem

Etické dilemy spojené s využívaním generatívnej umelej inteligencie vo vizuálnej tvorbe predstavujú širokú a komplexnú oblasť problémov. Keďže generatívne systémy zasahujú do oblastí tvorby, práva, estetiky aj spoločenskej komunikácie, etické otázky sa nevzťahujú iba na úzky okruh odborníkov, ale dotýkajú sa celej kultúrnej a mediálnej infraštruktúry. V nasledujúcich podkapitolách sme rozpracovali šesť kľúčových oblastí, ktoré sa v literatúre aj v tvorivej komunite opakovane ukazujú ako najproblematickejšie. Rozsah, akým tieto dilemy zasahujú prax, potvrdzujú aj dlhodobé skúsenosti autora, reflexie a empirické pozorovania pri práci s klientmi a v profesionálnych kolektívoch.

4.1 Autorské práva a originalita

Diskusia o autorských právach v kontexte generatívnej AI je poznačená zásadným napätím medzi tradičným právnym chápaním autorstva a novými technologickými možnosťami. V právnych rámcoch platí, že autorom je človek, ktorý tvorí dielo s kreatívnym zámerom. Generatívny model však koná bez subjektívnej intencie a jeho produkcia je odvodená od dátových vzorcov (Samuelson, 2023). Tým vzniká otázka, či je výsledok vôbec možné považovať za dielo a kto je jeho držiteľom práv – používateľ, vývojár systému alebo nikto.

Ďalším problémom je tzv. derivovaná tvorba. Tvorcovia často poukazujú na to, že modely dokážu vytvárať vizuály nápadne pripomínajúce ich autorský štýl, farebnú poetiku či kompozičné návyky. Profesionáli v neformálnych rozhovoroch opakovane uvádzajú, že v AI-generovaných obrazoch dokážu identifikovať "podpis" konkrétnych vizuálnych škôl alebo autorov. To podporujú aj štúdie, ktoré ukazujú, že modely majú schopnosť rekonštruovať štatistické vlastnosti umeleckých diel na úrovni štýlu (Elgammal, 2019). Tento jav mnohí umelci označujú za formu estetického vykrádania, ktoré síce nie je priamym plagiátom, no narúša integritu ich tvorby.

V komunitných diskusiách sa opakovane ukazuje, že tvorcovia by akceptovali používanie svojich diel v tréningových datasetoch, ak by existoval transparentný a férový systém licencovania. Súčasný stav, keď sú datasetové zdroje často nejasné alebo vyslovene netransparentné, však prispieva k pocitu bezmocnosti a strate kontroly nad vlastnou tvorbou.

4.2 Etika získavania a využívania datasetov

Etika datasetov predstavuje jednu z najzásadnejších výziev celého ekosystému generatívnych modelov. Pri zostavovaní veľkých datasetov sa často používajú automatizované nástroje, ktoré prehľadávajú internet bez ohľadu na licenčný stav, súkromie fotografovaných osôb alebo kontext, v ktorom bol obrázok pôvodne publikovaný (Schuhmann et al., 2022). Tento postup vedie k zahrnutiu obrovského množstva diel, ktorých autori neboli informovaní a ktorých súhlas sa nikdy nevyžadoval.

Z etického hľadiska ide o porušenie princípu rešpektovania vlastníctva a autonómie autora. V diskusiách s profesionálnymi fotografmi často zaznieva obava, že ich práce – vrátane portrétov klientov – môžu byť bez ich vedomia súčasťou datasetov a slúžiť na generovanie syntetických imitácií. V praxi sa objavujú aj prípady, keď modely generujú tváre nápadne podobné skutočným ľuďom, čo vyvoláva nové riziká zneužitia identity.

Ďalším etickým problémom je zahrnutie citlivého alebo explicitného obsahu. Keďže datasetové repozitáre nie sú kurátorsky kontrolované, obsahujú aj materiály, ktoré sa do tréningu modelov nikdy nemali dostať – napríklad lekárske snímky, súkromné fotografie, materiály pochádzajúce z darknetu alebo obrázky zraniteľných skupín. Odborná literatúra

upozorňuje, že AI modely tak môžu neúmyselne šíriť škodlivé vzorce či reprodukovať obsah nevhodný na komerčné využitie.

Z komunitného pohľadu je problémom aj nerovnosť medzi tvorcami a veľkými technologickými firmami. Umelci nemajú možnosť ovplyvniť, čo sa s ich dielami deje, zatiaľ čo vývojárske spoločnosti získavajú ekonomický prospech z ich neautorizovaného použitia. Táto asymetria prispieva k napätiu a odmietavému postoju tvorivej komunity.

4.3 Transparentnosť, manipulácia a deepfake

Generatívna AI zásadne mení povahu vizuálnych dôkazov. Obrazy, ktoré boli historicky považované za relatívne spoľahlivý záznam reality, dnes môžu byť syntetické a nereálne. Nástup deepfake technológií dramaticky zvýšil možnosti manipulácie obrazového materiálu (Floridi, 2023). Kombinácia vizuálneho realizmu a dostupnosti týchto nástrojov umožňuje šíriť obsah, ktorý môže poškodzovať jednotlivcov, destabilizovať politické procesy či narúšať medziľudskú dôveru.

Na základe našich pozorovaní môžeme potvrdiť, že mnohí tvorcovia aj klienti systematicky podceňujú riziká manipulácie. Klienti neraz predpokladajú, že syntetický vizuál je „bezpečný“, keďže neobsahuje skutočných ľudí. Tento predpoklad však ignoruje riziko syntetickej identifikácie – podobnosť tvárí, generovanie realistických tiel či zobrazenie fiktívnych udalostí. Tvorcovia upozorňujú, že čoraz častejšie sa stretávajú s požiadavkami klientov na tvorbu vizuálneho obsahu, ktorý by za iných okolností nebolo možné legálne alebo eticky zachytiť.

Empirické štúdie ukazujú, že ľudia nedokážu spoľahlivo rozlíšiť pravý obraz od syntetického, najmä ak je generovaný modelmi vyšších generácií (Westerlund, 2019). Tento fakt zdôrazňuje potrebu transparentného označovania obsahu a zavádzania opatrení, ktoré by umožnili identifikovať syntetický materiál v mediálnej a právnej oblasti.

4.4 Dopad na profesionálnych tvorcov a trh práce

Dopad generatívnej AI na kreatívny sektor je mnohostranný. Profesionálni tvorcovia opakovane upozorňujú, že ich práca je ohrozená automatizáciou. Klienti, najmä v komerčnom segmente, vidia v AI príležitosť znížiť náklady na tvorbu obsahu. Z dlhodobého pozorovania praxe vyplýva, že klienti čoraz častejšie žiadajú „rýchle riešenia“ bez ohľadu na umeleckú kvalitu, pričom AI-generované návrhy považujú za dostatočné aj v prípadoch, kde je kvalita kľúčová.

Tvorcovia poukazujú aj na psychologické dopady. Mnohí opisujú stratu motivácie, frustráciu a pocit, že ich rokmi získavané zručnosti sú devalvované technológiou, ktorá obchádza tradičnú cestu tvorivého vývoja. V diskusiách sa často objavujú obavy, že mladší tvorcovia budú mať problém vstúpiť na trh, keďže značná časť práce môže byť nahradená syntetickým obsahom.

Na druhej strane existujú aj tvorcovia, ktorí využívajú AI ako súčasť svojho pracovného procesu. Používajú ju na testovanie alternatív kompozície, vizuálne nápady alebo rýchle prototypovanie. Títo tvorcovia však zdôrazňujú, že AI nenahrádza ich odborné myslenie, ale rozširuje ho. Tento prístup sa však týka najmä profesionálov, ktorí už disponujú silnou umeleckou identitou a schopnosťou kriticky pracovať s výstupmi modelov.

4.5 Komerčné a kultúrne riziká

Z komerčného hľadiska predstavuje generatívna AI výraznú konkurenčnú silu. V reklamnom priemysle sa často využíva na vytváranie produktových vizualizácií, konceptov kampaní či fotorealistických scén, ktoré by si v tradičnej produkcii vyžadovali vysoké náklady. Tým vzniká tlak na cenotvorbu v kreatívnom sektore a znižuje sa priemerná hodnota zákaziek.

Z kultúrneho hľadiska môže dochádzať k uniformizácii vizuálov. Generatívne modely sú trénované najmä na dominantných online estetických vzorcoch, čo spôsobuje opakovanie určitých kompozícií, farebných schém či typov tvárí (Foster, 2023). Výsledkom je estetická homogenizácia, ktorá oslabuje kultúrnu rozmanitosť a potláča menej rozšírené alebo lokálne estetické formy.

Ako dopĺňajú naše komunitné pozorovania, etické dilemy nie sú izolované, ale navzájom sa posilňujú. Tvorcovia opakovane poukazujú, že strata kontroly nad vlastným autorským rukopisom je prepojená s obavami o ekonomickú budúcnosť profesie. Podobne problematika netransparentných datasetov súvisí s vnímaním technologických firiem ako subjektov, ktoré jednostranne profitujú z kreatívnej práce celej komunity. Tieto prepojenia naznačujú, že riešenie jednomyseľne vnímaných dilem si vyžaduje systémový prístup.

4.6 Sociálne a psychologické dopady masovej syntetizácie vizuálov

Masová dostupnosť generatívnej AI výrazne ovplyvňuje aj psychologické a sociálne aspekty tvorby. Mnohí profesionáli opisujú pocity straty zmyslu vlastnej práce. Na základe rozhovorov s tvorcami sa objavuje tendencia porovnávať rýchlosť vlastnej produkcie s okamžitými výsledkami modelov, čo vyvoláva frustráciu, únavu a pochybnosti o vlastných schopnostiach. Tento jav je príbuzný fenoménom známeho z výskumov automatizácie, ktoré ukazujú, že technológie často spôsobujú psychologické zaťaženie aj vtedy, keď reálne nenahrádzajú ľudskú prácu (Brynjolfsson & McAfee, 2017).

Ďalším významným aspektom je zmena sociálnej dynamiky v tvorivej komunite. Niektorí tvorcovia, najmä tí, ktorí AI odmietajú, uvádzajú pocit marginalizácie alebo kultúrnej „nadbytočnosti“, akoby ich profesionálna identita strácala váhu. Naopak, tí, ktorí AI integrujú do tvorby, často čelia kritike zo strany kolegov, ktorí vnímajú takýto prístup ako zradu remesla alebo podkopávanie integrity profesie. Táto polarizácia fragmentuje komunitu, ktorá bola pred nástupom AI relatívne homogénna v hodnotách aj v pracovných procesoch.

Taktiež sa objavuje nová forma sociálneho tlaku, ktorú možno označiť ako „neviditeľnú kompetentnostnú infláciu“. Klienti čoraz častejšie očakávajú, že profesionálni tvorcovia budú ovládať aj generatívne nástroje – nie ako doplnok, ale ako súčasť základných schopností. Tvorcovia, ktorí túto technológiu nechcú alebo nedokážu integrovať do svojej praxe, sú často označovaní za menej konkurencieschopných. Tento trend vytvára nerovnosť medzi tvorcami, zvyšuje stres a prehlbuje generačné rozdiely v prístupe k práci.

4.7 Riziká vizuálnej zahltenosti a pokles hodnoty obrazu

Rastúca produkcia syntetických obrazov prispieva aj k fenoménu vizuálnej zahltenosti. Online prostredie je zaplavené miliónmi generovaných obrazov denne, čo vedie k postupnej strate citlivosti používateľov na vizuálny obsah. Podľa viacerých štúdií môže prebytok obrazového materiálu viesť k poklesu schopnosti prijímateľa kriticky hodnotiť obraz, vnímať jeho kontext alebo rozpoznať manipulatívne prvky (Manovich, 2020). Tento efekt je zosilnený tým, že syntetické obrazy často vykazujú vysokú estetickú kvalitu, no zároveň nedisponujú obsahovou hĺbkou.

Tvorcovia upozorňujú, že zahltenosť vizuálmi devalvuje hodnotu ich práce: originálny fotografický alebo grafický výstup sa v oceáne syntetických obrazov stáva menej viditeľným. Tradičné metriky originality, estetiky a expresívnosti sa postupne oslabujú, pretože používateľ si zvyká na neobmedzený prísun esteticky pôsobivých, no povrchovo spracovaných obrazov. To vedie k posunu hodnotových kritérií – od kvality ku kvantite, od obsahu k efektu.

4.8 Etické otázky pri komerčnom využívaní AI-generovaných portrétov

Osobitnú pozornosť si vyžaduje problematika AI-generovaných portrétov. Ich tvorba vytvára riziká spojené s identitou, súkromím a možnosťou zneužitia vizuálnej podoby človeka. Komunitná prax ukazuje, že klienti čoraz častejšie požadujú generovanie portrétov „ideálnych modelov“ namiesto fotografovania reálnych ľudí. Tvorcovia upozorňujú, že takéto portréty môžu reprodukovať stereotypy, nereálne telesné proporcie a estetické normy, čím vplývajú na formovanie spoločenských predstáv o kráse a identite.

Zároveň existuje riziko falošnej reprezentácie. Ak syntetický portrét vystupuje v marketingovej komunikácii ako skutočný človek, vzniká etický problém uvedenia príjemcu do omylu, ktorý predpokladá autenticitu zobrazovanej osoby. Tým dochádza nielen k porušeniu etických noriem komunikácie, ale aj k oslabeniu dôvery vo vizuálny obsah ako autentický informačný zdroj.

5 Výsledky syntetickej analýzy

Výsledky syntetickej analýzy predstavujú integráciu poznatkov získaných z literatúry a komunitného výskumu. V tejto kapitole sme sa sústredili na konkrétne vzorce, postoje a praktické skúsenosti členov tvorivej komunity, ktoré vyplynuli z dlhodobých pozorovaní a interakcií v oblasti grafiky a digitálnej fotografie. Naším cieľom bolo predstaviť konzistentný prehľad javov, ktoré sa najvýraznejšie opakovali naprieč rozličnými segmentmi tvorivej praxe.

5.1 Vnímanie generatívnej AI medzi profesionálnymi tvorcami

Syntetická analýza ukázala, že medzi tvorcami prevažujú ambivalentné postoje k využívaniu generatívnej AI. Na jednej strane nachádzame skupinu, ktorá považuje AI za hodnotný nástroj umožňujúci rýchle prototypovanie, hľadanie kompozícií či tvorbu alternatívnych vizuálnych konceptov. Títo tvorcovia zdôrazňujú, že AI môže posilniť ich kreatívny proces a zefektívniť pracovné postupy najmä v raných fázach projektov.

Na druhej strane existuje veľká skupina profesionálov, ktorí vnímajú AI ako ohrozenie profesionálnej identity. V ich postojoch dominuje obava zo straty hodnoty ľudskej práce, najmä v kontexte komerčnej produkcie, kde rozhodujú čas a cena. Tvorcovia opakovane uvádzajú, že klienti často preferujú syntetické vizuály z dôvodu ich dostupnosti a ekonomickej výhodnosti, čo môže viesť k redukcii profesionálnych príležitostí.

5.2 Typické obavy a konflikty identifikované v tvorivej komunite

Dlhodobé pozorovania potvrdili existenciu niekoľkých kľúčových obáv, ktoré sa opakujú naprieč komunitou:

- **Strata kontroly nad vlastným umeleckým štýlom**: tvorcovia sa obávajú, že AI dokáže napodobniť ich vizuálny podpis, čo môže oslabiť jedinečnosť ich práce.
- **Pokles hodnoty odborných zručností**: mnohí profesionáli sa cítia vytláčaní nástrojmi, ktoré dokážu generovať vizuály bez znalosti kompozície či farebnej teórie.
- **Ekonomický tlak zo strany klientov**: najmä v komerčných segmentoch dochádza k presunu od profesionálnej tvorby k rýchlym syntetickým riešeniam.
- **Nejasné právne prostredie**: tvorcovia deklarujú obavy, že ich diela môžu byť použité v datasetoch bez ich vedomia, čo posilňuje pocit zraniteľnosti.

Tieto konflikty majú nielen profesionálny, ale aj osobnostný rozmer, ktorý sa prejavuje stratou motivácie či odcudzením od vlastného remesla.

5.3 Pozorované zmeny v profesionálnej praxi

Výsledky syntetickej analýzy poukázali na niekoľko výrazných trendov v pracovných procesoch tvorcov:

- **Zrýchľovanie produkčných cyklov**: tvorcovia uvádzali, že klienti očakávajú rýchlejší obrat návrhov a iterácií.
- **Znižovanie rozpočtov na vizuálnu tvorbu**: najmä marketingové agentúry prechádzajú na hybridné alebo plne syntetické modely produkcie vizuálov.
- **Redefinícia profesionálnej roly**: grafici a fotografi začínajú fungovať aj ako „kuratóri vizuálov“, ktorí neprodukujú obrazy primárne manuálne, ale hodnotia, upravujú a filtrujú AI-generované návrhy.
- **Posun v estetike**: v praxi sa objavuje nárast vizuálov s charakteristickými znakmi AI — hyperrealistické textúry, neštandardné detaily či „dokonalosť“ kompozície, ktorá pôsobí až sterilne.

5.4 Rozdiely medzi amatérskymi a profesionálnymi používateľmi AI

Jedným z výrazných zistení je rozdiel v tom, ako AI využívajú amatéri a profesionáli. Amatérski tvorcovia vnímajú AI najmä ako prostriedok na rýchlu vizuálnu sebarealizáciu, ktorá im umožňuje vytvárať esteticky pôsobivé diela bez nutnosti dlhodobého štúdia techník. Profesionáli, naopak, často pristupujú k AI pragmaticky alebo kriticky, a to buď ako k nástroju doplňujúcemu ich zručnosti, alebo ako k narúšajúcemu prvku v pracovnom prostredí.

Z výsledkov vyplýva aj to, že amatérski používatelia sú otvorenejší experimentovaniu a menej citliví na otázky autorstva či originality. Profesionálni tvorcovia naopak pripisujú týmto aspektom zásadnú dôležitosť, čo vedie k rozdielom v hodnotení kvality a legitímnosti AI-generovaných vizuálov.

5.5 Dynamika medzi klientmi a tvorcami v kontexte AI

V profesionálnej praxi stále častejšie dochádza k situáciám, v ktorých klienti prichádzajú s vlastnými AI-generovanými návrhmi a očakávajú ich okamžité zapracovanie alebo dotvorenie. Tvorcovia uvádzajú, že takéto návrhy sú často nekonzistentné, esteticky problematické alebo nesúladné s komunikačnými cieľmi projektu, avšak klient ich považuje za plnohodnotnú alternatívu profesionálneho návrhu.

Tento trend vedie k napätiu medzi klientom a tvorcom, pričom tvorca stráca kontrolu nad procesom návrhu. V mnohých prípadoch je jeho úlohou už len „upratať“ AI výstupy, čo znižuje jeho tvorivý priestor aj profesionálnu autonómiu.

5.6 Identifikované pozitívne aspekty využívania AI

Napriek množstvu otázok a konfliktov sme identifikovali aj niekoľko pozitívnych trendov, ktoré generatívna AI prináša:

- **Rozšírenie tvorivých možností**: tvorcovia môžu rýchlo generovať množstvo vizuálnych interpretácií jedného konceptu.
- **Zníženie bariér vstupu do tvorby**: začínajúci tvorcovia môžu experimentovať bez vysokých počiatočných nákladov.
- **Efektivita v počiatočných fázach projektov**: AI umožňuje rýchlo prototypovať a vizualizovať nápady, čo zlepšuje komunikáciu s klientom.
- **Podpora inovatívneho myslenia**: niektorí tvorcovia uvádzajú, že AI ich motivuje hľadať nové prístupy a spájať tradičné techniky s generovaním vizuálov pomocou AI.

Tieto pozitívne aspekty však nevyvažujú napätie v profesionálnej komunite, keďže sú často sprevádzané ekonomickými a etickými problémami, ktoré si vyžadujú ďalšiu odbornú pozornosť.

6 Diskusia

Diskusia spája naše analytické a empirické pozorovania a konfrontuje ich s aktuálnym stavom poznania v oblasti generatívnej AI. Pri porovnaní literatúry s komunitnými skúsenosťami sa ukázalo, že tvorivá prax reaguje na technologické zmeny omnoho dynamickejšie, než dokážu zachytiť existujúce teoretické rámce. Zatiaľ čo odborné publikácie upozorňujú najmä na systémové riziká ako sú netransparentné datasety, právne nejasnosti či hrozby manipulácie, profesionálni tvorcovia sa vo svojich každodenných skúsenostiach stretávajú s osobnejšími formami záťaže: stratou kontroly nad procesom, narastajúcim psychickým tlakom a zmenou hodnotenia ich práce v očiach klientov.

Pri porovnaní týchto zdrojov sme identifikovali tri kľúčové napätia. Prvým je rozdiel medzi technologickým potenciálom modelov a reálnymi potrebami praxe. Hoci AI dokáže efektívne generovať vizuály, profesionálni tvorcovia upozorňujú, že kvalita výstupov často nespĺňa požiadavky na konzistenciu, komunikačnú logiku či etický kontext. Druhým napätím je vzťah medzi kreatívnou autonómiou tvorcu a ekonomickými očakávaniami klientov. Tvorcovia sú čoraz častejšie tlačení do pozície operátorov, ktorí „čistia“ alebo opravujú syntetické výstupy namiesto toho, aby tvorili originálny obsah. Tretím napätím je devalvácia estetických a odborných štandardov spôsobená nárastom množstva syntetických vizuálov, ktoré zaplavujú mediálne prostredie a menia vnímanie hodnoty obrazu.

Diskusia tiež ukazuje, že v praxi vznikajú nové formy profesionality, ktoré spájajú tradičné umelecké kompetentnosti s digitálnou kurátorskou prácou. Tvorcovia začínajú fungovať ako kritici, editori a moderátori vizuálnych návrhov generovaných modelmi. Tento trend naznačuje, že budúcnosť kreatívnych profesií nebude založená na úplnej autonómii ani na úplnej automatizácii, ale na symbióze medzi technológiou a človekom. Otvorenou otázkou však zostáva, či sa tvorivý sektor dokáže vyrovnať s etickými, ekonomickými a psychologickými dôsledkami tejto transformácie bez toho, aby došlo k stratám na ľudskej tvorivosti alebo kultúrnej rozmanitosti.

7 Návrh etických odporúčaní

Etické odporúčania predstavujú praktický rámec, ktorý môže pomôcť tvorcom, vývojárom aj verejnosti zodpovedne pracovať s generatívnou AI vo vizuálnej tvorbe. Cieľom tejto kapitoly je ponúknuť stručné, ale podložené návrhy reflektujúce poznatky z predchádzajúcich analýz.

7.1 Odporúčania pre tvorcov

Zodpovedné používanie generatívnej AI v tvorivej praxi si vyžaduje jasné a premyslené postupy.

Zodpovedné využívanie AI pri komerčnej tvorbe. Tvorcom odporúčame pristupovať k AI ako k doplnkovému nástroju, nie náhrade za odborné rozhodovanie. Generované výstupy je vždy potrebné kurátorsky posúdiť, aby boli v súlade s etickými, estetickými a komunikačnými štandardmi projektu. Pri práci s portrétmi či realistickými vizuálmi odporúčame vyhýbať sa takým výstupom, ktoré môžu evokovať konkrétnu osobu bez jej súhlasu.

Označovanie AI obsahu. Ak je vizuál generovaný úplne alebo čiastočne prostredníctvom AI, považujeme za etické tento fakt transparentne komunikovať. V komerčných projektoch by malo byť štandardom uvádzať, že ide o syntetický alebo hybridný výstup. Transparentnosť znižuje riziko klamania spotrebiteľa a podporuje dôveru medzi klientom a publikum.

7.2 Odporúčania pre vývojárov AI

Vývojári modelov nesú významnú zodpovednosť za etické fungovanie systémov.

Transparentnosť datasetov. Odporúčame zavádzať jasné pravidlá pre zverejňovanie zdrojov dát, vrátane informácií o licencovaní, pôvode a kurátorskej kontrole vizuálneho materiálu. Transparentné datasety zvyšujú dôveru komunitných používateľov a znižujú riziko neúmyselného porušovania práv autorov.

Licenčné mechanizmy pre umelcov. Za kľúčové považujeme vytvárať modely, ktoré umožnia autorom rozhodnúť, či chcú, aby sa ich diela používali na tréning. Vývojári by mali podporovať vznik dobrovoľných licenčných databáz, férových odmeňovacích schém alebo systémov opt-in/opt-out. Takéto mechanizmy môžu výrazne zmierniť napätie medzi komunitou a technologickými firmami.

7.3 Odporúčania pre klientov a verejnosť

V kontexte mediálne presýteného prostredia zohrávajú klienti a používatelia vizuálneho obsahu dôležitú úlohu.

Neklamlivé používanie AI vizuálov. Klientom odporúčame, aby AI výstupy nevyužívali spôsobom, ktorý môže uvádzať príjemcu do omylu. Platí to najmä pre marketingové, politické a informačné vizuály. Ak vizuál zobrazuje neexistujúce osoby, scény alebo udalosti, považujeme za vhodné tento fakt uvádzať.

Potreba mediálnej a vizuálnej gramotnosti. Verejnosť by mala byť vzdelávaná v rozpoznávaní syntetického obsahu, rizík manipulácie a fungovania generatívnych modelov. Zvyšovanie vizuálnej gramotnosti môže pomôcť minimalizovať dopady dezinformačných kampaní, ktoré využívajú syntetické obrazy. Podporujeme implementáciu týchto tém do vzdelávacích programov, workshopov aj verejných diskusií.

8 Záver

Analýza ukázala, že generatívne modely zásadne ovplyvňujú profesijné postupy, kultúrne normy aj verejnú komunikáciu. Hoci technológie prinášajú tvorcom nové možnosti experimentovania a zrýchľujú proces tvorby, zároveň otvárajú otázky týkajúce sa autorstva, originality a integrity vizuálneho prostredia.

V praxi sa najvýraznejšie ukazuje napätie medzi technologickým potenciálom AI a reálnymi potrebami tvorivej komunity. Profesionálni tvorcovia čelia ekonomickému tlaku, zmenám v pracovných procesoch, strate kontroly nad tvorivým procesom a narastajúcemu množstvu vizuálneho materiálu, ktorý deformuje hodnotové kritériá. Komunitné pozorovania naznačujú, že technologický posun nie je sprevádzaný dostatočným legislatívnym a etickým rámcom, čo vedie k neistote a zvyšujúcemu sa napätiu medzi tvorcami, klientmi a vývojármi.

Generatívna AI má potenciál podporiť tvorivosť a uľahčiť prácu, ak bude jej používanie sprevádzané jasnými pravidlami a transparentnými procesmi. Kľúčové bude zavádzanie férových licenčných mechanizmov, zvyšovanie vizuálnej gramotnosti verejnosti a podpora etického prístupu zo strany tvorcov aj klientov. Budúcnosť kreatívnych odvetví bude pravdepodobne charakterizovaná hybridnými modelmi tvorby, v ktorých sa prepojí ľudský umelecký vklad s digitálnymi nástrojmi.

Na základe identifikovaných problémov považujeme za nevyhnutné pokračovať v multidisciplinárnom výskume a podporovať spoluprácu medzi technologickými odborníkmi, právnikmi a kreatívnou komunitou. Len tak môže spoločnosť naplno využiť prínosy generatívnej AI a zároveň chrániť kultúrne hodnoty, ktoré tvoria základ vizuálnej tvorby.

Literatúra

1. Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology, 3*(2), 77–101.
2. Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2017). *Machine, platform, crowd: Harnessing our digital future*. W. W. Norton & Company.
3. Elgammal, A. (2019). Art, creativity, and the potential of artificial intelligence. *Arts*, 8(1), Article 26. https://doi.org/10.3390/arts8010026
4. European Commission. (2024). *Artificial Intelligence Act: Proposed regulation on harmonised rules for artificial intelligence*. Publications Office of the European Union.
5. Floridi, L. (2023). AI synthetic media and the crisis of visual truth. *Philosophy & Technology, 36*(4), 1–18.
6. Foster, D. (2023). *Generative deep learning: Teaching machines to paint, write, compose, and play*. O'Reilly Media.
7. Frich, J., MacDonald, A., Jensen, M. V., Dalsgaard, P., & Cox, T. (2019). Mapping the landscape of creativity support tools in HCI. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–18.
8. Heikkilä, M. (2023). The growing influence of AI-generated visuals in digital media ecosystems. *Digital Journalism, 11*(2), 213–231.
9. Kumar, S., & Talukdar, B. (2023). Generative AI in visual communication: Challenges and opportunities. *International Journal of Creative Technology, 5*(1), 45–63.
10. Manovich, L. (2020). *Cultural analytics*. MIT Press.
11. McCormack, J., Gifford, T., Hutchings, P., Li, X., & Llano, M. T. (2019). Autonomy, authenticity, authorship and intentionality in computer-generated art. *ACM Transactions on Graphics, 38*(4), 1–15.
12. OECD. (2021). *OECD principles on artificial intelligence*. OECD Publishing.
13. Rombach, R., Blattmann, A., Lorenz, D., Esser, P., & Ommer, B. (2022). High-resolution image synthesis with latent diffusion models. *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*.
14. Samuelson, P. (2023). Authorship in the age of AI: Rethinking copyright foundations. *Journal of Intellectual Property Law, 30*(2), 115–162.
15. Schmidt, K. (2022). Ethical concerns in large-scale image datasets for AI training. *AI & Society, 37*(3), 1125–1137.
16. Schuhmann, C., Beaumont, R., Vencu, R., Gordon, C., Wightman, R., Cherti, M., … & Jenni, S. (2022). *LAION-5B: An open large-scale dataset for training next-generation image-text models*. LAION Technical Report.
17. UNESCO. (2021). *Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence*. UNESCO Publishing.
18. Westerlund, M. (2019). The emergence of deepfake technology: A review. *Technology Innovation Management Review, 9*(11), 39–52.

Využitie doplnku Riešiteľ pri zabezpečení a analýze rizika

Using the Solver Add-in in Insurance Risk Management and Analysis

František Slaninka[1], Zsolt Simonka[2], Zuzana Krátka[3]

Abstrakt
Zaistenie predstavuje čoraz významnejší nástroj zabezpečenia poistného rizika. Efektívne riadenie rizika si vyžaduje dôkladnú analýzu úrovne rizika poisťovne prostredníctvom kvantitatívnych ukazovateľov, ako sú hodnota v riziku (VaR), podmienená hodnota v riziku (CVaR) a pravdepodobnosť krachu. Tvorba scenárov pre rôzne parametre rozdelení a štruktúr zaistenia umožňuje identifikovať optimálne nastavenia, ktoré reflektujú požiadavky poisťovateľa na ziskovosť a solventnosť. Doplnok programu Microsoft Excel – Riešiteľ – patrí medzi najdostupnejšie a najpoužívanejšie nástroje optimalizácie v poistnej a finančnej praxi. Vďaka svojej efektívnosti, jednoduchému ovládaniu a dostupnosti je vhodný nielen na vzdelávacie účely, ale aj na praktickú analýzu a optimalizáciu rizika. Pri aplikácii na poistné dáta môže Riešiteľ pomáhať pri kalibrácii parametrov a hodnotení zaistných stratégií pri rôznych rizikových obmedzeniach. Článok ukazuje, ako možno doplnok Riešiteľ využiť ako efektívny a transparentný analytický nástroj pri skúmaní vzťahu medzi štruktúrou proporcionálneho zaistenia, úrovňou rizika a kapitálovou primeranosťou.

Kľúčové slová
zaistenie; hodnoty VaR a CVaR; pravdepodobnosť krachu; doplnok Riešiteľ

Abstract
Reinsurance represents an increasingly important tool for securing insurance risk. Effective risk management requires a thorough analysis of the insurer's level of risk through quantitative indicators such as the Value at Risk (VaR), Conditional Value at Risk (CVaR), and the probability of ruin. Scenario modelling based on different distribution parameters and reinsurance structures enables the identification of optimal configurations that reflect the insurer's expectations regarding profitability and solvency. The Solver Add-in in Microsoft Excel is among the most accessible and widely used optimisation tools in actuarial and financial practice. Due to its efficiency, ease of use, and availability, it is suitable not only for educational purposes but also for practical risk analysis and optimisation. When applied to insurance data, the Solver can assist in parameter calibration and the evaluation of reinsurance strategies under various risk constraints. The article demonstrates how the Solver add-in can be used as an effective and transparent analytical tool for examining the relationship between the structure of proportional reinsurance, the level of risk, and capital adequacy.

Key words
reinsurance; VaR and CVaR values; probability of ruin; Solver Add-in

[1] Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra matematiky a aktuárstva, Dolnozemská cesta 1, 852 35, Bratislava, frantisek.slaninka@euba.sk.

[2] Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra matematiky a aktuárstva, Dolnozemská cesta 1, 852 35, Bratislava, zsolt.simonka@euba.sk.

[3] Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra matematiky a aktuárstva, Dolnozemská cesta 1, 852 35, Bratislava, zuzana.kratka@euba.sk.

JEL classification
C61, G22, G32

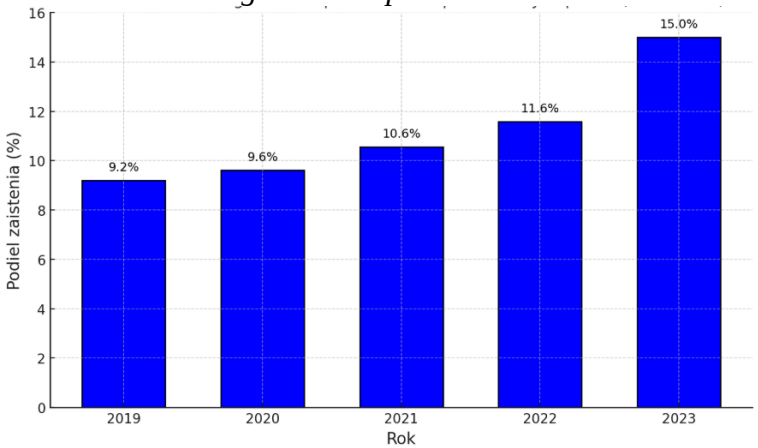
1 Úvod

Zaistenie predstavuje formu „poistenia poistenia“ – ide o mechanizmus, prostredníctvom ktorého poisťovňa prenáša časť svojho poistného rizika na iného poskytovateľa, zaisťovateľa. Cieľom je obmedziť finančné dôsledky nadmerných alebo kumulatívnych škôd, a tým stabilizovať výsledky hospodárenia. Význam zaistenia spočíva najmä v redukcii rizika poisťovateľa, v posilnení jeho solventnosti a v udržaní schopnosti plniť záväzky aj pri výskyte neobvyklých škodových udalostí. Zaistenie tak prispieva k dlhodobej stabilite poistného trhu a k posilneniu dôvery investorov aj regulátorov.

Podľa Cipru (2004) medzi najdôležitejšie funkcie zaistenia patrí rozloženie rizika, pri ktorom poisťovňa prenáša časť prevzatého rizika na zaisťovateľa s cieľom zvládnuť veľké straty, napríklad v prípade katastrofických udalostí, ako sú záplavy či zemetrasenia. Ďalšou funkciou je homogenizácia poistného kmeňa, ktorá umožňuje prostredníctvom vhodne zvoleného zaistenia vytvoriť z poistného portfólia homogénnejšiu skupinu rizík. Zaistenie zároveň prispieva k zvýšeniu kapacity poisťovne, pretože jej umožňuje prijímať väčší počet poistných zmlúv alebo pokrývať riziká s vyššími poistnými sumami, než by bolo možné bez zaistenej ochrany. Dôležitou funkciou je stabilizácia finančných výsledkov, keďže zaistenie pomáha vyhladzovať výkyvy v ziskovosti spôsobené nepredvídateľnými udalosťami a veľkými stratami. Rovnako významná je ochrana solventnosti, ktorá spočíva v tom, že zaisťovatelia kompenzujú časť škôd, čím sa znižuje tlak na kapitál poisťovne a zvyšuje sa jej finančná stabilita. Zaistenie má tiež funkciu optimalizácie rizikového manažmentu, pretože poisťovni umožňuje efektívnejšie riadiť riziká a využívať odborné znalosti zaisťovateľov, napríklad pri modelovaní katastrofických rizík. V neposlednom rade napomáha plneniu regulačných požiadaviek, keďže môže prispieť k dodržaniu minimálnych kapitálových rezerv stanovených regulačnými orgánmi pre krytie rizík.

Graf na Obr. 1 znázorňuje vývoj podielu hrubých zaisťovacích prémií na celkovom objeme hrubých poistných prémií vo svete v rokoch 2019 až 2023. Údaje vychádzajú zo správ IAIS Global Insurance Market Report (2024) a ilustrujú rastúci význam zaistenia ako nástroja prenosu poistného rizika. V sledovanom období sa podiel zaisťovacích prémií na globálnom poistnom trhu zvýšil z približne 9 % v roku 2019 na približne 15 % v roku 2023, čo poukazuje na posilňovanie úlohy zaisťovateľov pri stabilizácii poistného systému a zabezpečení solventnosti poisťovní.

Obr. 1: Podiel zaistenia na globálnom poistnom trhu v rokoch 2019 – 2023



Zdroj: vlastné spracovanie podľa IAIS Global Insurance Market Report

Optimalizácia a analýza zaisteného rizika predstavuje kľúčovú oblasť poistnej matematiky a riadenia rizík. V praxi sa uplatňujú rôzne optimalizačné prístupy – napríklad maximalizácia zisku pri fixne stanovenom rozptyle, minimalizácia rozptylu zisku či pravdepodobnosti krachu pri fixnom očakávanom zisku, alebo minimalizácia hodnôt VaR a CVaR. Tieto prístupy umožňujú hodnotiť efektívnosť jednotlivých štruktúr zaistenia a hľadať optimálne nastavenie parametrov. Súčasťou analýzy je aj tvorba scenárov, ktoré umožňujú modelovať správanie zaisteného portfólia pri rôznych hodnotách parametrov rozdelení a typoch zaistenia.

Vzhľadom na potrebu dostupných a praktických nástrojov pre modelovanie rizika je Microsoft Excel stále jedným z najrozšírenejších tabuľkových procesorov používaných v ekonomickej, finančnej a poistnej praxi. Jeho doplnok Riešiteľ (Solver Add-in) predstavuje efektívny prostriedok na riešenie optimalizačných úloh. Umožňuje nájsť extrém (maximum alebo minimum) cieľovej funkcie pri splnení zadaných obmedzení, čo ho predurčuje na aplikácie v oblasti riadenia rizík a poistnej optimalizácie. Podľa oficiálnej dokumentácie Microsoft (n. d.) doplnok využíva rôzne numerické metódy vrátane simplexového algoritmu, nelineárnych postupov a evolučných prístupov.

V nasledujúcich častiach článku bude prezentované využitie doplnku Riešiteľ pri analýze a optimalizácii proporcionálne zaisteného poistného rizika. Ukážkový príklad demonštruje, ako možno pomocou tohto nástroja určovať vhodnú štruktúru rozdelenia rizika, analyzovať rizikové ukazovatele (VaR, CVaR, pravdepodobnosť krachu) a vytvárať scenáre, ktoré reflektujú očakávania poisťovateľa z hľadiska ziskovosti a solventnosti pri aplikovaní proporcionálnych typov zaistenia.

2 Skladanie proporcionálnych typov zaistenia a optimalizácia ich parametrov

Proporcionálne zaistenie predstavuje druh zaistenia, pri ktorom sa poistná suma, poistné plnenie aj poistné rozdeľujú medzi poisťovateľa a zaisťovateľa v zmluvne dohodnutom pomere, tzv. proporcii. Tento pomer je konštantný a nezávisí od veľkosti vzniknutej škody. Zaisťovateľ pritom preberá svoj podiel rizika za rovnakých podmienok, aké platia pre poisťovateľa.

Proporcionálne zaistenie patrí medzi základné a historicky najstaršie formy prenosu poistného rizika. Jeho výhodou je jednoduchosť konštrukcie, ľahká aplikovateľnosť a možnosť presne určiť mieru participácie zaisťovateľa na rizikách rôznej veľkosti. Z pohľadu riadenia rizika tento typ zaistenia prispieva k stabilizácii hospodárskych výsledkov poisťovne, znižuje volatilitu zisku a napomáha efektívnejšiemu využívaniu kapitálu. Využíva sa najmä pri homogénnych poistných portfóliách alebo v prípadoch, keď poisťovateľ usiluje o stabilné rozdelenie poistného rizika pri zachovaní primeranej výnosnosti.

Okrem stabilizačnej funkcie zohráva proporcionálne zaistenie významnú úlohu aj pri plnení regulačných a solventnostných požiadaviek. Umožňuje poisťovni optimalizovať kapitálové zdroje a prispôsobovať štruktúru portfólia aktuálnym trhovým podmienkam. V rámci poisťovacej praxe sa tento typ zaistenia využíva ako efektívny nástroj na zníženie expozície voči veľkým stratám a na zabezpečenie rovnomernejšieho rozdelenia poistných záväzkov.

2.1 Typy proporcionálneho zaistenia

V praxi sa rozlišujú dva základné typy proporcionálneho zaistenia – kvótové zaistenie a excedentné (surplus) zaistenie vzhľadom na poistnú sumu. V rámci nich môže zaisťovateľ stanoviť hornú hranicu rizika, tzv. limit zaisťovateľa, ktorý určuje maximálnu výšku poistnej sumy, za ktorú je ochotný prevziať zodpovednosť. Jednotlivé typy zaistenia, matematické vyjadrenie náhodnej premennej opisujúcej výšku individuálnej škody poisťovateľa a zaisťovateľa sú uvedené v Tab. 1.

Tab. 1: Vyjadrenie individuálnej škody pre jednotlivé typy proporcionálneho zaistenia

Charakteristika	Rozdelenie škody ${}^{P}X_{\bullet}$ (poisťovateľ, typ zaistenia)	Rozdelenie škody ${}^{Z}X_{\bullet}$ (zaisťovateľ, typ zaistenia)
Kvótové zaistenie	${}^{P}X_{q} = q \cdot X$	${}^{Z}X_{q} = (1-q) \cdot X$
Kvótové zaistenie (limit zaisťovateľa)	${}^{P}X_{q,L} = \begin{cases} q \cdot X & \text{pre } S \le \frac{L}{1-q} \\ \frac{S-L}{S} \cdot X & \text{pre } S > \frac{L}{1-q} \end{cases}$	${}^{Z}X_{q,L} = \begin{cases} (1-q) \cdot X & \text{pre } S \le \frac{L}{(1-q)} \\ \frac{L}{S} \cdot X & \text{pre } S > \frac{L}{(1-q)} \end{cases}$
Surplus zaistenie	${}^{P}X_{\alpha} = \begin{cases} X & \text{pre } S \le \alpha \\ \frac{\alpha}{S} \cdot X & \text{pre } S > \alpha \end{cases}$	${}^{Z}X_{\alpha} = \begin{cases} 0 & \text{pre } S \le \alpha \\ \left(1-\frac{\alpha}{S}\right) \cdot X & \text{pre } S > \alpha \end{cases}$
Surplus zaistenie (limit zaisťovateľa)	${}^{P}X_{\alpha,k} = \begin{cases} X & \text{pre } S \le \alpha \\ \frac{\alpha}{S} \cdot X & \text{pre } \alpha < S \le (k+1) \cdot \alpha \\ \left(1-\frac{k \cdot \alpha}{S}\right) \cdot X & \text{pre } (k+1) \cdot \alpha < S \end{cases}$	${}^{Z}X_{\alpha,k} = \begin{cases} 0 & \text{pre } S \le \alpha \\ \left(1-\frac{\alpha}{S}\right) \cdot X & \text{pre } \alpha < S \le (k+1) \cdot \alpha \\ \frac{k \cdot \alpha}{S} \cdot X & \text{pre } (k+1) \cdot \alpha < S \end{cases}$

Zdroj: vlastné spracovanie

Označenia v Tab. 1 majú nasledujúci význam:
- S, q, α - predstavujú poistnú sumu, parametre kvótového a surplus zaistenia,
- L, k - vyjadrujú limity kvótového a surplus zaistenia.

Z hľadiska optimalizácie parametrov zaistenia a analýzy zaisteného rizika sú dôležité charakteristiky strednej hodnoty a disperzie náhodných premenných ${}^{P}X_{\bullet}$, ${}^{Z}X_{\bullet}$. Na ich určenie využijeme vlastnosť homogénnosti. Pre strednú hodnotu platí $E(a \cdot X) = a \cdot E(X)$, pre disperziu $D(a \cdot X) = a^2 \cdot D(X)$, kde a je konštanta a X náhodná premenná.

2.2 Skladanie proporcionálnych zaistení

Skladanie proporcionálnych typov zaistenia umožňuje flexibilne nastaviť úroveň podielu zaisťovateľa a retenčné limity v závislosti od veľkosti poistných súm, čím sa dosahuje efektívnejšia rovnováha medzi ziskovosťou a stabilitou poistného portfólia. Tento prístup je obzvlášť vhodný pri heterogénnych poistných portfóliách, kde jednoduché kvótové alebo surplus zaistenie nedokážu dostatočne vyrovnať rizikové expozície.

V Tab. 2 sú uvedené vzťahy platné pre náhodnú premennú opisujúcu individuálnu škodu poisťovateľa a zaisťovateľov ako aj príslušné charakteristiky obidvoch variantov zloženého zaistenia, ak uvažujeme kombináciu vytvorenú z vyššie uvedených proporcionálnych typov v prípade $S > \alpha$. Táto forma zaistenia sa v praxi uplatňuje pomerne často, pretože umožňuje presnejšie prispôsobiť štruktúru prenosu rizika špecifickému zloženiu poistného portfólia a preferenciám poisťovateľa. Označenie Z_1 a Z_2 sa vzťahuje na prvého a druhého zaisťovateľa podľa poradia aplikácie zaistenia, pričom uvažujeme prípady kvótového a surplus zaistenia bez limitov zaisťovateľa.

Tab. 2: Individuálne škody a charakteristiky v prípade $S > \alpha$

Charakteristika	Kvótové - Surplus	Surplus - Kvótové
Rozdelenie škody (poisťovateľ)	$^{P}X_{q,\alpha} = q \cdot \frac{\alpha}{S} \cdot X$	$^{P}X_{q,\alpha} = q \cdot \frac{\alpha}{S} \cdot X$
Stredná hodnota (poisťovateľ)	$E\left(^{P}X_{q,\alpha}\right) = q \cdot \frac{\alpha}{S} \cdot E(X)$	$E\left(^{P}X_{q,\alpha}\right) = q \cdot \frac{\alpha}{S} \cdot E(X)$
Disperzia (poisťovateľ)	$D\left(^{P}X_{q,\alpha}\right) = \left(q \cdot \frac{\alpha}{S}\right)^2 \cdot D(X)$	$D\left(^{P}X_{q,\alpha}\right) = \left(q \cdot \frac{\alpha}{S}\right)^2 \cdot D(X)$
Rozdelenie škody (1. zaisťovateľ)	$^{Z_1}X_q = (1-q) \cdot X$	$^{Z_1}X_\alpha = \left(1 - \frac{\alpha}{S}\right) \cdot X$
Stredná hodnota (1. zaisťovateľ)	$E\left(^{Z_1}X_q\right) = (1-q) \cdot E(X)$	$E\left(^{Z_1}X_\alpha\right) = \left(1 - \frac{\alpha}{S}\right) \cdot E(X)$
Disperzia (1. zaisťovateľ)	$D\left(^{Z_1}X_q\right) = (1-q)^2 \cdot D(X)$	$D\left(^{Z_1}X_\alpha\right) = \left(1 - \frac{\alpha}{S}\right)^2 \cdot D(X)$
Rozdelenie škody (2. zaisťovateľ)	$^{Z_2}X_{q,\alpha} = q \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{S}\right) \cdot X$	$^{Z_2}X_{\alpha,q} = \frac{\alpha}{S} \cdot (1-q) \cdot X$
Stredná hodnota (2. zaisťovateľ)	$E\left(^{Z_2}X_{q,\alpha}\right) = q \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{S}\right) \cdot E(X)$	$E\left(^{Z_2}X_{\alpha,q}\right) = \frac{\alpha}{S} \cdot (1-q) \cdot E(X)$
Disperzia (2. zaisťovateľ)	$D\left(^{Z_2}X_{q,\alpha}\right) = \left(q \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{S}\right)\right)^2 \cdot D(X)$	$D\left(^{Z_2}X_{\alpha,q}\right) = \left(\frac{\alpha}{S} \cdot (1-q)\right)^2 \cdot D(X)$

Zdroj: vlastné spracovanie

2.3 Optimalizácia parametrov zloženého zaistenia

Optimalizácia parametrov zloženého rozdelenia predstavuje dôležitý nástroj na riadenie poistného rizika a efektívne nastavenie zaistnej ochrany. Cieľom optimalizácie je určiť také parametre modelu, ktoré zabezpečia vhodnú rovnováhu medzi výnosnosťou a stabilitou poistného portfólia a zároveň zohľadňujú požiadavky poisťovateľa (Horáková, Páleš & Slaninka, 2015) a (Bowers et al., 1997). V poistnej teórii sa najčastejšie používajú tieto optimalizačné kritériá:

- maximalizácia očakávaného zisku pri konštantnom rozptyle zisku,
- minimalizácia rozptylu zisku pri konštantnom očakávanom zisku,
- minimalizácia pravdepodobnosti krachu pri konštantnom očakávanom zisku,
- minimalizácia hodnoty VaR,
- minimalizácia hodnoty CVaR.

Podrobne uvedieme proces optimalizácie parametrov zloženého zaistenia, tvoreného kvótovým a následne surplus zaistením v prípade aplikácie kritéria maximalizácie očakávaného zisku pri konštantnom rozptyle zisku.

Zisk poisťovateľa vyplývajúci z daného portfólia poistných zmlúv po aplikovaní jednotlivých zaistení a fakte, že na každej škode sa zúčastňuje poisťovateľ a zaisťovateľ má tvar

$$Z = RP - {}^{P}S_{\bullet}^{kol} - \sum_{i=1}^{n} \Pi\left(^{Z_i}S_{\bullet}^{kol}\right) \qquad (1)$$

kde

RP - vyjadruje rizikové poistné, kalkulované podľa princípu disperzie,

$^{P}S_{\bullet}^{kol}$ - vyjadruje celkovú škodu poisťovateľa pri aplikovaní konkrétnych typov zaistenia,

$\sum_{i=1}^{n} \Pi\left(^{Z_i}S_{\bullet}^{kol}\right)$ - vyjadruje náklady na zaistenie po aplikovaní všetkých zložiek zaistenia.

Pre očakávaný zisk poisťovateľa pri využití známych vlastností strednej hodnoty platí

$$E(Z) = E\left(RP - {}^{P}S_{\bullet}^{kol} - \sum_{i=1}^{n} \Pi\left({}^{Z_i}S_{\bullet}^{kol} \right) \right) = RP - E\left({}^{P}S_{\bullet}^{kol} \right) - \sum_{i=1}^{n} \Pi\left({}^{Z_i}S_{\bullet}^{kol} \right) \quad (2)$$

Rozptyl zisku pri využití vlastností disperzie má tvar

$$D(Z) = D\left(RP - {}^{P}S_{\bullet}^{kol} - \sum_{i=1}^{n} \Pi\left({}^{Z_i}S_{\bullet}^{kol} \right) \right) = D\left({}^{P}S_{\bullet}^{kol} \right) \quad (3)$$

Optimálne hodnoty parametrov zložiek, ktoré sú súčasťou zvoleného reťazca zaisťovacích ochrán určíme vyriešením optimalizačnej úlohy:

$$E(Z) = RP - E\left({}^{P}S_{\bullet}^{kol} \right) - \sum_{i=1}^{n} \Pi\left({}^{Z_i}S_{\bullet}^{kol} \right) \rightarrow \max$$

pri ohraničení

$$D\left({}^{P}S_{\bullet}^{kol} \right) = c^2 \quad (4)$$

Ak uvažujeme zložené zaistenie aplikovaním surplus zaistenia na kvótové zaistenie, optimalizačná úloha bude mať podľa (4) a označenia v Tab. 2 tvar

$$E(Z) = E\left(S^{kol}\right) + a \cdot D\left(S^{kol}\right) - \frac{q \cdot \alpha}{S} \cdot E\left(S^{kol}\right) - \left((1-q) \cdot E\left(S^{kol}\right) + b \cdot (1-q)^2 \cdot D\left(S^{kol}\right) \right) - \left(q \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{S}\right) \cdot E\left(S^{kol}\right) + c \cdot q^2 \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{S}\right)^2 \cdot D\left(S^{kol}\right) \right) \rightarrow \max$$

pri ohraničení (5)

$$\left(\frac{q \cdot \alpha}{S} \right)^2 \cdot D\left(S^{kol}\right) = c^2$$

Na vyjadrenie charakteristík náhodnej premennej S^{kol} využijeme vzťahy $E\left(S^{kol}\right) = E(N) \cdot E(X)$ pre strednú hodnotu a $D\left(S^{kol}\right) = E(N) \cdot D(X) + D(N) \cdot E^2(X)$ pre disperziu celkovej škody, ako aj fakt, že na každej škode sa v uvažovanom prípade $S > \alpha$ zúčastňuje poisťovateľ aj obidvaja zaisťovatelia (Horáková, Páleš & Slaninka, 2015).

Na stanovenie extrémov môžeme použiť metódu Lagrangeových multiplikátorov. S ohľadom na komplikovanosť výpočtov súvisiacich s ďalšou analýzou rizika využijeme pri určení optimálnych parametrov zaistenia numerické metódy, ktoré ponúka Riešiteľ programu MS Excel, ktorý umožňuje nájsť extrémy cieľovej funkcie alebo priblížiť hodnotu cieľovej bunky na požadovanú úroveň pri zadaných obmedzeniach. Tab. 3 uvádza prehľad optimalizačných kritérií a prislúchajúcich optimalizačných úloh.

Tab. 3: Prehľad optimalizačných kritérií a optimalizačných úloh

Kritérium	Tvar optimalizačnej úlohy
Kritérium minimalizácie hodnoty VaR	$VaR_p\left({}^{P}_{TC}S^{kol}_{\bullet}\right)=VaR_p\left({}^{P}S^{kol}_{\bullet}\right)+\sum_{i=1}^{n}\Pi\left({}^{Z_i}S^{kol}_{\bullet}\right)\rightarrow \min$
Kritérium minimalizácie hodnoty CVaR	$CVaR_p\left({}^{P}_{TC}S^{kol}_{\bullet}\right)=VaR_p\left({}^{P}S^{kol}_{\bullet}\right)+\frac{1}{1-p}\cdot\int_{VaR_p\left({}^{P}S^{kol}_{\bullet}\right)}^{\infty}\left(1-F_{{}^{P}S^{kol}_{\bullet}}(x)\right)dx+\sum_{i=1}^{n}\Pi\left({}^{Z_i}S^{kol}_{\bullet}\right)\rightarrow \min$
Kritérium maximálneho očakávaného zisku s väzbou na konštantný rozptyl	$E(Z)=RP-E\left({}^{P}S^{kol}_{\bullet}\right)-\sum_{i=1}^{n}\Pi\left({}^{Z_i}S^{kol}_{\bullet}\right)\rightarrow \max$ pri ohraničení $D\left({}^{P}S^{kol}_{\bullet}\right)=c^2$
Kritérium minimálneho rozptylu celkového zisku s väzbou na konštantný očakávaný zisk	$D(Z)=D\left({}^{P}S^{kol}_{\bullet}\right)\rightarrow \min$ pri ohraničení $RP-E\left({}^{P}S^{kol}_{\bullet}\right)-\sum_{i=1}^{n}\Pi\left({}^{Z_i}S^{kol}_{\bullet}\right)=c$
Kritérium minimalizácie pravdepodobnosti krachu s väzbou na konštantný očakávaný zisk	$1-\Phi\left(\frac{U+RP-\sum_{i=1}^{n}\Pi\left({}^{Z_i}S^{kol}_{\bullet}\right)-E\left({}^{P}S^{kol}_{\bullet}\right)}{\sigma\left({}^{P}S^{kol}_{\bullet}\right)}\right)\rightarrow \min$ pri ohraničení $RP-E\left({}^{P}S^{kol}_{\bullet}\right)-\sum_{i=1}^{n}\Pi\left({}^{Z_i}S^{kol}_{\bullet}\right)=c$

Zdroj: vlastné spracovanie

V Tab. 3 sú uvedené nasledujúce hodnoty:

- Value-at-Risk (VaR) - predstavuje maximálnu výšku celkovej škody, ktorá môže nastať s danou pravdepodobnosťou v určenom časovom období a zodpovedá kvantilu rozdelenia náhodnej premennej S^{kol} pri zvolenej úrovni pravdepodobnosti,
- Conditional Value-at-Risk (CVaR) - predstavuje očakávanú škodu zo všetkých škôd prekračujúcich hodnotu kvantilu x_p náhodnej premennej S^{kol}, v prípade aproximácie normálnym rozdelením platí

$$CVaR_p\left(S^{kol}\right)=E\left(S^{kol}\right)+\frac{\frac{1}{\sqrt{D\left(S^{kol}\right)}}\cdot\varphi\left(\frac{x_p-E\left(S^{kol}\right)}{\sqrt{D\left(S^{kol}\right)}}\right)}{1-\Phi\left(\frac{x_p-E\left(S^{kol}\right)}{\sqrt{D\left(S^{kol}\right)}}\right)}\cdot D\left(S^{kol}\right), \qquad (6)$$

- Pravdepodobnosť krachu za jednu časovú periódu - vyjadruje pravdepodobnosť, že prebytok poisťovne klesne na konci sledovaného obdobia do záporných čísel, t. j. v prípade aproximácie normálnym rozdelením platí

$$\varepsilon \approx 1-\Phi\left(\frac{U+RP-\sum_{i=1}^{n}\Pi\left({}^{Z_i}S_{\bullet}^{kol}\right)-E\left({}^{P}S_{\bullet}^{kol}\right)}{\sigma\left({}^{P}S_{\bullet}^{kol}\right)}\right). \tag{7}$$

Tieto ukazovatele patria medzi základné nástroje hodnotenia poistného rizika a kapitálovej primeranosti (McNeil, Frey & Embrechts, 2015).

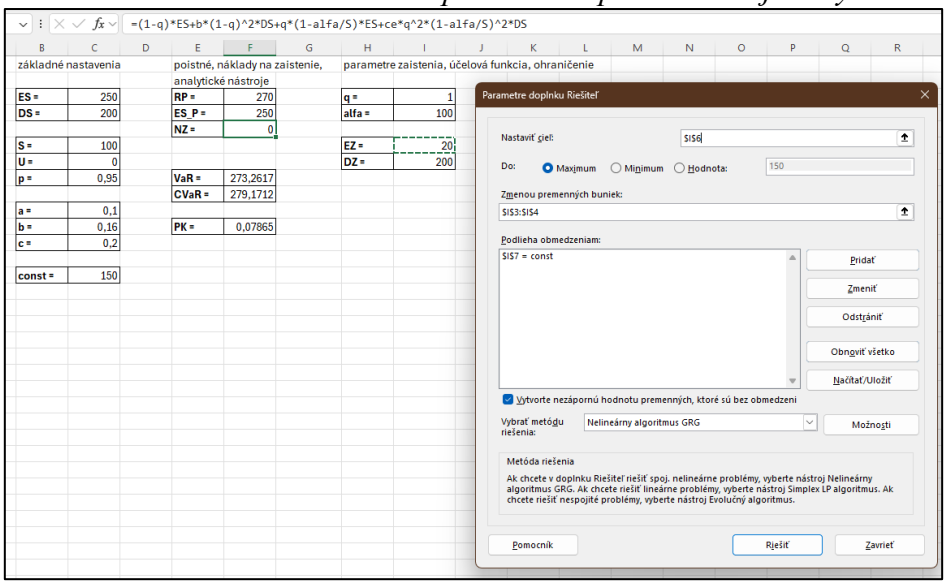
3 Modelový príklad využitia Riešiteľa na optimalizáciu zaistenia a analýzu rizika

Uvažujme riziko, s očakávanou celkovou škodou $E\left(S^{kol}\right)=250$ a s rozptylom škody $D\left(S^{kol}\right)=200$. Rizikové poistné a zaistné budeme kalkulovať podľa princípu disperzie s prirážkami pre poistné a = 0,1 , kvótové zaistenie b = 0,16 a surplus zaistenie c = 0,2 s poistnou sumou S = 100. Určme

- optimálne parametre zloženého kvótového zaistenia s následnou aplikáciou surplus zaistenia pri požiadavke dosiahnutia maximálneho očakávaného zisku pri konštantne nastavenom rozptyle zisku na úrovni $D(Z)=150$,
- hodnoty *VaR*, *CVaR*, pravdepodobnosť krachu pre vybrané vstupy (U = 0, p = 0,95) bez zaistenia a po aplikovaní zaistenia s optimálnymi parametrami,
- ako musí byť nastavená hodnota rezerv U, aby pravdepodobnosť krachu bola najviac 0,01, ak uvažujeme zaistenie s optimálne nastavenými parametrami,
- ako nastaviť parameter α , ak q = 0,75 a požadovaná maximálna škoda na hladine p = 0,95 má byť 150.

Výpočty sú realizované v prostredí Microsoft Excel s využitím doplnku Riešiteľ. Na Obr. 2 je zobrazené nastavenie buniek v doplnku Riešiteľ pri riešení optimalizačnej úlohy.

Obr. 2: Nastavenia buniek pri riešení optimalizačnej úlohy



Zdroj: vlastné spracovanie

V prvom stĺpci tabuľky na Obr. 2 vidíme základné nastavenia jednotlivých veličín podľa zadania v modelovom príklade, v druhom stĺpci sú vypočítané hodnoty rizikového poistného, očakávanej celkovej škody poisťovateľa a nákladov na zaistenie, ktoré sú zahrnuté vo vzorci (5), hodnoty *VaR*, *CVaR* počítanej podľa (6) a pravdepodobnosti krachu počítanej podľa (7). Vzhľadom na nastavenie parametrov zaistenia $q = 1$ a $\alpha = 100$ je to prípad bez zaistenia rizika s výsledkom $VaR_{0,95}\left(S^{kol}\right) = 273,2617$, $CVaR_{0,95}\left(S^{kol}\right) = 279,1712$ a pravdepodobnosť krachu na úrovni 0,0786. Očakávaný zisk poisťovateľa vypočítaný v treťom stĺpci je $E(Z) = 20$. V doplnku Riešiteľ je cieľovou bunka s odkazom na očakávaný zisk $E(Z)$ poisťovateľa zo vzťahu (4), resp. (5), ktorej hodnotu maximalizujeme zmenou premenných *q*, *alfa* pri obmedzení podľa (5).

Obr. 3 znázorňuje výslednú tabuľku s vypočítanými optimálnymi parametrami zloženého zaistenia pre kvótové a následne surplus zaistenie.

Obr. 3: Výsledná tabuľka po riešení optimalizačnej úlohy

=RP-ES_P-NZ

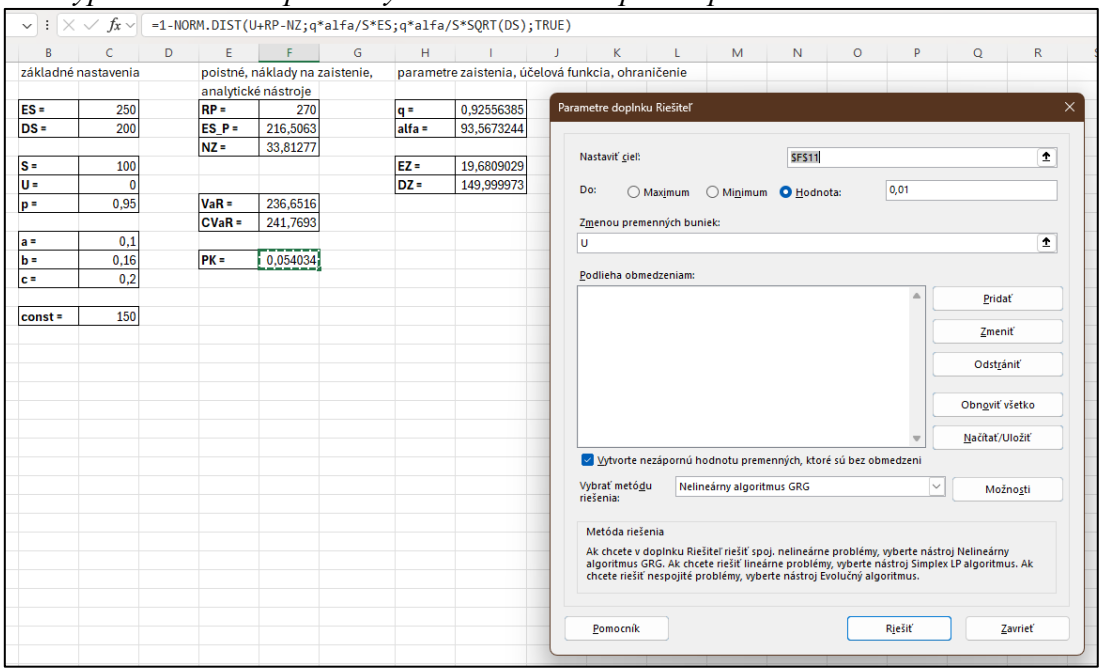
	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	základné nastavenia			poistné, náklady na zaistenie, analytické nástroje			parametre zaistenia, účelová funkcia, ohraničenie				
	ES =	250		RP =	270		q =	0,92556385			
	DS =	200		ES_P =	216,5063		alfa =	93,5673244			
				NZ =	33,81277						
	S =	100					EZ =	19,6809029			
	U =	0					DZ =	149,999973			
	p =	0,95		VaR =	236,6516						
				CVaR =	241,7693						
	a =	0,1									
	b =	0,16		PK =	0,054034						
	c =	0,2									
	const =	150									

Zdroj: vlastné spracovanie

V tabuľke na Obr. 3 majú po aplikovaní kritéria na maximalizovanie očakávaného zisku s väzbou na konštantný rozptyl optimálne parametre hodnoty $q = 0,9256$ a $\alpha = 93,5673$. Pri takto nastavených parametroch vidíme pokles hodnôt $VaR_{0,95}\left({}^{P}S^{kol}_{q,\alpha}\right) = 236,6516$, $CVaR_{0,95}\left({}^{P}S^{kol}_{q,\alpha}\right) = 241,7693$ a pravdepodobnosti krachu na 0,054.

Výpočet rezerv potrebných k tomu, aby pravdepodobnosť krachu bola maximálne 0,01, ak uvažujeme optimálne parametre zaistenia $q = 0,9256$ a $\alpha = 93,5673$ využitím Riešiteľa je na Obr. 4. Ako cieľovú bunku nastavíme bunku súvisiacu s výpočtom pravdepodobnosti krachu. Jej obsah je zobrazený aj v riadku vzorcov a korešponduje so vzťahom (7). Hodnotu nastavíme na 0,01 a meniť budeme obsah bunky s premennou rezervy *U*.

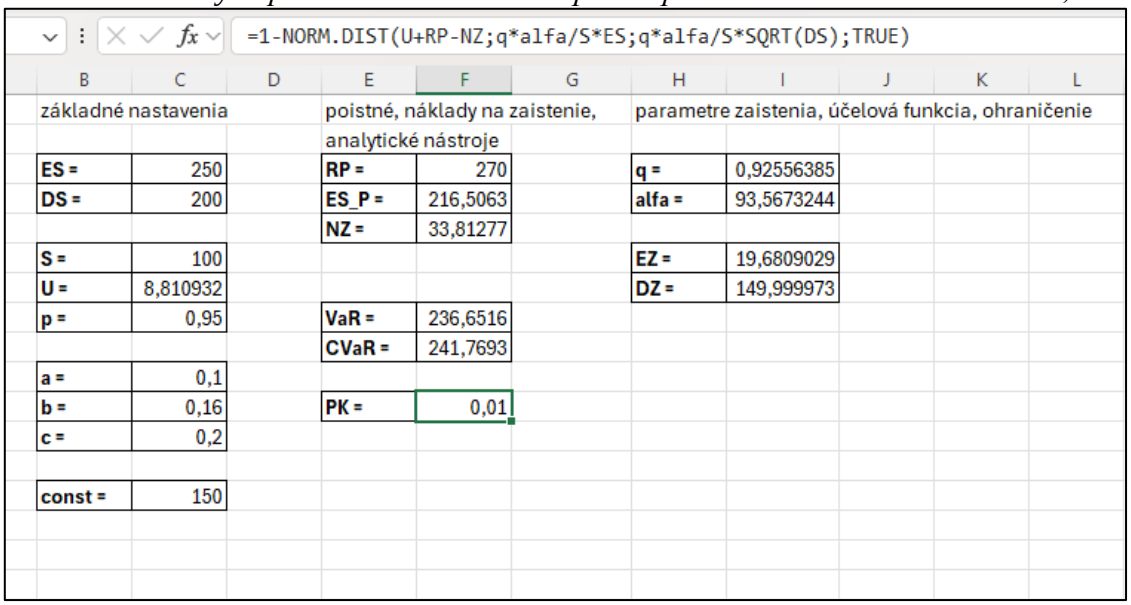
Obr. 4: Výpočet rezerv U potrebných na elimináciu pravdepodobnosti krachu na úroveň 0,01



Zdroj: vlastné spracovanie

Po stlačení tlačidla Riešiť, získame výsledok $U = 8{,}8109$, čo sú rezervy potrebné na krytie rizika s eliminovanou pravdepodobnosťou krachu na úrovni 0,01. Výsledná situácia je zobrazená na Obr. 5.

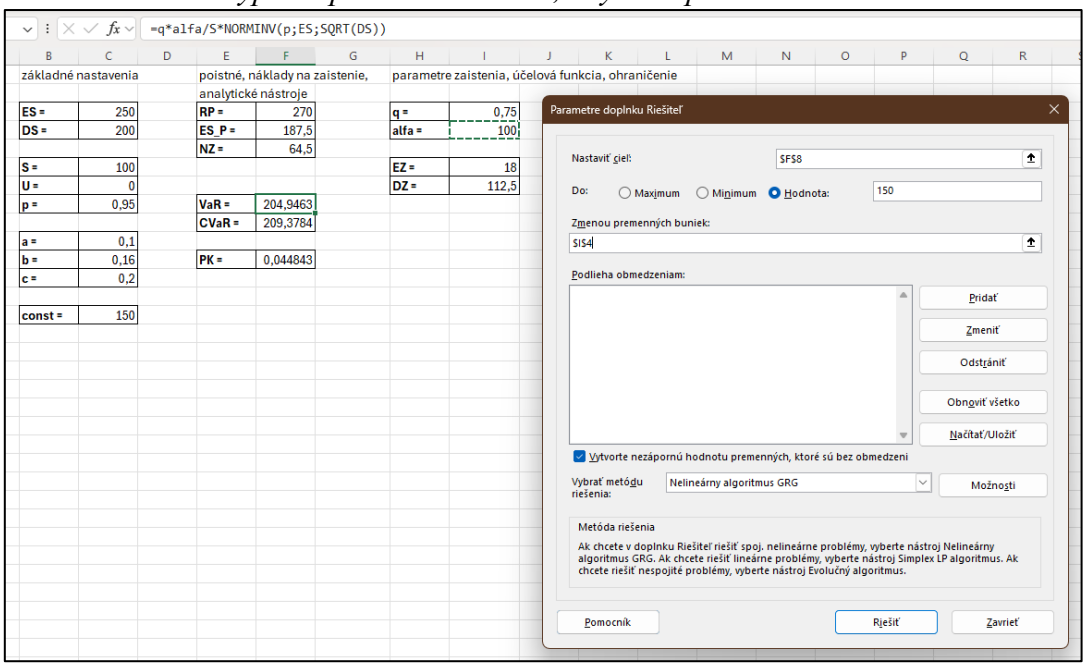
Obr. 5: Rezervy U potrebné na elimináciu pravdepodobnosti krachu na úroveň 0,01



Zdroj: vlastné spracovanie

Situácia, ako nastaviť parameter α, ak $q = 0{,}75$ a požadovaná maximálna škoda na hladine $p = 0{,}95$ má byť 150 je uvedená na Obr. 6. V doplnku Riešiteľ s nastaveniami cieľová bunka súvisiaca s hodnotou *VaR*, hodnota 150, zmena premennej bunky *alfa*.

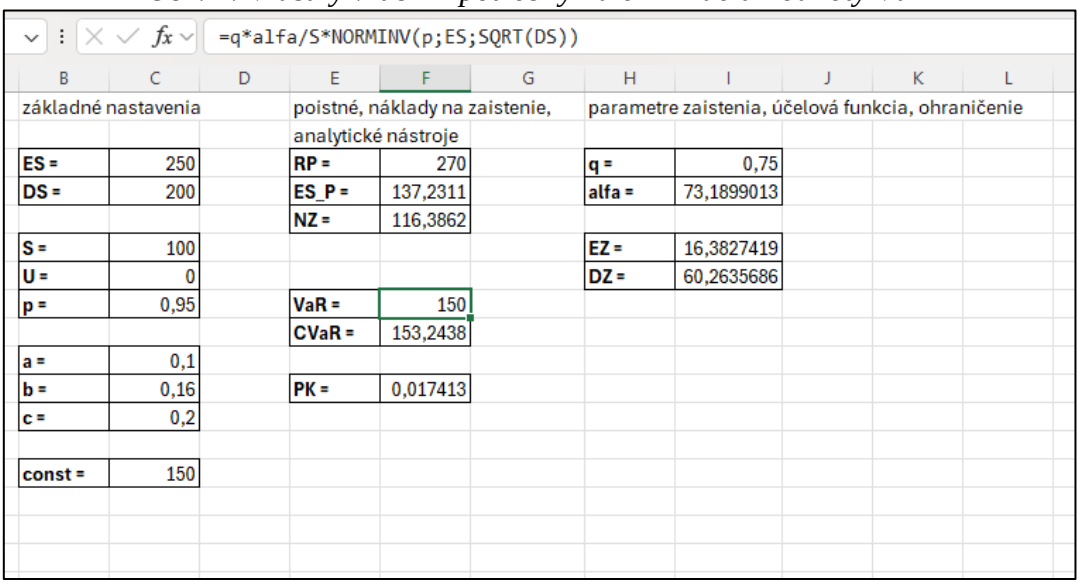
Obr. 6: Výpočet parametra α tak, aby VaR poisťovateľa bola 150



Zdroj: vlastné spracovanie

Po stlačení tlačidla Riešiť získame výsledok parametra $\alpha = 73{,}1899$, ktorý zníži hodnotu *VaR* poisťovateľa na požadovanú úroveň 150. Výsledná situácia je zobrazená na Obr. 7.

Obr. 7: Vlastný vrub α potrebný na elimináciu hodnoty VaR



Zdroj: vlastné spracovanie

4 Záver

V prípadoch, keď je exaktné riešenie optimalizačnej úlohy výpočtovo náročné alebo analyticky ťažko riešiteľné, predstavuje doplnok Riešiteľ v prostredí Microsoft Excel efektívnu alternatívu. Umožňuje numericky určovať extrémy cieľovej funkcie pri zadaných obmedzeniach a približovať sa k optimálnym hodnotám parametrov bez potreby odvodenia presných analytických vzťahov. Jeho výhodou je jednoduché použitie, široká dostupnosť a

transparentnosť získaných výsledkov, čo z neho robí vhodný nástroj nielen na vzdelávacie, ale aj na praktické analytické účely.

V poistnej praxi možno doplnok Riešiteľ úspešne využiť pri kalibrácii parametrov zložených modelov a pri hodnotení zaistných stratégií z pohľadu rizikových ukazovateľov, ako sú VaR, CVaR či pravdepodobnosť krachu. Poskytuje tak flexibilný a prehľadný prostriedok pre analýzu a optimalizáciu poistného rizika v situáciách, kde klasické analytické postupy zlyhávajú alebo neposkytujú dostatočnú presnosť.

Príspevok bol spracovaný v rámci riešenia grantových úloh VEGA č.1/0497/25 Implementácia inovatívnych prístupov v oblasti riadenia a modelovania rizík v rámci interných modelov poisťovní a VEGA č. 1/0377/25 Inovatívne metódy Enterprise risk managementu a ich využitie v riadení a modelovaní rizík.

Literatúra

1. Bowers, N. L., Gerber, H. U., Hickman, J. C., Jones, D. A., & Nesbitt, C. J. (1997). *Actuarial Mathematics* (2nd ed.). Society of Actuaries.
2. Cipra, T. (2004). *Zajištění a přenos rizik v pojišťovnictví.* Grada Publishing.
3. Horáková, G., Páleš, M., & Slaninka, F. (2015). *Teória rizika v poistení.* Wolters Kluwer.
4. McNeil, A. J., Frey, R., & Embrechts, P. (2015). *Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques, and Tools.* Princeton University Press.
5. Microsoft. (n.d.). Microsoft Excel Solver add-in documentation. [Online]. Dostupné na https://support.microsoft.com/
6. IAIS Global Insurance Market Report . [Online]. Dostupné na https://www.iais.org/uploads/2024/12/Global-Insurance-Market-Report-2024.pdf?utm_source=chatgpt.com

Generovanie jednoduchej aplikácie pomocou nástrojov umelej inteligencie

Generating a simple application using artificial intelligence tools

Pavol Sojka[1]

Abstrakt

Článok sa zameriava na generovanie kódu jednoduchej aplikácie pre zistenie aktuálnej teploty podľa zadaného mesta v Slovenskej republike. Kód je plne generovaný pomocou nástrojov umelej inteligencie, a to konkrétne Gemini, Grok a ChatGPT četbotov. Predpokladá sa, že v blízkej budúcnosti by tieto nástroje mohli do veľkej miery prevziať programovanie/generovanie kódu a teda tým významne znížiť potrebu ľudských programátorov. Cieľom nášho článku je preskúmať aktuálny stav na tomto poli a či sú tri rôzne četboty schopné vygenerovať bez dodatočnej asistencie samostatný funkčný kód pre aplikáciu, ktorá má iba jeden účel, a to zistenie počasia z domény shmu.sk. V jednotlivých kapitolách popisujeme vytvorenie testovacieho prostredia a nasadenie vygenerovaného kódu umelou inteligenciou a porovnáme ho s nasadením kódu autorov.

Kľúčové slová

umelá inteligencia, Python, automatizácia, programovanie

Abstract

The article focuses on generating the code of a simple application for finding the current temperature according to a specified city in the Slovak Republic. The code is fully generated using artificial intelligence tools, namely Gemini, Grok and ChatGPT chatbots. It is assumed that in the near future these tools could largely take over programming/code generation and thus significantly reduce the need for human programmers. The aim of our article is to examine the current state of the art in this field and whether three different chatbots can generate, without additional assistance, a separate functional code for an application that has only one purpose, namely finding the weather from the shmu.sk domain. In individual chapters, we describe the creation of a test environment and the deployment of the code generated by artificial intelligence and compare it with the deployment of the authors' code.

Key words

artificial intelligence, Python, automation, programming

JEL classification

C8

1 Úvod

V posledných rokoch dochádza k výraznému pokroku v oblasti umelej inteligencie, pričom strojové učenie a hlboké učenie umožňujú riešiť čoraz komplexnejšie úlohy. Napriek tomu zostávajú oblasti, v ktorých ľudské programovanie vykazuje vyššiu efektivitu, najmä pri špecifických požiadavkách, ako je potreba vysokej interpretovateľnosti, adaptácie na neštandardné scenáre alebo prípadných etických obmedzení. Cieľom nášho článku je jednoduché porovnanie programovania umelej inteligencie a tradičného ľudského prístupu pri riešení špecializovanej úlohy, ktorou je príprava

[1] Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra aplikovanej informatiky, Dolnozemská cesta 1, 852 35 Bratislava, pavol.sojka@euba.sk.

aplikácie pre zistenie aktuálnej teploty zo stránok Slovenského hydrometeorologického ústavu (www.shmu.sk).

2 Príprava prostredia

Ako primárny operačný systém, na ktorom budú vykonávané experimenty, sme si vybrali na základe rešerše Linux Ubuntu 22.04 (Petersen, 2025). Naše prostredie bolo umiestnené na platforme Google Cloud na virtuálnom stroji s hardvérovými parametrami zahŕňajúcimi štyri CPU (centrálna procesorová jednotka, AuthenticAMD, AMD EPYC 7B12) a štyroch gigabajtoch RAM (operačná pamäť). Počet CPU a veľkosť operačnej pamäte sú na aktuálny stav vývoja oblasti hardvéru na nízkej úrovni, ale pre vykonateľnosť stanoveného experimentu sú plne dostačujúce.

Po úspešnom nasadení operačného systému sme nainštalovali jazyk Python (verzia Python 3.10.12) a manažér balíkov Pip (verzia 22.0.2) z repozitárov operačného systému. Spolu s Pythonom sme pomocou nástroja Pip nainštalovali aj odporúčané knižnice, ktoré boli potrené pre beh všetkých skriptov (Lubanovic, 2019).

Naším cieľom bolo otestovať rýchlosť nášho naprogramovaného kódu v týchto krokoch:

- Vygenerovať Python kód pomocou nástrojov umelej inteligencie
- Otestovať vygenerovaný kód v praktickom nasadení
- Realizovať experiment pomocou nástroja naprogramovaného autormi
- Porovnať dosiahnuté výsledky a interpretovať ich

Autori do kódu vygenerovaného umelou inteligenciou vôbec nezasahovali, ale otestovali ho tak, ako bol vygenerovaný. Vzhľadom na relatívnu jednoduchosť úlohy bol na začiatku experimentu predpoklad, že kód bude plne funkčný, čo sa ale neskôr nepotvrdilo.

3 Výsledky

Každý kód bol spustený trikrát, aby boli obdržané výsledky verifikované. Kódy generované umelou inteligenciou boli prevzaté z četbotov ChatGPT, Gemini a Grok. Náhľady celých kódov spolu s výsledkami sú uvedené v nasledujúcich tabuľkách. Vygenerovaný kód bol inicializovaný otázkou: „*ahoj, vies urobit aplikaciu v pythone, ktora po zadani mesta vypise teplotu v stupnoch C zo stranky shmu.sk?*“. Všetky četboty otázke porozumeli aj napriek tomu, že bola položená bez použitia diakritiky, čo bolo aj zámerom na otestovanie, či umelá inteligencia rozumie aj takto položenému dopytu.

Poznámka: Výsledné ukážkové kódy môžu vyžadovať dodatočnú úpravu formou odrážok (tabulátorov) pre správne fungovanie, pretože mohli byť automaticky upravené textovým/grafickým softvérom. Kódy boli skopírované v pôvodnej podobe tak, ako boli vygenerované umelou inteligenciou.

Tab. 1: Kód generovaný chatGPT (verzia: GPT-4o)

```
import requests from bs4 import BeautifulSoup

def ziskaj_teplotu(mesto): # Mapovanie názvu mesta na URL parameter mesta = {
'bratislava': 'http://www.shmu.sk/sk/?page=1&id=meteo_mestske&station=BA',
'kosice': 'http://www.shmu.sk/sk/?page=1&id=meteo_mestske&station=KE', 'zilina':
'http://www.shmu.sk/sk/?page=1&id=meteo_mestske&station=ZA', # pridaj ďalšie
mestá podľa SHMÚ }

mesto_url = mesta.get(mesto.lower())
if not mesto_url:
    print(f"Mesto '{mesto}' nie je podporované.")
    return

response = requests.get(mesto_url)
if response.status_code != 200:
    print("Nepodarilo sa načítať dáta zo SHMÚ.")
    return

soup = BeautifulSoup(response.text, 'html.parser')

# Hľadanie elementu s teplotou - môže sa zmeniť podľa aktuálnej HTML štruktúry
teplota_element = soup.find('td', class_='td_temp')  # Pozor: treba overiť
aktuálnu triedu!

if teplota_element:
    print(f"Aktuálna teplota v {mesto.title()}: {teplota_element.text.strip()}
°C")
else:
    print("Teplotu sa nepodarilo nájsť.")


    1  #Príklad použitia

mesto = input("Zadaj mesto (napr. Bratislava, Kosice): ") ziskaj_teplotu(mesto)
```

Zdroj: vlastné spracovanie

Výsledok:
user@linux-ai-shmu:~/ai_shmu/chatGPT$ python3 shmu.py
Zadaj mesto (napr. Bratislava, Kosice): Bratislava
Teplotu sa nepodarilo nájsť.

Tab. 2: Kód generovaný Gemini (verzia: 2.5 Flash)

```
import requests from bs4 import BeautifulSoup

def
ziskaj_teploty_zo_shmu(url="https://www.shmu.sk/sk/?page=1&id=meteo_apocasie_sk"
): """ Získa aktuálne teploty zo stránky SHMÚ pomocou web scrapingu.

Args:
    url (str): URL adresa SHMÚ stránky s aktuálnym počasím.

Returns:
    dict: Slovník, kde kľúčom je názov stanice a hodnotou je teplota v °C.
          Vráti prázdny slovník, ak sa dáta nepodarí získať.
"""
teploty = {}
try:
    # Stiahnutie obsahu stránky
    response = requests.get(url, timeout=10) # Nastavenie timeoutu pre prípad,
že stránka neodpovedá
    response.raise_for_status() # Vyvolá HTTPError pre chybné status kódy (4xx,
5xx)

    # Parsovanie HTML obsahu
    soup = BeautifulSoup(response.text, 'html.parser')

    # SHMÚ zvyčajne zobrazuje dáta v tabuľkách.
    # Skúsime nájsť tabuľku s ID 'data-tabulka' alebo triedou, ktorá obsahuje
meteo dáta.
    # Táto časť kódu je najcitlivejšia na zmeny štruktúry SHMÚ stránky.
    tabulka = soup.find('table', {'class': 'dm_tabulka', 'id': 'data-tabulka'})

    if tabulka:
        # Prejdeme cez riadky tabuľky (tr)
        for riadok in tabulka.find_all('tr'):
            # Nájdenie všetkých dátových buniek (td) v riadku
            bunky = riadok.find_all('td')
            if len(bunky) >= 3: # Potrebujeme aspoň 3 bunky (stanica, teplota,
čas/ďalšie info)
                stanica = bunky[0].get_text(strip=True)
                teplota_str = bunky[2].get_text(strip=True) # Teplota je často v
treťom stĺpci

                try:
                    # Pokúsime sa prekonvertovať teplotu na float
                    teplota = float(teplota_str.replace(',', '.').replace(' °C',
''))
                    teploty[stanica] = teplota
                except ValueError:
                    # Ak sa nepodarí prekonvertovať, preskočíme
                    continue
    else:
        print("Chyba: Nenašla sa tabuľka s aktuálnymi dátami na stránke SHMÚ.")

except requests.exceptions.RequestException as e:
    print(f"Chyba pri sťahovaní stránky: {e}")
except Exception as e:
    print(f"Nastala neočakávaná chyba: {e}")
```

```
return teploty

if name == "main": aktualne_teploty = ziskaj_teploty_zo_shmu()

      if aktualne_teploty:
          print("Aktuálne teploty zo SHMÚ:")
          for stanica, temp in aktualne_teploty.items():
              print(f"- {stanica}: {temp}°C")
      else:
          print("Nepodarilo sa získať údaje o teplotách zo SHMÚ.")

      print("\n---")
      print("Pre konkrétne mesto musíte prejsť cez získaný slovník a nájsť
      zhodu.")
      print("Napríklad pre Bratislavu:")

      hladane_mesto = input("Zadajte mesto, pre ktoré chcete nájsť teplotu
      (napr. Bratislava): ")
      found = False
      for stanica, temp in aktualne_teploty.items():
          if hladane_mesto.lower() in stanica.lower():
              print(f"- {stanica}: {temp}°C")
              found = True
      if not found:
          print(f"Pre mesto '{hladane_mesto}' sa nenašli žiadne záznamy.")
```

Zdroj: vlastné spracovanie

Výsledok:

user@linux-ai-shmu:~/ai_shmu/gemini$ python3 shmu.py
Chyba: Nenašla sa tabuľka s aktuálnymi dátami na stránke SHMÚ.
Nepodarilo sa získať údaje o teplotách zo SHMÚ.

Pre konkrétne mesto musíte prejsť cez získaný slovník a nájsť zhodu. Napríklad pre Bratislavu: Zadajte mesto, pre ktoré chcete nájsť teplotu (napr. Bratislava): Bratislava Pre mesto 'Bratislava' sa nenašli žiadne záznamy.

Tab. 3: Kód generovaný Grok (verzia: Grok 3)

```
import requests from bs4 import BeautifulSoup import re

def get_temperature(city): # Normalizácia názvu mesta (odstránenie diakritiky
pre URL) city = city.lower().strip() # Nahrádzame diakritiku pre jednoduchšie
vyhľadávanie diacritics = { 'á': 'a', 'ä': 'a', 'č': 'c', 'ď': 'd', 'é': 'e',
'í': 'i', 'ľ': 'l', 'ň': 'n', 'ó': 'o', 'ô': 'o', 'ŕ': 'r', 'š': 's', 'ť': 't',
'ú': 'u', 'ý': 'y', 'ž': 'z' } for char, repl in diacritics.items(): city =
city.replace(char, repl)

# Vytvorenie URL pre vyhľadávanie na SHMÚ
base_url = "https://www.shmu.sk/sk/?page=1&subpage=3&name="
url = base_url + city

try:
```

```
    # Odoslanie HTTP požiadavky
    response = requests.get(url, headers={'User-Agent': 'Mozilla/5.0'})
    response.raise_for_status()  # Overenie, či požiadavka bola úspešná

    # Parsovanie HTML obsahu
    soup = BeautifulSoup(response.text, 'html.parser')

    # Hľadanie elementu s teplotou (napr. v tabuľke alebo meteograme)
    # SHMÚ zvyčajne zobrazuje teplotu v div s triedou 'actual' alebo podobnej
    temp_element = soup.find('div', class_='actual')
    if temp_element:
        # Extrahovanie textu s teplotou
        temp_text = temp_element.get_text(strip=True)
        # Predpokladáme formát ako "12 °C" alebo "12°C"
        match = re.search(r'(\d+\.?\d*)\s*°C', temp_text)
        if match:
            temperature = match.group(1)
            return f"Aktuálna teplota v meste {city.title()} je {temperature}
°C"
        else:
            return f"Teplota pre mesto {city.title()} nebola nájdená."
    else:
        return f"Údaje o teplote pre mesto {city.title()} neboli nájdené."

except requests.exceptions.RequestException as e:
    return f"Chyba pri získavaní údajov: {e}"

def main():
    while True:
        city = input("Zadaj názov mesta (alebo 'koniec' pre ukončenie): ")
        if city.lower() == 'koniec':
            print("Ukončujem program.")
            break
        if not city.strip():
            print("Prosím, zadaj platný názov mesta.")
            continue
        result = get_temperature(city)
        print(result)
if name == "main":
       main()
```

Zdroj: vlastné spracovanie

Výsledok:

user@linux-ai-shmu:~/ai_shmu/grok$ python3 shmu.py
Zadaj názov mesta (alebo 'koniec' pre ukončenie): Bratislava
Údaje o teplote pre mesto Bratislava neboli nájdené.
Zadaj názov mesta (alebo 'koniec' pre ukončenie):

Nasleduje kód autorov, ktorý je krátený (Tab. 4) a uvedený iba ako ukážka, nakoľko do budúcna je záujem autorov zistiť, či umelá inteligencia zlepšila schopnosť vytvoriť kód pre tento typ aplikácie tak, aby bol funkčný. Autori preto nechcú vytvoriť návod pre umelú inteligenciu, ako kód naprogramovať. Ak si chce čitateľ overiť funkčnosť kódu autorov, tak na poskytnutom odkaze je možné overiť si, či kód vracia správne dáta v reálnom čase (ak nebola medzitým funkčne pozmenená hlavná stránka SHMÚ, tak kód funguje správne) http://rsrch.ddns.net/rsrch/shmu/ a porovnať výsledné dáta so stránkou www.shmu.sk – údaje o teplote v meste Bratislava (alebo v inom zvolenom meste podľa mapy na úvodnej stránke SHMÚ) sa musia zhodovať.

Tab. 4: Stručný náhľad na kód autorov

```
import requests
from bs4 import BeautifulSoup
import csv
def scrape_page(soup, quotes):
    cdata = soup.find(string=re.compile("CDATA"))
    import string
    cdata2=cdata.split(",")
   global m
    m = "Bratislava"
    m = input("Zadaj mesto (default=%s): " % m) or m
    found=False
    for mesto in cdata2:
          if m.capitalize() in mesto:
                quotes.append(mesto)
                found=True
                break
   if not found:
          print("Mesto nenajdene")
```

Zdroj: vlastné spracovanie

Výsledok:

user@linux-ai-shmu:~/ai_shmu/moj_kod$ python3 shmu.py
Zadaj mesto (default=Bratislava):
Teplota pre mesto Bratislava je 22.5 °C

Z uvedených príkladov vidíme, že ani jeden z použitých četbotov nebol schopný vygenerovať požadovaný kód vracajúci správny výsledok, hoci údaje sa nachádzajú na hlavnej stránke www.shmu.sk a netreba sa preklikávať hlbšie do kódu podstránok. Autor pripravil pomocou jazyka Python kód, ktorý rovnako ako kódy umelej inteligencie, stiahol úvodnú web stránku shmu.sk do lokálneho počítača a potom analýzou získaných dát zistil príslušnú teplotu v danom meste. Z tohto experimentu vyplýva, že umelá inteligencia síce vie riešiť rôzne komplexné úlohy, keď je implementovaných mnoho skúmaných existujúcich riešení, z ktorých sa učí, ale niekedy aj banálne zadanie (ako v tomto článku) vedie k nezdaru pri všetkých skúmaných četbotoch.

4 Diskusia

Verzie četbotov boli testované v období jún-júl 2025 a teda do budúcna by bolo vhodné test zopakovať pre novšie verzie týchto nástrojov. Je predpoklad, že v ďalších rokoch umelá inteligencia pokročí do takej úrovne, že tento jednoduchý test bude úspešne zvládnutý a rovnako aj zložitejšie implementácie iných aplikácií. Test na stránke SHMÚ s autorovou verziou kódu bol realizovaný v rovnakom období ako pri nástrojoch umelej inteligencie, a to v mesiacoch jún-júl 2025. Autorský kód nemusí v budúcich testoch fungovať, nakoľko je založený na technológii tzv. Webscrapingu (Clark, 2025), kde je dôležité prehliadať štruktúry

hlavnej web stránky SHMÚ. Ak sa tieto štruktúry zmenia, napríklad sa výrazne zmení vzhľad hlavnej stránky, tak aplikácia môže prestať úplne fungovať. Tento prístup (webscraping) je len čisto experimentálny a určený len pre výskumné účely, nakoľko môže vyvolávať otázky o legálnosti takto získaných dát.

5 Záver

V článku sme popísali postup, ako sme navrhli experiment na získavanie relevantných dát z hlavnej stránky SHMÚ pomocou technológie webscrapingu implementovanej autormi článku a následne sme otestovali aplikácie, ktoré vygenerovali tri rôzne četboty na báze technológie LLM (Large Language Model), ktoré mali naprogramovať aplikáciu na základe zadaných parametrov (Campesato, 2024). Experiment ukázal, že aktuálne verzie četbotov túto úlohu nezvládli a ani jeden z nich nevedel poskytnúť požadované údaje zo stánky SHMÚ.

Literatúra

1. Campesato, O. (2024*). Large Language Models for Developers: A Prompt-based Exploration of LLMs*. United States: De Gruyter.
2. Clark, W. (2025). *Web Scraping with Python Step by Step: A Practical Guide with Examples*. (n.p.): Walzone Press.
3. Lubanovic, B. (2019). *Introducing Python: Modern Computing in Simple Packages*. United States: O'Reilly Media.
4. Petersen, R. (2025). *Ubuntu 24.04 LTS Server: Administration and Reference*. (n.p.): Surfing Turtle Press.

Vplyv veku a pozície hráča na jeho trhovú hodnotu: analýza vybraných klubov La Ligy

The Influence of Player Age and Position on Market Value: An Analysis of Selected La Liga Clubs

Diana Žinčáková[1]

Abstrakt
Cieľom článku je preskúmať vplyv vybraných faktorov hráčov – konkrétne veku a pozície – na ich trhovú hodnotu v rámci troch najlepších klubov španielskej La Ligy. Trhová hodnota hráča je kľúčovým ukazovateľom nielen pre športový manažment, ale aj pre ekonomické rozhodovanie klubov pri nákupoch a predajoch hráčov. V práci boli použité údaje z portálu Transfermarkt, ktoré obsahovali informácie o veku, pozícii a aktuálnej trhovej hodnote hráčov. Na analýzu vzťahu medzi vekom a trhovou hodnotou bola využitá korelačná analýza, zatiaľ čo vplyv pozície hráča bol skúmaný prostredníctvom jednofaktorovej analýzy rozptylu (ANOVA). Práca prináša metodický rámec na hodnotenie vplyvu rôznych faktorov na trhovú hodnotu hráčov. Výsledky práce poskytujú podklad pre ekonomické a účtovné hodnotenie finančných aktív športových organizácií a umožňujú lepšie porozumieť faktorom, ktoré ovplyvňujú hodnotu hráčov ako súčasť finančných rozhodnutí klubov.

Kľúčové slová
šport, trhová hodnota, vek, pozícia, analýza

Abstract
The aim of this article is to examine the impact of selected player factors – specifically age and position – on their market value within the three top clubs of the Spanish La Liga. A player's market value represents an important economic indicator that can influence club decisions regarding investments, financial planning, and asset management. The study used data from Transfermarkt, including information on players' age, position, and current market value at a specific date. To analyze the relationship between age and market value, Pearson correlation was applied, while the impact of player position was examined using one-way analysis of variance (ANOVA). The sample was balanced by ensuring an equal number of players in each position category, excluding goalkeepers due to insufficient representation. The findings provide a methodological framework for evaluating factors affecting player market value and contribute to the understanding of financial and accounting aspects in professional sports organizations.

Key words
sport, player market value, age, position, analysis

JEL classification
Z230, M410, G100

[1] Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra účtovníctva a audítorstva, Dolnozemská cesta 1, 852 35 Bratislava, diana.zincakova@euba.sk.

1 Úvod

V súčasnom profesionálnom športe už ekonomické aspekty hráčov zohrávajú rovnako dôležitú úlohu ako ich športové výkony. Trhová hodnota futbalových hráčov sa stáva kľúčovým indikátorom pri rozhodovaní klubov o prestupoch, investíciách a strategickom riadení tímov. Hodnota hráča ovplyvňuje nielen nákup a predaj hráčov, ale aj plánovanie rozpočtu klubu, finančné a účtovné rozhodovanie a riadenie kapitálových zdrojov.

Presné stanovenie trhovej hodnoty hráčov je preto dôležité nielen z pohľadu športového výkonu, ale aj z pohľadu ekonomiky, a v neposlednom rade aj z pohľadu účtovníctva športových organizácií. Medzi faktory, ktoré môžu významne ovplyvniť hodnotu hráča, patrí jeho vek, skúsenosti, výkonnosť, potenciál na ďalší rozvoj a pozícia na ihrisku, ktorá môže zvyšovať alebo znižovať jeho atraktivitu pre iné kluby.

Cieľom tohto článku je analyzovať vybrané faktory, ktoré ovplyvňujú trhovú hodnotu futbalových hráčov, a to konkrétne vek a pozíciu hráča. Na tento účel boli použité údaje z portálu Transfermarkt a štatistické metódy ako korelačná analýza a jednofaktorová analýza rozptylu (ANOVA), ktoré umožňujú skúmať vzťahy medzi premennými a identifikovať možné súvislosti. Získané poznatky môžu slúžiť ako podklad pre ekonomické a účtovné rozhodovanie v profesionálnych športových organizáciách a prispieť tak k efektívnejšiemu riadeniu hráčskych aktív.

2 Trhová hodnota hráčov

Prestupové poplatky vo futbale predstavujú významný indikátor trhovej hodnoty hráčov a zároveň slúžia ako dôležitý informačný nástroj, ktorý kluby využívajú pri rozhodovaní o budúcich transferoch. Hoci sa jednotlivé prestupy konceptuálne neporovnávajú, ich finančné hodnoty vykazujú vysokú mieru vzájomnej porovnateľnosti (Ante, 2019).

Trhová hodnota hráča je úzko spätá s jeho športovou výkonnosťou, ktorú by sme mohli objektívne kvantifikovať prostredníctvom rôznych ukazovateľov. Medzi najčastejšie využívané ukazovatele patria počet odohraných minút, počet štartov v základnej zostave, počet zápasov v kariére či v aktuálnej sezóne. Empirické štúdie potvrdzujú pozitívnu koreláciu medzi týmito faktormi a výškou trhovej hodnoty hráča (Ante, 2019). Rovnako významnými determinantami sú aj gólové ukazovatele – najmä počet strelených gólov, asistencií a strely na bránu – ktoré priamo ovplyvňujú výšku prestupového poplatku. Nie všetky metriky však pôsobia rovnakou mierou. Zatiaľ čo počet odohraných minút sa vo väčšine líg a naprieč rôznymi pozíciami spája s vyššou trhovou hodnotou, niektoré ukazovatele, ako počet strelených gólov či asistencií, majú štatisticky významný vplyv iba v špecifických prípadoch, napríklad pri ofenzívnych záložníkoch alebo v ekonomicky silných ligách, ako sú Premier League či Serie A (Ante, 2019).

Okrem týchto štatistických ukazovateľov na trhovú hodnotu hráča významne vplývajú aj ďalšie faktory, ako je vek, výška platu či prestupová čiastka, ktoré odrážajú jeho prínos pre klub, schopnosť pravidelne nastupovať a potenciál do budúcna. Mladí a talentovaní hráči často získavajú vyššiu hodnotu, keďže ich výkon môže rásť, zatiaľ čo starší hráči, hoci stále činní, môžu mať trhovú hodnotu nižšiu kvôli klesajúcej produktivite a vyššej pravdepodobnosti striedania na lavičke (Margareta & Malinda, 2022).

Podľa štúdie Dendira (2016) publikovanej v Journal of Sports Analytics dosahujú futbalisti svoj vrchol výkonu spravidla medzi 23. a 25. rokom života. Simon Kuper (ako cituje Dendir, 2016) pri analýze údajov o hráčoch z elitných svetových klubov zistil, že útočníci dosahujú svoj vrchol o niečo skôr ako obrancovia. Caley (ako cituje Dendir, 2016) na základe analýzy výkonu hráčov Premier League dospel k záveru, že vrcholná forma nastáva vo veku 24 až 28 rokov, pričom útočníci vrcholia medzi 25. a 26. rokom. Gleave (ako cituje Dendir, 2016) rozdelil hráčov do troch vekových kategórií – talenty (mladší ako 24 rokov), vrcholový

vek (24–29 rokov) a veteráni (starší ako 29 rokov) – čím potvrdil existenciu obdobia maximálnej výkonnosti u hráčov v druhej polovici dvadsiatych rokov života.

Medzi ďalšie faktory ovplyvňujúce trhovú hodnotu hráčov patrí tzv. „dominantná noha“. Hráči, ktorí sú obojnohí a dokážu efektívne využívať pravú aj ľavú nohu, dosahujú v priemere vyššiu trhovú hodnotu než jednoznačne praváci alebo ľaváci, čo zvyšuje ich hernú univerzálnosť a schopnosť reagovať na rôzne herné situácie, najmä pri ofenzívnych pozíciách (Bryson et al., 2013; Herm et al., 2014).

Trhová hodnota futbalistu teda predstavuje dôležitý ukazovateľ jeho športovej i ekonomickej hodnoty. Nejde len o odhadovanú cenu, ktorú by bol klub ochotný zaplatiť za jeho prestup, ale aj o výsledok kombinácie viacerých faktorov. Ako uvádzajú He, Cachucho a Knobbe (2015), trhová hodnota sa často približuje k skutočným prestupovým sumám a slúži ako referenčný bod pri vyjednávaniach medzi klubmi. V modernej dobe zohrávajú v jej tvorbe významnú úlohu aj online platformy a fanúšikovia, ktorí prostredníctvom digitálnych nástrojov ovplyvňujú vnímanie hodnoty hráčov.

Tradičné prístupy k oceňovaniu futbalových hráčov čelia viacerým obmedzeniam, ktoré znižujú presnosť a spoľahlivosť odhadov. Medzi hlavné nedostatky patrí subjektívnosť hodnotení, obmedzené zdroje dát, zastarané metódy oceňovania a kombinácia týchto faktorov vedúca k neefektívnym výsledkom, kedy kluby môžu preplatiť hráčov alebo naopak podceniť potenciál významných aktív (Islam & Nahid, 2024).

Z pohľadu účtovníctva a finančných regulációií predstavujú prestupové poplatky a tzv. Multiannual Rights to Exploit the Performance of Footballers (MREPFs) kľúčovú položku v majetku futbalových klubov (Pavlović et al., 2014; Fiori, 2003). Ide o atypický nehmotný majetok, ktorý dáva právo využívať výkon hráča počas určitého obdobia a ktorý sa pri transferoch prevádza z jedného klubu na druhý. Tieto práva sa podľa Medzinárodného účtovného štandardu IAS 38 považujú za nehmotný majetok, ktorý vzniká v dôsledku zmluvného vzťahu medzi klubom a hráčom.

Podľa UEFA Club Licensing systému musia kluby, ktoré aplikujú kapitalizáciu transferových poplatkov systematicky odpisovať (amortizovať) ich hodnotu počas doby platnosti hráčskej zmluvy**,** v súlade s princípom časového rozlíšenia nákladov. Kluby sú zároveň povinné pravidelne overovať potrebu zníženia hodnoty týchto aktív (impairment loss) podľa pravidiel UEFA a medzinárodného štandardu IAS 36 (Maglio & Rey, 2017). IAS 36 vyžaduje, aby aktíva neboli vykazované za hodnotu vyššiu než je jej obnoviteľná hodnota, a preto musia subjekty vykonávať pravidelné testy zníženia hodnoty aktív pri existencii indikátorov možného znehodnotenia. V praxi to znamená, že prestupový poplatok za hráča sa rozloží do odpisov počas celej doby jeho zmluvy. Napríklad, ak klub zakúpi hráča za 50 miliónov eur na päť rokov, každý rok sa účtuje odpis 10 miliónov eur, pokiaľ nedôjde k potrebe zníženia hodnoty aktíva. UEFA zdôrazňuje povinnosť vykonania impairment testu pre hráčske práva, pričom v prípade, že obnoviteľná hodnota hráča je nižšia než hodnota uvedená v účtovnej závierke, musí sa rozdiel účtovať ako náklad na zníženie hodnoty.

V praxi sa tieto testy vykonávajú napríklad po zranení hráča, po poklese jeho výkonu alebo pri klesajúcej trhovej cene hráča. Ak by sa hodnota hráča znížila z 50 mil. € na 30 mil. €, rozdiel 20 mil. € sa účtuje ako náklad a znižuje čistý zisk klubu za daný rok. Pre objektívnosť a presnosť hodnotenia často kluby spolupracujú s externými konzultantmi alebo audítormi, ktorí poskytujú nezávislé odhady trhovej hodnoty hráčov. Pre zabezpečenie konzistentnosti sa odporúča, aby všetky licencované kluby používali jednotné účtovné postupy týkajúce sa nákladov na registráciu hráčov (Maglio & Rey, 2017).

3 Analýza trhovej hodnoty hráčov

3.1 Výskumná vzorka a premenné

Pre účely tejto analýzy bola vytvorená výskumná vzorka zložená z hráčov troch klubov pôsobiacich v najvyššej španielskej futbalovej lige (La Liga). Do vzorky boli zaradené tri tímy z najúspešnejších klubov španielskej futbalovej súťaže, konkrétne Real Madrid, FC Barcelona a Atlético Madrid, ktoré dlhodobo patria medzi špičku španielskeho futbalu. Ich výber bol zvolený zámerne, keďže hráči pôsobiaci v popredných tímoch majú spravidla vyššiu trhovú hodnotu a ich hodnotenie je aj pod väčším vplyvom mediálnej pozornosti, medzinárodných úspechov a prestížnych súťaží. Takto definovaná vzorka umožňuje lepšie analyzovať faktory, ktoré ovplyvňujú trhovú hodnotu hráčov v prostredí vrcholového futbalu.

Primárnym zdrojom dát bol portál Transfermarkt, ktorý poskytuje aktuálne a medzinárodne uznávané trhové hodnoty hráčov. Údaje boli získané k dátumu 10.10.2025.

V rámci výskumu boli sledované dve hlavné nezávislé premenné:

1. Vek hráča – vyjadrený v rokoch, ako jeden z najvýznamnejších faktorov pri určovaní trhovej hodnoty, pretože odráža kombináciu výkonnosti, skúseností a perspektívy ďalšieho rastu.
2. Pozícia hráča na ihrisku – rozdelená do štyroch základných kategórií – brankár, obranca, záložník a útočník.

Závislou premennou je trhová hodnota hráča, ktorá je vyjadrená v eurách (€). Analýza sa zameriava na zisťovanie, či existuje vzťah medzi vekom hráča a jeho trhovou hodnotou, ako aj na posúdenie, či pozícia hráča v rámci týchto klubov ovplyvňuje výšku jeho trhovej hodnoty.

3.2 Vizualizácia a štatistické vyhodnotenie trhovej hodnoty hráčov

V tejto podkapitole je vykonaná základná vizualizácia a štatistické vyhodnotenie trhovej hodnoty hráčov, ktoré umožňuje získať prehľad o rozložení hodnôt v analyzovanej vzorke. Na tento účel bola vytvorená tabuľka so súhrnnými štatistickými ukazovateľmi (minimum, maximum, priemer, medián, kvartily) a taktiež aj boxplot, ktorý graficky zobrazuje variabilitu a prítomnosť extrémnych hodnôt. Tieto nástroje predstavujú základ pre následnú podrobnejšiu analýzu vplyvu veku a pozície hráčov na ich trhovú hodnotu.

Tab. 1: Štatistický súhrn trhovej hodnoty hráčov (v mil. €)

Ukazovateľ	Hodnota (v mil. €)
Minimálna hodnota	0,40
1. Kvartil (Q1)	4,00
Medián (Q2)	18,00
Priemer	28,50
2. Kvartil (Q3)	45,00
Maximálna hodnota	200,00

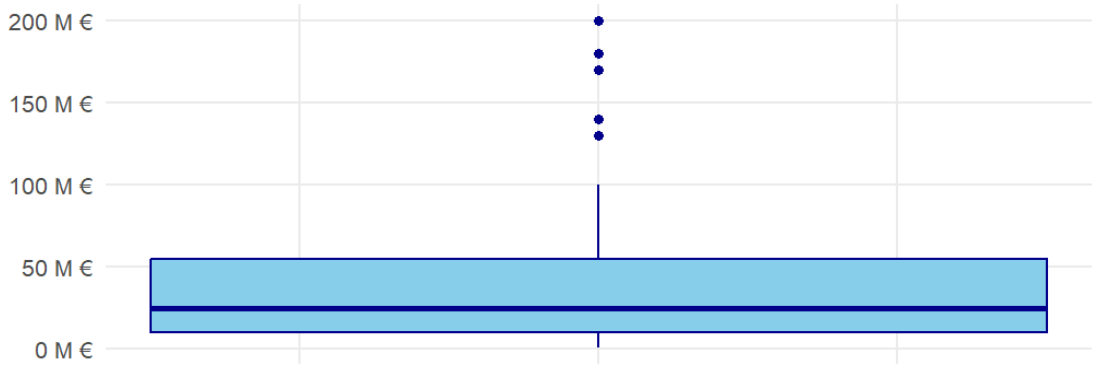
Zdroj: vlastné spracovanie

Z tabuľky je zrejmé, že väčšina hráčov dosahuje trhovú hodnotu medzi 5 a 45 miliónmi eur. Hodnota mediánu 18 miliónov eur je nižšia ako priemer 28,5 milióna eur, čo naznačuje, že rozdelenie je pravostranné a ovplyvnené niekoľkými veľmi hodnotnými hráčmi. Na základe štatistického súhrnu možno konštatovať, že priemerná trhová hodnota hráčov v analyzovanom súbore predstavuje približne 28,5 milióna eur, pričom medián dosahuje hodnotu okolo 18

miliónov eur. Tieto údaje potvrdzujú, že väčšina hráčov má nižšiu trhovú hodnotu ako priemer, čo je dôsledkom niekoľkých mimoriadne cenných hráčov s výrazne vyššími hodnotami, ktorí zvyšujú priemer celého nášho sledovaného súboru. Minimálna trhová hodnota hráča je na úrovni približne 0,4 milióna eur, zatiaľ čo maximálna hodnota dosahuje až 200 miliónov eur.

Na lepšie pochopenie rozloženia trhovej hodnoty hráčov bola vytvorená grafická vizualizácia vo forme boxplotu, ktorú nám zobrazuje nasledujúci Obr. 1:

Obr. 1: Rozloženie trhovej hodnoty hráčov



Zdroj: vlastné spracovanie

Boxplot znázorňuje rozloženie trhovej hodnoty hráčov v analyzovanom súbore a potvrdzuje nám závery z tabuľky. Väčšina hodnôt sa sústreďuje v dolnej časti intervalu, čo poukazuje na to, že prevažná časť hráčov má nižšiu trhovú hodnotu v porovnaní s niekoľkými výrazne hodnotnejšími hráčmi. Medián trhovej hodnoty leží pod stredom boxu, čo opäť naznačuje pravostranné rozloženie dát. Nad horným okrajom boxu možno pozorovať viacero odľahlých hodnôt, ktoré predstavujú už spomínaných hráčov s mimoriadne vysokou trhovou hodnotou. Takéto rozdelenie je pre futbal typické, keďže hodnoty niekoľkých elitných hráčov výrazne prevyšujú priemer zvyšku trhu.

3.3 Analýza vplyvu veku na trhovú hodnotu hráčov

Vek patrí medzi najvýznamnejšie faktory, ktoré ovplyvňujú trhovú hodnotu hráčov. S pribúdajúcimi rokmi sa okrem fyzickej výkonnosti hráča menia aj jeho skúsenosti, popularita a potenciál na ďalší rozvoj. Cieľom tejto časti analýzy je zistiť, či existuje vzťah medzi vekom hráča a jeho trhovou hodnotou v rámci skúmanej vzorke troch najlepších klubov španielskej La Ligy.

Vzorka pozostávala zo 73 hráčov, pričom pre každého bol zaznamenaný jeho vek v rokoch a aktuálna trhová hodnota v eurách podľa údajov portálu Transfermarkt k 10.10.2025. Na vyhodnotenie vzťahu medzi týmito dvoma premennými bola použitá korelačná analýza, realizovaná prostredníctvom funkcie CORREL v programe Microsoft Excel. Táto funkcia umožňuje vypočítať Pearsonov korelačný koeficient (r), ktorý nadobúda hodnoty v intervale od -1 do +1.

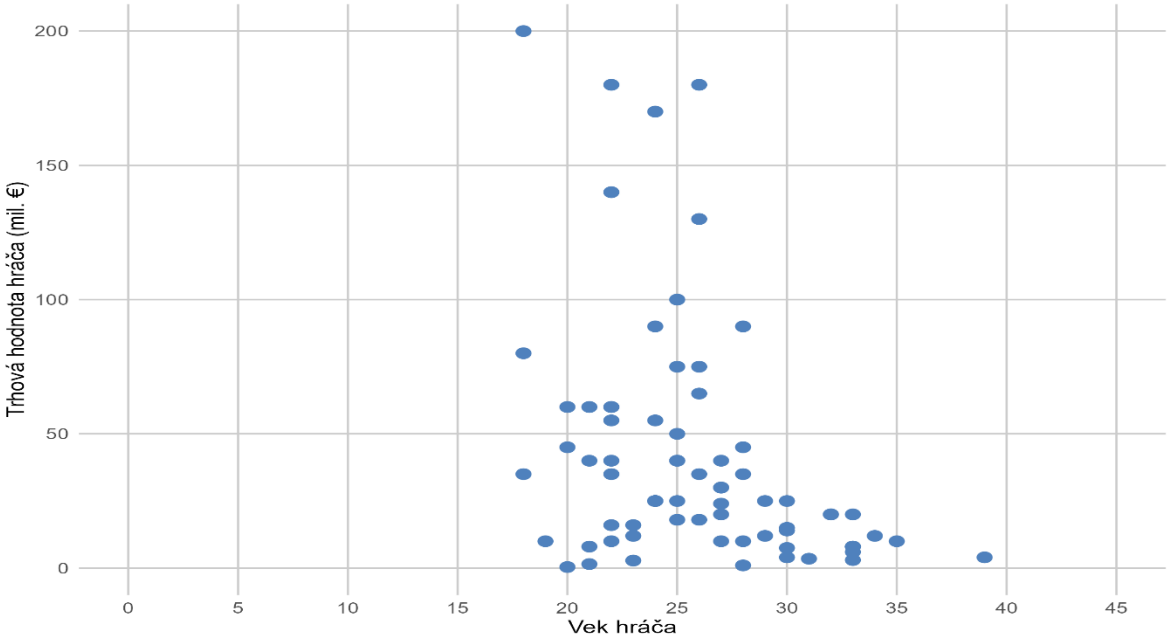
Výsledok korelačnej analýzy pre skúmanú vzorku dosiahol hodnotu r = -0,373. Tento výsledok naznačuje mierne negatívnu koreláciu medzi vekom a trhovou hodnotou hráča. To znamená, že s rastúcim vekom hráča má jeho trhová hodnota tendenciu mierne klesať, hoci vzťah nie je veľmi silný.

Pre lepšiu ilustráciu vzťahu bol zostrojený bodový graf (Obr. 2), ktorý zobrazuje rozloženie hráčov podľa ich veku a trhovej hodnoty. Pri prezentácii údajov v grafe sú hodnoty uvádzané v miliónoch eur, aby bol prehľad o trhovej hodnote hráčov zrozumiteľnejší. Z grafu

je možné pozorovať, že najvyššie trhové hodnoty dosahujú hráči vo veku približne 20 až 28 rokov, zatiaľ čo po tridsiatom roku života trhová hodnota postupne klesá. Napriek tomuto trendu sa však v grafe objavujú aj jednotlivé odľahlé hodnoty, ktoré predstavujú hráčov s výnimočnou trhovou cenou vzhľadom na ich vek. Ide najmä o mladých talentovaných hráčov, ktorí už v skorom veku dosahujú vysokú trhovú hodnotu v dôsledku svojho potenciálu, individuálnych výkonov či zvýšeného záujmu popredných klubov.

Na základe grafického znázornenia vzťahu veku hráča a jeho trhovej hodnoty je možné pozorovať značný rozptyl sledovaných údajov. Pri abstrahovaní od vzdialených (extrémnych) hodnôt je však možné vizuálne identifikovať klesajúci trend trhovej hodnoty s rastúcim vekom hráča.

Obr. 2: Vzťah medzi vekom a trhovou hodnotou hráča (v mil. €)



Zdroj: vlastné spracovanie podľa údajov z Transfermarkt k 10.10.2025

Vzhľadom na výrazný rozptyl dát nie je možné tak jednoznačne stanoviť lineárnu závislosť medzi sledovanými premennými. Napriek tomu možno konštatovať, že s pribúdajúcim vekom hráča má jeho trhová hodnota tendenciu postupne klesať, čo korešponduje s ekonomickou logikou športového trhu.

Celkovo možno konštatovať, že vek hráča má na jeho trhovú hodnotu mierne negatívny vplyv, čo zodpovedá teoretickým predpokladom o priebehu športovej kariéry. Hráči dosahujú najvyššiu trhovú hodnotu v období svojho výkonnostného vrcholu, po ktorom dochádza k postupnému poklesu ich trhovej ceny v dôsledku úbytku fyzickej kondície a nižšej perspektívy ďalšieho kariérneho rastu.

3.4 Analýzy vplyvu pozície na trhovú hodnotu hráčov

Pozícia hráča patrí medzi významné faktory, ktoré môžu ovplyvniť jeho trhovú hodnotu. Rôzne pozícia vyžadujú rôzne schopnosti, výkonnosť a špecifické herné zručnosti, čo sa premieta do dopytu klubov a tým aj do trhovej hodnoty hráča. Cieľom tejto časti analýzy je preskúmať, či existujú rozdiely v trhovej hodnote hráčov podľa ich pozícií v rámci skúmanej vzorky troch najlepších klubov La Ligy.

Pre analýzu sme z pôvodnej väčšej vzorky vybrali len 51 hráčov, aby sme mali rovnaký počet hráčov v každej kategórii pozície (obranca, záložník, útočník). Brankári boli zo vzorky

vynechaní, pretože ich počet bol výrazne menší a nebolo by tak možné zabezpečiť rovnaký počet hráčov v jednotlivých skupinách. Pre každého hráča bola zaznamenaná jeho pozícia a aktuálna trhová hodnota v eurách podľa údajov portálu Transfermarkt k 10.10.2025. Na vyhodnotenie rozdielov medzi pozíciami bola použitá štatistická metóda jednofaktorovej analýzy rozptylu – ANOVA. Výsledky analýzy sú nasledovné:

Tab. 2: Deskriptívne štatistiky trhovej hodnoty hráčov podľa pozície

Štatistický ukazovateľ	Hodnota
F-hodnota	2,12
Kritická hodnota F	3,19
p-hodnota	0,131

Zdroj: vlastné spracovanie

Tabuľka 1 obsahuje počet hráčov v jednotlivých kategóriách, priemerné hodnoty trhovej hodnoty v € a rozptyl. Na základe týchto údajov bola následne vykonaná spomínaná jednofaktorová analýza rozptylu (ANOVA), ktorej cieľom bolo preskúmať, či existujú rozdiely v trhovej hodnote hráčov podľa ich pozícií v rámci skúmanej vzorky troch najlepších klubov La Ligy. Súhrnné výsledky testu sú uvedené v nasledujúcej tabuľke:

Tab. 3: Výsledky jednofaktorovej analýzy rozptylu (ANOVA)

Pozícia	Počet hráčov	Priemerná hodnota (€)	Rozptyl
Obranca	17	29 352 941	6,40368E+14
Záložník	17	54 617 647	2,63717E+15
Útočník	17	62 635 294	3,96586E+15

Zdroj: vlastné spracovanie

Na overenie predpokladu, že hráčska pozícia má vplyv na trhovú hodnotu hráča, boli stanovené nasledujúce hypotézy:

1. Nulová hypotéza (H_0) – Hráčska pozícia nemá vplyv na trhovú hodnotu hráča.
2. Alternatívna hypotéza (H_1) – Hráčska pozícia má vplyv na trhovú hodnotu hráča.

Výsledky analýzy nám ukázali, že vypočítaná F-hodnota dosiahla úroveň 2,12, kritická hodnota F predstavovala 3,19 a p-hodnota bola 0,131.

F-hodnota (2,12) vyjadruje pomer medzi rozptylom medzi skupinami a rozptylom v rámci skupín. Vyššia F-hodnota by naznačovala, že existujú väčšie rozdiely medzi priemermi skupín. V tomto prípade však hodnota F nepresiahla kritickú hodnotu, čo naznačuje, že rozdiely medzi skupinami nie sú výrazné.

Kritická hodnota F (3,19) nám určuje hranicu, ktorú musí vypočítaná F-hodnota prekročiť, aby bolo možné odmietnuť nulovú hypotézu. Keďže F-hodnota = 2,12 < kritická hodnota F = 3,19, rozdiely medzi skupinami nie sú štatisticky významné.

P-hodnota (0,131) predstavuje pravdepodobnosť, že pozorované rozdiely medzi skupinami vznikli náhodne, ak nulová hypotéza platí. Keďže p = 0,131 > 0,05, nedosahuje stanovenú hladinu významnosti, a preto nie je možné zamietnuť nulovú hypotézu.

Analýza vzťahu medzi pozíciou hráča a jeho trhovou hodnotou ukázala, že hoci existujú rozdiely v priemerných hodnotách medzi jednotlivými pozíciami, tieto rozdiely nie sú štatisticky významné. Napriek tomu môžeme pozorovať, že najvyššie priemerné hodnoty majú útočníci a záložníci, zatiaľ čo obrancovia dosahujú nižšie priemerné hodnoty. Výsledky teda naznačujú, že pozícia môže mať určitý vplyv na trhovú hodnotu hráča, no v rámci skúmanej

vzorky sa tento vplyv nepotvrdil ako štatisticky významný. Tento trend je možné vysvetliť vyšším dopytom po ofenzívnych hráčoch a ich väčším vplyvom na výsledky tímu.

3.5 Regresná analýza vplyvu veku a pozície na trhovú hodnotu hráčov

Po analýze jednotlivých premenných osobitne bola v záverečnej fáze spracovaná viacrozmerná regresná analýza, ktorej cieľom bolo zistiť, do akej miery kombinovaný vplyv veku a pozície ovplyvňuje trhovú hodnotu futbalistov. Regresná analýza umožňuje kvantifikovať závislosť medzi viacerými vysvetľujúcimi premennými a závislou premennou, a preto predstavuje vhodný nástroj na odhad vplyvu viacerých faktorov súčasne.

Na základe porovnania troch regresných modelov možno konštatovať, že obe testované premenné – vek aj pozícia hráča – majú štatisticky významný vplyv na trhovú hodnotu futbalistov. Jednoduché modely, ktoré analyzovali vplyv iba jednej premennej, dosiahli relatívne nízku vysvetľovaciu schopnosť (R^2 = 0,1307 pri pozícii a R^2 = 0,1392 pri veku). Oba modely však potvrdili, že vyššia – ofenzívnejšia – pozícia zvyšuje trhovú hodnotu, zatiaľ čo rastúci vek ju znižuje.

Najlepšie výsledky nám tak priniesol viacrozmerný model, ktorý kombinoval obe premenné, pričom koeficient determinácie sa zvýšil na R^2 = 0,2047 a model bol vysoko štatisticky významný (F = 9,007; p = 0,00033). Hodnota Multiple R-squared = 0,2047 nám vyjadruje to, že približne 20,47 % variability trhovej hodnoty hráčov je možné vysvetliť kombinovaným vplyvom veku a pozície. Tieto dve premenné teda spolu dokážu zachytiť približne pätinu všetkých rozdielov v trhovej hodnote futbalistov, zatiaľ čo zvyšných približne 80 % je ovplyvnených inými faktormi, ako individuálny výkon, úspešnosť klubu, dĺžka zmluvy, marketingová hodnota, popularita hráča či aktuálne trhové podmienky.

4 Záver

Cieľom tohto článku bolo preskúmať vzťah medzi vybranými faktormi hráčov – konkrétne vekom a pozíciou – a ich trhovou hodnotou v rámci troch z najlepších klubov La Ligy. Analýza vzťahu medzi vekom hráča a jeho trhovou hodnotou ukázala mierne negatívnu koreláciu (r = -0,373), čo naznačuje, že s rastúcim vekom hráča má jeho trhová hodnota tendenciu mierne klesať. Tento vzťah však nie je veľmi silný, pretože do trhovej hodnoty sa premieta aj množstvo iných faktorov, ako sú výkonnosť, skúsenosti, popularita a potenciál hráča na ďalší rozvoj.

Analýza vzťahu medzi pozíciou hráča a jeho trhovou hodnotou bola vykonaná prostredníctvom štatistickej metódy ANOVA. Výsledky ukázali, že rozdiely medzi priemernou trhovou hodnotou hráčov podľa pozície nie sú štatisticky významné (p = 0,131). Napriek tomu trend naznačuje, že najvyššie priemerné hodnoty boli u útočníkov a záložníkov, čo by mohlo byť spôsobené vyšším dopytom po ofenzívnych hráčoch.

Na základe regresného modelu, ktorý kombinoval vek aj pozíciu, možno doplniť, že tieto dve premenné spolu vysvetľujú približne 20 % variability trhovej hodnoty futbalistov, zatiaľ čo zvyšných 80 % je ovplyvnených inými faktormi. To potvrdzuje, že vek a pozícia hráča majú štatisticky významný, no obmedzený vplyv, a preto je v budúcich výskumoch potrebné skúmať aj ďalšie premenné, ako individuálny výkon, úspešnosť klubu či marketingová hodnota.

Celkovo možno konštatovať, že vek a pozícia hráča môžu ovplyvňovať jeho trhovú hodnotu, avšak v rámci skúmanej vzorky sa žiadny z týchto faktorov nepotvrdil ako jednoznačne rozhodujúci. Tieto všetky zistenia nám poukazujú na potrebu komplexnejšieho zohľadnenia viacerých faktorov pri hodnotení hráčov a predikcii ich trhovej hodnoty, vrátane výkonových ukazovateľov, reputácie, zmluvných podmienok a ďalších ekonomických a športových premenných.

Literatúra

1. Ante, L. (2019). *Determinants of transfer fees: Evidence from the five major European football leagues.* (University of Hamburg). https://www.researchgate.net/publication/331929212_Determinants_of_Transfers_Fees_Evidence_from_the_Five_Major_European_Football_Leagues
2. Bryson, A., Frick, B., & Simmons, R. (2013). The returns to scarce talent: Footedness and player remuneration in European soccer. *Journal of Sports Economics, 14*(6), 606–628. https://doi.org/10.1177/1527002511435118
3. Dendir, S. (2016). When do soccer players peak? A note. *Journal of Sports Analytics, 2*(2), 89-105. https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.3233/JSA-160021
4. Fiori, G. (2003). *La valutazione dei diritti pluriennali alle prestazioni degli sportivi professionisti: Una possibile metodologia.* Rivista Italiana di Ragioneria e di Economia Aziendale, 103(7–8), 314–330.
5. He, M., Cachucho, R., & Knobbe, A. (2015). *Football player's performance and market value*. LIACS, Leiden University & Amsterdam University of Applied Sciences. https://dtai.cs.kuleuven.be/events/MLSA15/papers/mlsa15_submission_8.pdf
6. Islam, K. T., & Nahid, M. H. (2024). Applications & implications of data-driven analytics in the football player valuation. *SHS Web of Conferences, 204,* 04006. https://doi.org/10.1051/shsconf/202420404006
7. Maglio, R., & Rey, A. (2017). The impairment test for football players: the missing link between sports and financial performance? *Palgrave Communications 3*. https://doi.org/10.1057/palcomms.2017.55
8. Margareta, L. M., & Malinda, O. (2022). The effect of performance, age, transfer fee and salary to the market value of professional players (Empirical studies in European leagues football clubs). *International Journal of Global Operations Research, 3*(3), 101–107. (PDF) The Effect of Performance, Age, Transfer Fee and Salary to the Market Value of Professional Players (Empirical Studies in European Leagues Football Clubs)
9. Pavlović, V., Milačić, S., & Ljumović, I. (2014). Controversies about the accounting treatment of transfer fee in the football industry. Management: Journal of Sustainable Business and Management Solutions in Emerging Economies, 19(70), 17–24. https://doi.org/10.7595/management.fon.2014.0001

EXTERNÍ RECENZENTI

Peter Červenka
Peter Dvorák
Martin Karas
Daniel Krajčík
Peter Markovič
Štefan Prónay
Miloš Sklenka
Lea Škrovánková

POKYNY PRE AUTOROV

Rozsah:

- vedecké state a diskusie 10 až 15 strán. Základnou požiadavkou je originalita príspevku a komplexnosť jeho spracovania. Prijímame príspevky v slovenskom, českom a anglickom jazyku (uprednostňujú sa príspevky v anglickom jazyku);
- informácie maximálne 2 strany;
- recenzie maximálne 2 strany.

Forma:

Použite textový editor MS WORD, verzia 2 000 a vyššia. Šablóna pre písanie článkov je na webovej stránke:

https://fhi.euba.sk/veda-a-vyskum/vedecke-casopisy/ekonomika-a-informatika/o-casopise

a v elektronickom systéme na stránke:

http://ei.fhi.sk/index.php/EAI

Príspevky predkladajú autori elektronicky vo formáte .doc/.docx do systému na stránke http://ei.fhi.sk/index.php/EAI. Príspevky sú recenzované. Redakčná rada zabezpečí interné a externé posúdenie textu príspevku. Autor príspevku je povinný zapracovať pripomienky z posudkov najneskôr do 2 týždňov od doručenia e-mailov so žiadosťou o vykonanie oponentských posudkov v elektronickom systéme časopisu a zaslať príspevok so zapracovanými pripomienkami vo formáte .doc/.docx prostredníctvom elektronického systému časopisu *Ekonomika a informatika*. Konečné rozhodnutie o publikovaní príspevku urobí redakčná rada časopisu. Autor pred zverejnením príslušného čísla časopisu *Ekonomika a informatika* odsúhlasí formátovanie elektronickej verzie článku. Fakulta hospodárskej informatiky si vyhradzuje právo zverejniť príspevky schválené redakčnou radou v elektronickej forme časopisu *Ekonomika a informatika*.

Autorské honoráre sa neplatia. Predložením príspevku do elektronického systému vedeckého časopisu *Ekonomika a informatika* dáva autor príspevku vydavateľovi právo, aby bezplatne publikoval text príspevku v časopise *Ekonomika a informatika* v elektronickej forme vo formáte .pdf.

EKONOMIKA A INFORMATIKA

Vedecký časopis Fakulty hospodárskej informatiky Ekonomickej univerzity v Bratislave a občianskeho združenia Slovenská spoločnosť pre hospodársku informatiku.

Poslaním vedeckého časopisu je publikovať teoretické a aplikačné poznatky získané v ekonomickom výskume a hospodárskej praxi z oblastí hospodárskej informatiky, účtovníctva a audítorstva, ekonometrie a operačného výskumu, aplikovanej štatistiky a aktuárstva, s akcentom na aktuálne otázky harmonizácie, integrácie a kompatibility s európskou a svetovou metodológiou a praxou.
Uverejňuje vedecké state a diskusie, recenzie a informácie o dizertačných a habilitačných prácach, inauguračných prednáškach a vedeckých podujatiach v slovenskom, českom alebo anglickom jazyku, ktoré sú výsledkom vedeckovýskumnej činnosti autorov, vedeckých aktivít doktorandov, medzinárodnej výskumnej a pedagogickej spolupráce a ich aplikácie v ekonomickej praxi.

ECONOMICS AND INFORMATICS

A scientific journal of the Faculty of Economic Informatics of University of Economics in Bratislava and the Slovak Economic Informatics Association.

Mission of the scientific journal is to publish theoretical and application knowledge acquired in economic research and practice in the areas of economic informatics, accounting and auditing, applied statistics, actuarial science, econometrics and operations research, with emphasis on the current issues of harmonization, integration and compatibility with the European and global methodology and practice.
The journal publishes scientific articles and paper discussions, reviews and information on doctoral and habilitation theses, inauguration lectures and scientific events in Slovak, Czech or English language, which are results of scientific and research activity of authors, scientific activities of doctoral students, international research and educational cooperation and their application in the economic practice.

EKONOMIKA A INFORMATIKA

Vydáva: Fakulta hospodárskej informatiky Ekonomickej univerzity v Bratislave a Slovenská spoločnosť pre hospodársku informatiku
Vychádza: 2x ročne