

Sandra Matušovičová**Sektorová komparácia vplyvu rozvoja umelej inteligencie
na výnosnosť akciového indexu S&P 500****Abstrakt**

Umelá inteligencia (AI) predstavuje inovačný fenomén, ktorý sa v súčasnosti rozšíril aj do oblasti investovania. Investorov čoraz intenzívnejšie zaujíma, či sa potenciál inovácií premietne do výkonnosti aktív, ako tomu bolo počas predošlých technologických bublín. Cieľom tohto príspevku je preto preskúmať, aký vplyv má rozvoj AI, meraný počtom patentov, na výkonnosť akciového indexu S&P 500, s osobitným zameraním na to, aké sú rozdiely vo vplyve AI naprieč 11 sektormi indexu. Pomocou sektorovej komparácie a ekonometrického modelovania bol na 5 % hladine významnosti ($p < 0.05$) identifikovaný pozitívny vzťah medzi rozvojom AI a výkonnosťou akcií. Sektor informačných technológií vykázal najsilnejší vplyv ($\beta_1 = 0,79$), zatiaľ čo v sektoroch komunikačných služieb (0,54) a financií (0,47) boli pozorované spill-over efekty podčiarkujúce širší vplyv AI na ekonomiku. Výsledky tak predstavujú významné implikácie pre investorov a potrebu sektorovo-špecifických investičných stratégií.

Kľúčové slova

Umelá inteligencia, akciový trh, sektorová komparácia, S&P 500 index

Klasifikácia JEL

G11, G15, O33

DOI

<http://dx.doi.org/10.37355/KD-2024-05>

Úvod

Jednu z ústredných tém nielen v ekonómii, ale aj v celej spoločnosti, nepochybne predstavuje posledné obdobie umelá inteligencia (AI), ktorá ako najnovšia a najvplyvnejšia technologická inovácia dosiahla v roku 2023 veľkosť na globálnom trhu vo výške približne 500 miliárd USD (PwC, 2023). To, čo začalo ako pokrok v strojovom učení a automatizácii, sa tak rýchlo zmenilo na fenomén, ktorý formuje priemyselné odvetvia na celom svete a očakáva sa,

že do roku 2030 dosiahne hodnotu 1,6 bilióna dolárov (McKinsey, 2023). Fenomén AI sa pomerne rýchlo rozšíril nad rámec technologických aplikácií, aj do oblasti finančných trhov. Investori totiž čoraz viac vnímajú AI ako silnú investičnú príležitosť, ktorá posúva ceny akcií veľkých technologických spoločností do nových výšin. Potvrdením toho je aj vyše 30 % nárast amerických technologických akciových indexov v roku 2023, v rámci ktorého spoločnosti ako NVIDIA zaznamenali rekordné zisky (The Economist, 2023). Tento prudký nárast ocenení zároveň viedol k názoru, že finančné trhy zažívajú novú finančnú bublinu poháňanú AI, podobnú predchádzajúcim technologickým boomom.

Cieľom príspevku je vzhľadom na tento kontext preskúmať, či prebiehajúci rozvoj AI, meraný počtom patentov, pozitívne ovplyvňuje vývoj cien amerického akciového indexu S&P 500. Osobitné zameranie bude aplikované na to, aké sú rozdiely vo vplyve AI naprieč 11 sektormi indexu, so zámerom identifikovať či je potenciál AI investovania limitovaný výhradne na technologický sektor. Umelá inteligencia je totiž často popisovaná ako nová transformačná sila, ktorá spôsobí revolúciu vo všetkých oblastiach ekonomiky, a je preto nanajvýš dôležité skúmať, či sa jej účinky neprenesú aj do iných sektorov. Pochopenie tejto dynamiky je tak absolútne kľúčové najmä pre investorov, ktorí sa snažia zosúladiť svoje portfóliá s novými trendmi a využiť ich ďalekosiahle ekonomické dôsledky.

1 Prehľad literatúry

1.1 Pojem umelá inteligencia a jej vývoj v 21. storočí

Pojem umelá inteligencia (z angl. *artificial intelligence*) označuje simuláciu ľudskej inteligencie v strojoch, ktorá im umožňuje vykonávať úlohy, ako je vnímanie, učenie, uvažovanie a interakcia s prostredím spôsobmi napodobňujúcimi ľudské poznanie (Russell & Norvig, 2016). Dosahuje sa to prostredníctvom radu pokročilých technológií vrátane strojového učenia, spracovania prirodzeného jazyka a počítačového videnia.

Samotnú terminológiu umelej inteligencie prvýkrát predstavil John McCarthy v roku 1956 počas konferencie v Dartmouth, kde opísal koncept „mysliacich strojov“ schopných uvažovať ako ľudia (Buchanan, 2019). Počiatočný pokrok AI bol však veľmi pomalý, hlavne kvôli obmedzenému ukladaniu údajov a výpočtovému výkonu. Až v poslednom desaťročí urobilo AI významný pokrok, ktorý poháňali viaceré faktory, ako exponenciálny rast údajov, vylepšenia hardvéru, prelomové algoritmy a vzostup vedeckých nástrojov s voľne dostupnými zdrojmi (Brown et al., 2023). Kľúčovým rokom v modernom vývoji AI bol predovšetkým rok 2022, ktorý sa vyznačoval inováciami, ako je architektúra OpenAI GPT-3.5, umožňujúca vytvorenie

softvéru ChatGPT. Táto technológia ukázala skok v schopnosti AI generovať ľudský text (OpenAI, 2023), vďaka čomu získala viac ako 100 miliónov používateľov a zvýšila hodnotu spoločnosti na odhadovaných 29 miliárd USD (Hu, 2023). Široké prijatie takýchto nástrojov AI nielenže zaujalo verejnosť, ale vyvolalo aj väčší záujem zo strany firiem a vedeckých inštitúcií (Dwivedidwi et al., 2023; Dowling & Lucey, 2023).

1.2 Technologické bubliny a aktuálna AI bublina

Technologické bubliny, niekedy označované aj ako „internetové“ alebo „digitálne“ bubliny, vznikajú, keď sa ceny aktív v technologických sektoroch nafúknu na úrovne ďaleko nad ich vnútornú hodnotu (Levy, 2017). Rovnako ako iné finančné bubliny sú poháňané kombináciou nadšenia investorov, špekulatívneho obchodovania a psychologických faktorov, ktoré ovplyvňujú vnímanie trhu a hodnotenie ocenenia (Kindleberger & Aliber, 2005).

Čo odlišuje technologické bubliny od ostatných, je najmä ich základ v prevratných inováciách, ktoré prichádzajú s vysokými očakávaniami budúcej ziskovosti. To často vedie k mimoriadnemu nadhodnoteniu trhu (Shiller, 2000). Na rozdiel od nehnuteľností alebo tradičných aktív, technologické bubliny zahŕňajú nové inovácie, ktoré otvárajú úplne nové trhy a vytvárajú špekulácie týkajúce sa ich potenciálnych budúcich dopadov (Malkiel, 2015).

V rovnakom zmysle vystupuje aj dnes čoraz častejšie spomínaná „bublina AI“, spôsobená najmä exponenciálnym rastom hodnoty akcií spoločností vyvíjajúcich AI, a to predovšetkým 7 spoločností známych ako „Magnificent 7“, ktorú tvoria spoločnosti Apple (AAPL), Amazon (AMZN), Alphabet (GOOGL), Meta (META), Microsoft (MSFT), NVIDIA (NVDA) a Tesla (TSLA) (Kochetkov & Akhatova, 2022). Tieto spoločnosti sú v popredí inovácií AI a riadia transformáciu v rôznych odvetviach, čo vedie k historickým trhovým oceneniam (Chakravarty & Michailidis, 2024). Príkladom toho je aj doposiaľ najpopulárnejšia AI investícia do spoločnosti NVIDIA, ktorá za obdobie posledných dvoch rokov priniesla ohromujúci výnos vyše 500 %, vďaka čomu sa 17. júna 2024 nakrátko stala aj najhodnotnejšou verejne obchodovanou spoločnosťou v USA (The Economist, 2024).

1.3 Vplyv technologického rozvoja na výnosnosť investičných aktív

Technologické bubliny sa okrem spomínaného nadšenia investorov často vyznačujú aj mimoriadnymi finančnými faktormi, akými sú extrémna výkonnosť a volatilita. Rýchle zmeny a pokrok počas týchto období má zvyčajne za následok výrazné výkyvy na trhu, často výraznejšie ako v iných sektoroch.

Historicky z hľadiska výnosnosti technologický sektor sústavne prekonáva ostatné sektory, čo je trend, ktorý sa stáva ešte výraznejším počas špekulatívnych bublín. Pástor a Veronesi (2006) zaznamenali, že technologické akcie majú tendenciu prekonávať ostatné sektory vo výkonnosti kvôli optimizmu investorov ohľadom budúceho rastového potenciálu. To bolo evidentné počas Dot-com bubliny, kde akciový technologický index NASDAQ výrazne prekonal ostatné indexy, čo dokazuje zvýšené očakávania a nadšenie okolo technologických akcií (Ofek & Richardson, 2003). Podobne Caginalp a Ilieva (2008) poznamenali, že rýchly rast cien v tomto sektore je často poháňaný hybnou silou denného obchodovania a prílevom špekulatívneho kapitálu, ktoré ďalej posúvajú výkonnosť nad rámec základných fundamentov a eventuálne sa môže dokonca presunúť aj do ostatných sektorov (Ho, 2023). Tieto obdobia zvýšenej volatility ale môžu skresľovať vnímanie trhu, čo často vedie k opakovanému nadhodnoteniu technologických akcií (Ho & Loualiche, 2022), vrátane toho najnovšieho spojeného s rozvojom umelej inteligencie.

2 Metodika a dáta

Cieľom príspevku je preskúmať, aký vplyv má rozvoj AI, meraný počtom patentov, na výkonnosť akciového indexu S&P 500, s osobitným zameraním na to, aké sú rozdiely vo vplyve AI naprieč 11 sektormi indexu. Jeho naplnenie umožní identifikovať či sú výhody investovania v súlade s AI limitované na technologický sektor. V tomto kontexte sa náš výskum zameriava na zodpovedanie výskumnej otázky: „Aký je vplyv nových AI patentov na individuálne sektory ekonomiky zastúpené v rámci indexu S&P 500?“, kde naša hypotéza v kontexte predošlej kapitoly, venovanej prehľadu literatúry k problematike technologických bublín, stojí na očakávaniach pozitívneho vplyvu AI patentov na výkonnosť akcií.

Realizovaný výskum bude využívať predovšetkým nástroje kvantitatívnej sektorovej komparácie a ekonometrického modelovania, ktoré dokážu skúmať závislosť medzi súborom niekoľkých ekonomických premenných.

2.1 Zber dát a použité premenné

Z hľadiska použitej vzorky údajov, pracuje empirická časť príspevku s datasetom, ktorý má charakter časových radov so skúmaným obdobím AI boomu od júla 2022 do júla 2024. Skúmaná vzorka údajov pri mesačnej frekvencii pozostáva z 25 mesačných pozorovaní. Pre zosúladienie frekvencie boli pri vybraných premenných použité metódy extrapolácie a priemerovania, aby bola dosiahnutá maximálna konzistentnosť údajov.

Tabuľka č. 1: Zoznam použitých premenných

Premenná	Label	Typ	Zdroj
Výnos indexu S&P 500	S&P500	Závislá	Bloomberg markets
Počet AI patentov	AI_patent	Nezávislá	Stanford univerzita
Výnos dlhopisov	bonds	Kontrolná	FED
Rast HDP	GDP_growth	Kontrolná	FED
Nezamestnanosť	unemployment	Kontrolná	FED
Cena ropy	oil_price	Kontrolná	Yahoo Finance
Inflácia	inflation	Kontrolná	FED
Úroková miera	interest_rate	Kontrolná	FED

Zdroj: vlastné spracovanie

Hlavné a kontrolné premenné vystupujúce v našich ekonometrických modeloch a výpočtoch výnosnosti sú zobrazené v tabuľke 1, ktorá zahŕňa aj referenciu na pôvodné zdroje internetových finančných databáz Yahoo Finance, Bloomberg Markets, S&P Global, databázy Federálnej rezervnej banky St. Louis, United States Patent and Trademark Office a odbornej štúdie Stanford univerzity s názvom AI Index Report pre rok 2024.

2.2 Sektorová komparácia

Hlavnou používanou metódou bola sektorová komparácia, ktorá sa konkrétne zameriavala na sektorové rozdiely v rámci 11 sektorov indexu S&P 500, ako sú nehnuteľnosti, zdravotníctvo, energetika, spotrebiteľské tovary, informačné technológie a ďalšie zobrazené v tabuľke č. 2. Komparácia bude realizovaná na viacerých úrovniach, akými je grafické, indikátorové a regresné porovnanie. Pomocou týchto porovnávacích metód budeme skúmať, v ktorých sektoroch má rastúci počet zaregistrovaných AI patentov najsilnejší dopad z hľadiska potenciálnej výnosovej medzery (tzv. *return gap*), a to so súčasným zámerom identifikovať možné spill-over efekty aj do iných sektorov.

Tabuľka č. 2: Štruktúra jednotlivých sektorov indexu S&P 500

Sektor	Najväčšie spoločnosti	Počet komponentov
Industrials	Boeing, Caterpillar, General Electric	73
Information Technology	Apple, Microsoft, NVIDIA	70
Financials	JP Morgan Chase, Bank of America, Citigroup	68
Health Care	Johnson & Johnson, Pfizer, Merck	63
Consumer Discretionary	Amazon, Tesla, Home Depot	57
Consumer Staples	Procter & Gamble, Coca-Cola, Pepsi	32
Real Estate	American Tower, Simon Property, Prologis	30
Materials	Dow, Linde, DuPont de Nemours	28
Utilities	NextEra Energy, Duke Energy, Dominion	28
Communication Services	Alphabet, Meta Platforms, AT&T	27
Energy	Exxon Mobil, Chevron, ConocoPhillips	24
Spolu	11 sektorov	500

Zdroj: vlastné spracovanie podľa S&P Global

2.3 Ekonometrické a regresné metódy

Na zabezpečenie patričnej komplexnosti a kvality metodologického základu komparácie využíva výskum viaceré regresné nástroje. Východiskový bod našej regresnej analýzy predstavuje Pearsonova korelačná matica, ktorou preskúmame silu lineárnej korelácie medzi rôznymi premennými. Táto kvantitatívna metóda zároveň poslúži ako základ pre následnú podrobnejšiu ekonometrickú analýzu.

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 * \sum(y_i - \bar{y})^2}}$$

Kde:

 r = Pearsonov korelačný koeficient x = nezávislá premenná y = závislá premenná

Zdroj: Cohen (2009)

Vo výskume bol ďalej aplikovaný ekonometrický model OLS pre viacnásobnú lineárnu regresiu (MLR), ktorý bol nadefinovaný v nasledujúcom vyjadrení podľa východiskového vzorca od Olive (2017) a súboru kontrolných premenných od Khana (2012) a Longa (2024):

$$S\&P500 = \beta_0 + \beta_1 * AI_patent + \beta_2 * bonds + \beta_3 * GDP_growth + \beta_4 * oil_price + \beta_5 * inflation + \beta_6 * interest_rates + u$$

Kde:

β_0 = východisková konštanta,

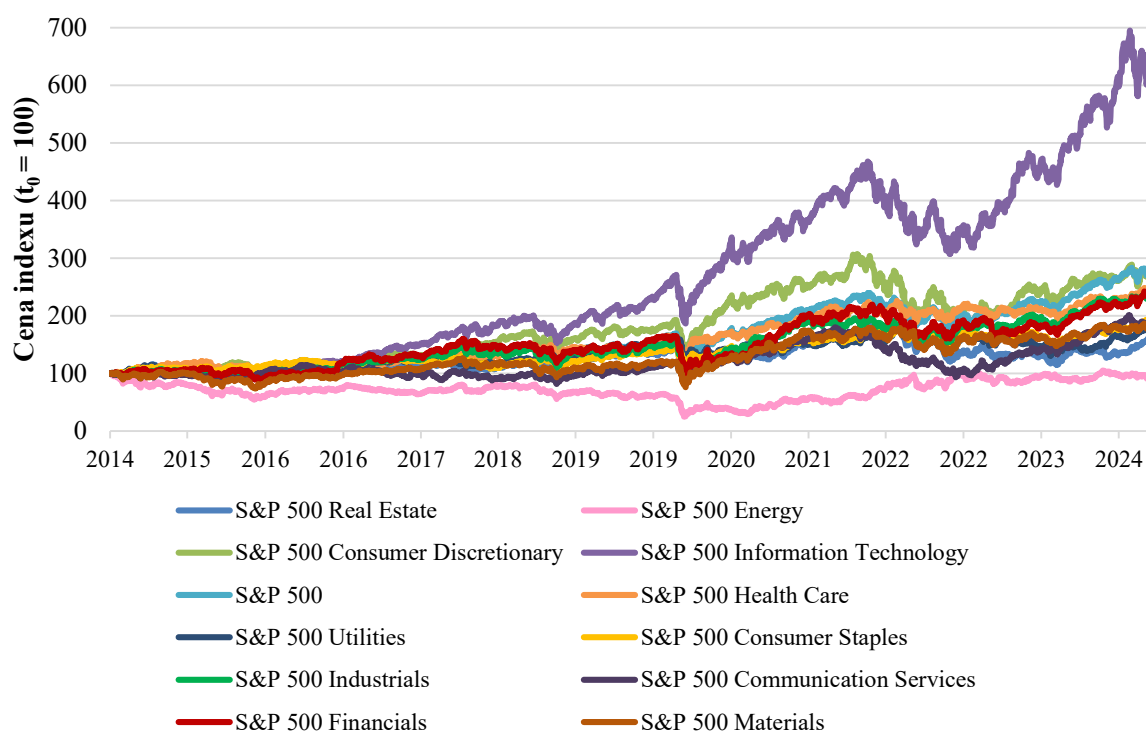
$\beta_{1,2,...,k}$ = regresné koeficienty,

u = náhodný poruchový člen.

Závislú premennú v modeli zastupuje priemerný mesačný výnos sektorových subindexov indexu S&P 500, zahŕňajúceho 500 najväčších spoločností kótovaných na burzách v Spojených štátoch. Hlavnou nezávislou premennou je pre identifikovanie vplyvu rozvoja AI počet mesačne registrovaných AI patentov, ktorý bude doplnený súborom makroekonomických kontrolných premenných z literatúry venovanej cenovým modelom akcií (Khan, 2012; Ho & Loualiche, 2022; Long, 2024).

3 Výsledky a diskusia

Prvú časť interpretácie výsledkov venujeme zhodnoteniu grafickej analýzy na vizuálne porovnanie výkonnosti indexu S&P 500 a jeho 11 sektorov za dlhé obdobie, ktoré nám umožní posúdiť, ako sa vyvíjalo ocenenie jednotlivých sektorov v čase technologických inovácií poháňaných AI patentmi. Aby sme boli schopní porovnať mieru tohto medzi sektorového rastu navzájom, bolo nevyhnutné vychádzať zo zobrazenia so spoločnou počiatočnou hodnotou 100. Ako na výslednom grafe č. 1 vidíme, výrazné najvyšší rast zaznamenal podľa očakávaní sektor informačných technológií, ktorý v dlhodobom horizonte 10 rokov zaznamenal historický nárast ceny o 503,17 %.

Graf č. 1: Historický vývoj cien indexu S&P 500 a jeho 11 sektorov

Zdroj: vlastné spracovanie podľa Bloomberg markets (2024)

Pri následnom porovnaní rastu v kratšom horizonte najintenzívnejšieho rozvoja AI za posledné približne 2 roky, môžeme ďalej v tabuľke č. 3 vidieť, že IT sektor dosiahol maximálnu výnosnosť aj v tomto kratšom období, počas ktorého cena narástla o približne 47,3 %. Z hľadiska ďalších sektorov s vysokou mierou rastu treba spomenúť sektor komunikačných služieb s rastom o 44,90 %. Výkon tohto sektora pritom možno pripísať práve aj súvislosti s revolúciou AI, najmä v kontexte integrácie AI do digitálnej reklamy, sociálnych sietí a internetových platforiem. Ďalší významný rast zaznamenal aj celkový index S&P 500, ako aj finančné a priemyselné sektory, ktoré dnes síce tiež ťažia z efektívnosti poháňanej umelou inteligenciou, ale ich miery rastu naznačujú menej významný vplyv v porovnaní so sektormi viac zameranými na technológie a spotrebu.

Najmenší rast z 11 sektorov naopak v krátkom období zaznamenali sektory nehnuteľností (0,40 %) a verejné služby (3,77 %). Tieto tradične stabilné sektory sú menej ovplyvnené špekulatívnym charakterom technologických investícií a ich ocenenia sú založené primárne na základných ekonomických fundamentoch a defenzívnych stratégiách investorov.

Tabuľka č. 3: Komparácia výnosnosti sektorov indexu S&P 500

Sektor	2-ročná výnosnosť (obdobie AI rozvoja)	10-ročná výnosnosť (dlhodobý horizont)
Information technology	47,31 %	503,17 %
Communication Services	44,90 %	70,03 %
Financials	23,67 %	153,11 %
Consumer Discretionary	15,01 %	179,63 %
Energy	11,77 %	57,49 %
Industrials	11,37 %	141,77 %
Health Care	9,77 %	143,16 %
Materials	5,71 %	96,71 %
Consumer Staples	5,21 %	111,97 %
Utilities	3,77 %	79,11 %
Real Estate	0,40 %	77,03 %
S&P 500	24,27 %	171,95 %

Zdroj: vlastné spracovanie podľa Yahoo Finance (2024)

Pri širšom pohľade na porovnanie sektorových výnosnosti tak môžeme skonštatovať, že na akciových trhoch zaznamenávame pomerne výrazný vplyv takzvaných efektov prelievania (*spill over*) z oblasti AI aj do iných sektorov využívajúcich túto technológiu. Toto tvrdenie je založené na pozorovaní, že patenty AI, ktoré sú priamo spojené s IT sektorom indexu S&P 500, vystupujú ako akcelerátor výnosnosti aj v iných príbuzných sektoroch, a to najmä vďaka medzisektorovým aplikáciám, ktoré rozširujú pozitívny vplyv inovácií nad rámec pôvodného sektora. Podľa literatúry sú tieto presahy poháňané kombináciou priamej integrácie technológií AI, špekulatívnych investícií a očakávaným rastom produktivity (Ho, 2023). Naopak, sektory s nižším rastom sú vystavené len obmedzenej miere transformácií zo strany AI a priťahujú konzervatívnejšie investície. Pochopenie tejto dynamiky je rozhodujúce pre investorov, ktorí sa snažia orientovať v súčasnom prostredí trhu formovanom revolúciou AI.

Poslednou časťou našej sektorovej komparácie bola regresná analýza skúmajúca vplyv samotného rastúceho počtu zaregistrovaných AI patentov v USA na cenotvorbu 11 sektorov indexu S&P 500. V rámci prvej korelačnej matice zobrazenej v tabuľke č. 4 pozorujeme pri 10 % hladine významnosti ($p < 0.10$) silnú pozitívnu koreláciu medzi patentmi AI a výkonnosťou sektora informačných technológií ($r = 0,91$), ako aj iných už spomínaných rýchlo rastúcich sektorov komunikácií ($r = 0,88$) a financií ($r = 0,75$). Táto vysoká korelácia naznačuje, že so zvyšujúcim sa počtom AI patentov dochádza k značnému nárastu výkonnosti akcií týchto sektorov. Okrem toho pozorujeme silné pozitívne korelácie aj medzi sektormi navzájom, čo indikuje, že AI pokroky neprospievajú len sektoru IT, ale vytvárajú aj vedľajšie efekty v prepojených sektoroch, čím AI vystupuje ako katalyzátor ziskovosti na širšom trhu.

Tabuľka č. 4: Korelačná matica vplyvu AI patentov na vývoj najrýchlejšie rastúcich sektorov

Variables	(1)	(2)	(3)	(4)
(1) AI_patents	1.000			
(2) information_tech	0.911	1.000		
(3) communications	0.881	0.987	1.000	
(4) financials	0.759	0.744	0.754	1.000

Zdroj: vlastné spracovanie

V neposlednom rade boli pre akciový index S&P 500 a jeho 11 sektorov zrealizované individuálne viacnásobné OLS regresné modely zahrňajúce už aj súbor kontrolných premenných. V prvom kroku bola potvrdená stacionarita časových radov, ktorá umožnila ekonometrické modely interpretovať bez nutnosti použitia logaritmickej transformácie.

Tabuľka č. 5: Súhrnné výsledky ekonometrických modelov pre sektory indexu S&P 500

Akciový index (y)	β_1 (AI_patent)	Signif.	R ² (R Square)
Information technology	0,79	**	0,85
Communication Services	0,64	*	0,76
Financials	0,52	*	0,71
Consumer Staples	0,47	**	0,67
Consumer Discretionary	0,39	**	0,60
Health Care	0,35	*	0,57
Industrials	0,30	*	0,55
Materials	0,25	*	0,50
Utilities	0,28	**	0,53
Energy	0,20	***	0,48
S&P 500	0,45	**	0,62

Zdroj: vlastné spracovanie

Vychádzajúc zo súhrnných výsledkov regresných modelov zobrazených v tabuľke č. 5 je možné potvrdiť hypotézu, že patenty AI majú na 5 % hladine významnosti ($p < 0.05$) najvýznamnejší pozitívny vplyv na sektor informačných technológií ($\beta_1 = 0,79$), čo indikuje, že v porovnaní s čistou koreláciou na úrovni 0,911 bola časť variability ceny indexu vysvetlená zahrnutými kontrolnými premennými ako je rast HDP, výška úrokových sadzieb či miera nezamestnanosti. Zároveň výsledok vykázal aj najvyššiu vypovedaciu schopnosť ($R^2 = 0,85$), čo naznačuje, že patenty AI vysvetľujú 85 % variability vo výnosoch IT sektora. Sektory komunikačných služieb a finančné sektory tesne nasledujú s koeficientmi β_1 na úrovni 0,64 a 0,52 a vysokými hodnotami R^2 (0,76 a 0,71), čo potvrdzuje efekty prelievania účinkov umelej inteligencie aj mimo technologického sektora, ako už bolo identifikované prostredníctvom korelačnej matice.

Je pritom zaujímavé, že po kontrole iných relevantných premenných dosahuje výraznejší vplyv ($\beta_1 = 0,47$, $R^2 = 0,68$) aj sektor spotrebného tovaru (*Consumer Staples*), čo signalizuje, že AI poháňa rast v odvetviach nielen so spotrebnými službami, ale aj tovarom, pravdepodobne prostredníctvom automatizácie a pokrokov v e-commerce. Iné sektory, ako napríklad zdravotníctvo a priemysel, vykazujú mierny vplyv, zatiaľ čo už spomínané tradične menej technicky orientované sektory ako energetika, verejné služby a nehnuteľnosti vykazujú najmenšie, ale stále pozitívne vzťahy s AI inováciami. Celkovo tieto výsledky odrážajú skutočne široký vplyv AI naprieč väčšiny sektorov ekonomiky, hoci jej účinky zostávajú najvýraznejšie v odvetviach zameraných na technológie.

V záverečnom kroku výskumu boli úspešne otestované kvalitatívne predpoklady modelu ako je normalita, nezávislosť reziduálov, homoskedasticita či multikolinearita nezávislých premenných, pri ktorej ako jedinej z uvedených, boli zaznamenané hraničné hodnoty testu VIF blízke 10, ktoré ale možno logicky zdôvodniť skutočnosťou, že ekonomické premenné použité v modeli spolu vzájomne súvisia a interagujú v rámci jednej ekonomiky.

Záver

Predmetný príspevok sa zaoberal analýzou a zhodnotením toho, ako rastúci rozvoj technológie umelej inteligencie (AI) ovplyvňuje výkonnosť akcií v rôznych sektoroch. Na tomto základe bolo cieľom výskumu zistiť, či vývoj inovácií AI, meraný počtom nových patentov, pozitívne ovplyvňuje ceny akcií technologických spoločností v indexe S&P 500 a určiť, či je tento vplyv obmedzený výhradne na technologický sektor alebo sa rozšíril aj do iných sektorov.

Na dosiahnutie stanoveného cieľa bola použitá viacúrovňová sektorová komparácia využívajúca grafické aj regresné metódy ekonometrického modelovania na vyhodnotenie vplyvu rozvoja AI v 11 sektoroch akciového indexu S&P 500. Regresná analýza konkrétne skúmala vzťah medzi počtom AI patentov a výnosmi jednotlivých sektorov, pričom pre robustnosť boli do ekonometrických modelov pridané aj kontrolné premenné. Výsledky ukázali, že sektor informačných technológií mal najvyšší pozitívny vplyv s koeficientom $\beta_1 = 0,79$, čo potvrdilo, že AI inovácie najviac prispievajú k ziskovosti v tomto priamo súvisiacom sektore. Okrem toho, konzistentne vyššie koeficienty vykázali aj sektory komunikačných služieb (0,64) a finančných spoločností (0,52), naznačujúc, že vplyv AI postupne presahuje technologický sektor a zaznamenáva takzvané spill-over efekty prelievania aj do iných sektorov. Na druhej strane ako sektory s najnižším vplyvom AI boli vo výskume identifikované oblasti energetiky (0,64), verejných služieb (0,64) a nehnuteľností (0,64), ktoré

sú v dôsledku menšej reakcie na nové trendy vhodné pre viac defenzívne stratégie konzervatívnejších investorov.

Výskum má určité obmedzenia, vrátane limitovaného počtu pozorovaní a skutočnosti, že AI patenty nevysvetľujú plnú variabilitu výkonnosti akcií, čo sa odráža v koeficientoch R^2 . Iné premenné a špecifické sektorové charakteristiky môžu tiež ovplyvniť výnosy a mali by sa v ďalšom výskume zohľadniť. Budúci výskum by preto mohol rozšíriť model zahrnutím nových premenných, ako sú mikroekonomické veličiny, výdavky na výskum a vývoj, či čoraz populárnejšie behaviorálne faktory cez experimentálne skúmanie investorského sentimentu. Rovnako môže byť doplnené porovnanie vplyvu AI na sektory v rôznych krajinách, ktoré by mohli poskytnúť ešte komplexnejšie pochopenie rôznorodosti úlohy AI na finančných trhoch.

Zistenia výskumu súhrne predstavujú významné implikácie pre investorov a ich nadväzujúcu potrebu sektorovo špecifických investičných stratégií. Na základe uvedených výsledkov je preto v závere príspevku odporúčané zvážiť takúto sektorovú diferenciáciu pri investovaní v období aktuálneho AI investičného fenoménu. V rámci diverzifikácie portfólia by v tomto zmysle investori mali zostavovať portfólia, ktoré jednak ťažia z úspechu sektorov poháňaných umelou inteligenciou, ako je IT, komunikácie či financie, a zároveň prostredníctvom hedgingu zabezpečiť riziko cez alokáciu zdrojov aj do sektorov, ktoré sú menej ovplyvnené volatilnými technologickými trendmi.

Dedikácia

Tento príspevok je súčasťou výskumného projektu VEGA č. 1/0781/21 „Cenové modely na trhoch s dátami - experimentálny prístup“.

Literatúra

1. **Bloomberg Markets.** (2024). *Stocks - S&P 500 INDEX*. Available 17. 10. 2024, from <https://www.bloomberg.com/quote/SPX:IND>.
2. **Brown, J., Smith, A., & Williams, R.** (2023). *Advances in Artificial Intelligence: A Decade of Growth*. Cambridge University Press.
3. **Buchanan, B.** (2019). A (Very) Short History of Artificial Intelligence. *AI Magazine*, 39(2), 75–80. <https://doi.org/10.1609/aimag.v40i2.2844>.
4. **Caginalp, G., & Ilieva, V.** (2008). Speculative Bubbles and Momentum Trading in Technology Stocks. *Journal of Behavioral Finance*, vol. 9(3), p. 122–135.
5. **Cohen, I. et al.** (2009). *Pearson Correlation Coefficient. Noise Reduction in Speech Processing*. Springer Topics in Signal Processing. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-00296-0_5

6. **Dowling, M., & Lucey, B.** (2023). The impact of AI on financial markets: Opportunities and challenges. *Journal of Financial Technology*, 12(3), 215–230. <https://doi.org/10.1016/j.fintech.2023.05.008>
7. **Dwivedi, Y. K., et al.** (2023). Artificial Intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice, and policy. *International Journal of Information Management*. vol. 57, 101994. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.101994>
8. **Federal Reserve Bank of St. Louis & U.S. Bureau of Economic Analysis.** (2023). *FRED Economic Series*. Available 17.10. 2024, from <https://fred.stlouisfed.org/series/>
9. **Ho, C.** (2023). Research on interaction of innovation spillovers in the AI, Fin-Tech, and IoT industries: considering structural changes accelerated by COVID-19. *Financial Innovation*, vol. 9. <https://doi.org/10.1186/s40854-022-00403-z>
10. **Ho, P. & Loualiche, E.** (2022). Bubbles and the Value of Innovation. *Journal of Financial Economics*, 145(1), p. 71–79. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2022.04.006>
11. **Hu, W.** (2023). *OpenAI's Valuation Soars as ChatGPT Reaches 100 Million Users*. The Wall Street Journal. Available 17. 10. 2024, from <https://www.wsj.com/articles/openai-valued-at-29-billion-after-chatgpt-success-11675160318>
12. **Chakravarty, A., & Michailidis, G.** (2024). AI and Market Transformations: A New Wave of Financial Innovation. *Journal of Finance and Technology*, 29(1), 99–115.
13. **Khan, M.N. & Zaman, S.** (2012). Impact of Macroeconomic Variables on Stock Prices. *Advances in Intelligent and Soft Computing*, vol 143. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-27966-9_32
14. **Kindleberger, C. P., & Aliber, R. Z.** (2005). *Manias, Panics, and Crashes: A History of Financial Crises* (5th ed.). Palgrave Macmillan.
15. **Kochetkov, M., & Akhatova, A.** (2022). The Rise of the Magnificent 7: AI Giants and Market Valuations. *Harvard Business Review*, 34(6), 78–92.
16. **Levy, D.** (2017). *Technological Bubbles in the Digital Age*. Princeton University Press.
17. **Long, W., et al.** (2024). A hybrid model for stock price prediction based on multi-view heterogeneous data. *Financial Innovation*. 10, 3. <https://doi.org/10.1186/s40854-023-00519-w>
18. **Malkiel, B. G.** (2015). *A Random Walk Down Wall Street* (11th ed.). W.W. Norton & Company.
19. **Ofek, E., & Richardson, M.** (2003). DotCom Mania: The Rise and Fall of Internet Stock Prices. *Journal of Finance*, 59 (3), 1117–1137.
20. **Olive, J., et al.** (2017). *Multiple Linear Regression*. In: Linear Regression. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-55252-1_2
21. **OpenAI.** (2023). *GPT-3.5 and Beyond: The Evolution of Language Models*. *OpenAI Research Blog*. Available 17. 10. 2024, from <https://openai.com/blog/gpt-3-5/>
22. **Pástor, L., & Veronesi, P.** (2006). Technological Revolutions and Stock Prices. *American Economic Review*, 96(4), 1417–1438.

23. **Russell, S., & Norvig, P.** (2016). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (3rd ed.). Pearson Education.
24. **Shiller, R. J.** (2000). *Irrational Exuberance*. Princeton University Press.
25. **Stanford University.** (2024). *Artificial Intelligence Index Annual Report 2024*. Available 17. 10. 2024, from <https://aiindex.stanford.edu/report/>
26. **The Economist.** (2023). *NVIDIA and the AI Boom: Record Returns and a New Market Leader*. The Economist. Available 17. 10. 2024, from <https://www.economist.com/nvidia-ai-boom>
27. **Yahoo Finance.** (2024). *Markets*. Available 17. 10. 2024, from <https://finance.yahoo.com/>

Kontakt

Ing. Sandra Matušovičová, MSc.
Ekonomická univerzita v Bratislave
Národohospodárska fakulta, Katedra financií
Dolnozemska cesta 1
85235 Bratislava
Slovenská republika
sandra.matusovicova@euba.sk