

Výkonnosť digitálnej transformácie podnikov v krajinách EÚ

doc. Ing. Martina Mokrišová, PhD.*

Prešovská univerzita v Prešove

Fakulta manažmentu, ekonomiky a obchodu

Konštantínova 16, 080 01 Prešov, Slovakia

martina.mokrisova@unipo.sk

doc. Ing. Jarmila Horváthová, CSc.

Prešovská univerzita v Prešove

Fakulta manažmentu, ekonomiky a obchodu

Konštantínova 16, 080 01 Prešov, Slovakia

jarmila.horvathova@unipo.sk

Ing. Nikola Kottferová

Technická univerzita v Košiciach

Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií

Park Komenského 19, 042 00 Košice

nikola.kottferova@student.tuke.sk

Abstrakt

Proces digitálnej transformácie nadobúda v poslednom období rastúce tendencie. Vo vzťahu k dosahovaniu výkonnosti podnikov zohráva digitálna transformácia významnú úlohu najmä v podnikateľskom prostredí. Zavádzanie prvkov digitalizácie do života firiem je významné, a to najmä z pohľadu dosahovania ich lepších ekonomických a finančných výsledkov. Cieľom štúdie bolo zistiť výkonnosť digitálnej transformácie v podnikoch krajín EÚ v obdobiach pred, počas a po pandémie COVID-19. Na meranie týchto charakteristík v čase bol aplikovaný Malmquistov index (MI), ktorý je založený na princípoch metódy Data Envelopment Analysis (DEA). Výsledky štúdie poukazujú na význam dynamického merania efektívnosti digitálnej transformácie vo vzťahu k meraniu finančnej výkonnosti podnikov. Významné výsledky boli potvrdené aj v oblasti merania a analýzy efektívnosti využívania už zavedených prvkov digitalizácie, ako aj hodnotenia zavádzania nových technologických prvkov. Prínosom výskumu je zistenie, že aplikácia dynamického modelu merania efektívnosti je vhodná a jeho výsledky sú relevantné pre východiská budúceho vývoja výkonnosti podnikov krajín EÚ.

Kľúčové slová

Data Envelopment Analysis, digitalizácia, finančná výkonnosť, Malmquistov index, technická zmena, technologická zmena

Informácia

Príspevok je čiastkovým výstupom riešenia projektu VEGA 1/0449/24 „Návrh integrovaného systému merania udržateľnej výkonnosti podnikov v ére digitalizácie“.

1. Úvod

Digitálna ekonomika ovplyvňuje vzájomné interakcie medzi podnikmi a urýchľuje priebeh ako samotného obchodu, tak aj rôznych súvisiacich transakcií. Pomáha tiež prekonávať prekážky vstupu na trh, poskytuje konkurenčné výhody spoločnostiam a v konečnom dôsledku znižuje náklady (Stavytskyy a kol., 2019; In Kiseľáková a kol., 2021, s. 2). Pod pojmom digitálna ekonomika môžeme rozumieť ekonomickú aktivitu, ktorá je výsledkom miliárd denných online spojení medzi ľuďmi, podnikmi, zariadeniami, dátami a procesmi. Základom digitálnej ekonomiky je hyperkonektivita, čo znamená rastúcu prepojenosť ľudí, organizácií a strojov v dôsledku internetu, mobilných technológií a internetu vecí (Oloyede a kol., 2023). Digitálna ekonomika sa neustále formuje a je determinovaná štruktúrou a rýchlosťou procesu digitalizácie a digitálnej transformácie.

V súčasnosti je téma digitalizácie a digitálnej transformácie v Európskej únii vysoko aktuálna. V rámci monitorovania digitálneho pokroku boli publikované dôležité správy o digitalizácii a digitálnej transformácii. V roku 2021 Európska komisia navrhla cestu k Digitálnemu desaťročiu, ktorá sa riadi Digitálnym kompasom 2030. Toto oznámenie Európskej komisie jasne stanovuje priority a zabezpečuje tak úspešnú digitálnu transformáciu Európy (European Commission, 2024a; Furlan, 2022). Ciele a zámery Digitálnej agendy 2030 sú štruktúrované podľa štyroch hlavných oblastí: digitálne zručnosti, digitálna infraštruktúra, digitálna transformácia podnikov a digitalizácia verejných služieb (European Commission, 2024b). S týmito cieľmi boli v roku 2021 zosúladené kľúčové ukazovatele indexu DESI, ktorý je jedným z kľúčových nástrojov na sledovanie a meranie digitálnej transformácie v členských krajinách EÚ (Bittner a kol., 2022). V tejto štúdii bola digitálna transformácia podnikov v krajinách EÚ hodnotená s využitím vybraných ukazovateľov vychádzajúcich z Digitálneho kompasu a indexu DESI.

Pri meraní efektívnosti digitálnej transformácie spoločností podnikajúcich v krajinách EÚ bola vo viacerých štúdiách (Lungu a kol., 2022; Kao a kol., 2022; Krstic a kol., 2023; Rejman Petrovic a kol., 2024) použitá metóda Data Envelopment Analysis (DEA). Malmquistov index, ktorý je založený na metodike DEA, ponúka v porovnaní s DEA určité výhody. Najdôležitejšou výhodou je, že s jeho využitím je možné vypočítať zmenu technickej efektívnosti a technologickú zmenu. Navyše, pri aplikácii Malmquistovho indexu je možné porovnať výsledky efektívnosti v dvoch obdobiach. V literatúre bola nájdená iba jedna aplikácia Malmquistovho indexu založeného na DEA v príbuznej oblasti (Bozkurt a kol., 2021). Cieľom tejto štúdie je preto vyplniť medzeru vo výskume aplikáciou Malmquistovho indexu pri hodnotení výkonnosti digitálnej transformácie prebiehajúcej v podnikoch krajín EÚ v obdobiach pred, počas a po pandémie COVID-19. Výskum bol prioritne zameraný na finančnú výkonnosť. V predchádzajúcich štúdiách boli pri skúmaní vzťahu digitálnej transformácie a výkonnosti podnikov najčastejšie použité tieto finančné meradlá výkonnosti: Tržby (Grijalba a kol., 2024), Rentabilita majetku (ROA) a Rentabilita vlastného kapitálu (ROE) (Maury, 2022; Zhang a kol., 2022; Guo a kol., 2023), Rentabilita tržieb (ROS) (Wang a kol., 2020), Rentabilita investovaného kapitálu (ROI) (Wang a kol., 2020) alebo obrat majetku (Li a kol., 2022). V tejto štúdii boli aplikované inovatívne meradlá finančnej výkonnosti berúce do úvahy hodnotu podniku.

2. Teoretické východiská skúmanej problematiky

V rámci teoretických východísk je potrebné venovať pozornosť vymedzeniu pojmu výkonnosť podniku. Iba na základe poznania obsahu tohto pojmu je možné skúmať vplyv digitálnej transformácie na zmeny výkonnosti. Koncepcia výkonnosti organizácie si v posledných desaťročiach získala veľkú pozornosť (Ion a Criveanu, 2016). Literatúra ponúka rôzne definície tohto pojmu. Fibírová a Šoljaková (2005) uvádzajú, že pojem výkonnosť je používaný v súvislosti s vymedzením samotnej podstaty existencie podniku v trhovom prostredí, jeho úspešnosti a schopnosti prežitia v budúcnosti. Grüning (2002; In Ghalem, 2016) definuje

výkonnosť podniku ako schopnosť podniku dosahovať ciele. Konštatuje, že z toho dôvodu je výkonnosť ovplyvnená výsledkami v širšom zmysle, ale aj zodpovedajúcim stanovením cieľov. Rovnako aj Dwight (1999) spája výkonnosť podniku s úrovňou dosahovania jeho cieľov.

Sedláček a kol. (2012) uvádzajú, že pojem výkonnosť je spájaný s výkonom, teda s realizovaným výstupom danej firmy a výkonnosť je možné pomerne ľahko vyčíslieť a následne ďalej analyzovať. Tento názor podrobnejšie rozpracovali Richard a kol. (2009), ktorí tvrdia, že výkonnosť organizácie zahŕňa tri oblasti podnikateľského výstupu: finančnú výkonnosť (meraná ziskom, návratnosťou aktív atď.), výkonnosť trhu produktov (meraná podielom na trhu, tržbami atď.) a prínos pre akcionárov (meraný celkovou návratnosťou akcionárov, ekonomickou pridanou hodnotou a ďalšími meradlami). V súlade s uvedeným sa Neumaierová (2003) stotožňuje s vymedzením výkonnosti podnikov ako prínosom pre akcionárov. Vo svojej štúdii uvádza, že výkonnosť podniku determinuje jeho hodnotu. Aby sa zvýšila hodnota podniku, je potrebné zvyšovať jeho výkonnosť. Podľa tejto teórie je podnik nástrojom, ktorého úlohou je zhodnotenie kapitálu jeho vlastníkov. Rovnako Smith a Reece (1999) definujú výkonnosť podniku ako schopnosť uspokojiť očakávania hlavných záujmových skupín, tzv. stakeholderov. Rovnako k definícii výkonnosti pristupuje Valach (1998), ktorý poukazuje na to, že dôležitý je účastník, pre ktorého sa hodnotenie výkonnosti robí, či je to zákazník alebo vlastník. Výkonnosť z pohľadu vlastníka je možné definovať ako schopnosť podniku čo najlepšie zhodnotiť investície vložené do jeho podnikateľských aktivít (Neumaierová a Neumaier 2002). Definíciu z pohľadu vlastníka uvádza vo svojej štúdii aj Porter (1996; In Taouab a Issor, 2019).

Okrem prístupu k definovaniu výkonnosti z pohľadu prínosu pre akcionárov je potrebné vziať do úvahy aj prístup zameraný na finančnú výkonnosť, pričom je potrebné konštatovať, že sa vzájomne nevylučujú. Na dôležitosť merania výkonnosti z finančného hľadiska upozorňuje Neumaierová (2003), podľa ktorej všetko, čo sa v podniku odohráva, skôr alebo neskôr dostane finančný rozmer a prejaví sa vo finančnej výkonnosti podniku. Aj podľa autorov Venkatraman a Ramanujam (1986) je jednou z najviac skúmaných oblastí výkonnosti spoločnosti práve jej finančná zložka. Finančnú výkonnosť je možné zdefinovať z rôznych uhlov pohľadu. Predstavuje zabezpečenie inkasa finančných zdrojov, ktoré sú viazané v pohľadávkach a ich následnú alokáciu, ktorá je meraná kapitálovou primeranosťou, likviditou, solventnosťou, efektívnosťou, pákovým efektom a ziskovosťou. Finančná výkonnosť je aj schopnosť podniku riadiť a kontrolovať vlastné zdroje. Peňažný tok, majetok a kapitál, kapitálová zmena, hospodársky výsledok môžu byť základnými informáciami pre podnikových manažérov pri ich rozhodovaní v oblasti dosahovania finančnej výkonnosti. Podľa autorov Orobias a kol. (2020) finančná výkonnosť odráža efektívnosť riadenia a efektívnosť využívania zdrojov spoločnosti. Podľa niektorých autorov je finančná výkonnosť schopnosť podnikov realizovať svoju činnosť efektívne s cieľom dosiahnuť zisk, prežiť a rásť (Orobias a kol., 2020). V tomto smere je nevyhnutné akceptovať príležitosti a hrozby z prostredia (Pike a Roos, 2004). Podľa autorov Malik a Nadeem (2014) finančná výkonnosť predstavuje analýzu a meranie dosahovania finančných cieľov podniku. Finančný prístup k hodnoteniu výkonnosti je zameraný najmä na meranie hodnôt ukazovateľov. Preto je z pohľadu analýzy dopadov zavádzania a využívania prvkov digitalizácie na výkonnosť podnikov výrazne jednoduchšie zamerať sa na finančné meradlá výkonnosti. Aj podľa Didina (2018) je dôležité v danej oblasti venovať pozornosť finančným analýzám, aby bolo správne pochopené finančné správanie firmy a správne zdefinovaná jej finančná výkonnosť vo vzťahu k digitálnej transformácii.

2.1 Výkonnosť a digitalizácia

Štúdia Thanh (2022) je prvou, ktorá empiricky skúmala spojenie digitálnej transformácie a finančného rozvoja. Štúdia naznačuje dôležitosť digitálnej transformácie nielen v podnikateľskom, ale aj vo verejnom sektore. Autori poukazujú na skutočnosť, že meraním krátkodobých a dlhodobých dopadov digitalizácie sa

© Published by Journal of Global Science.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. The moral rights of the named author(s) have been asserted.

dá potvrdiť, že e-commerce a e-government majú dlhodobý priaznivý vplyv na finančné trhy, respektíve výkonnosť finančných inštitúcií.

Digitalizácia predstavuje nový hnací motor výkonnosti podnikov, preto je potrebné začleniť ju k meradlám a indikátorom ich výkonnosti (Fernández-Portillo a kol., 2017). Rovnako Zhai a kol. (2021) potvrdili, že proces digitálnej transformácie má vplyv na výkonnosť podniku.

Zhang a kol. (2021) potvrdili, že digitálne technológie podporujú efektívnosť podnikovej výroby prostredníctvom znižovania nákladov, zvyšovania efektívnosti a inovácií. Vo svojej štúdií Lin a Xie (2023) potvrdili vplyv zavádzania a využívania prvkov digitalizácie na efektívnosť podnikov energetického priemyslu. Neexistuje jednoznačný konsenzus o účinkoch digitálnej transformácie na výkonnosť firmy. Niektoré štúdie tvrdia, že digitálna transformácia môže výrazne zvýšiť výkonnosť firmy (Heredia a kol., 2022), zatiaľ čo iné sa domnievajú, že digitálna transformácia nemá žiadny významný vplyv na výkonnosť firmy (Curran, 2018), alebo dokonca negatívne ovplyvňuje výkonnosť firmy (Viète a Erdsiek, 2020). Avšak viacerí autori potvrdili najmä pozitívny vplyv digitálnej transformácie na výkonnosť podnikov. Napríklad Tohanean a kol. (2018) tvrdia, že digitálne technológie majú veľký vplyv na dnešnú výkonnosť podnikania. Títo autori na príklade nemeckej spoločnosti demonštrovali, že digitalizácia vedie k poskytovaniu bezpečnejších produktov pre zákazníkov a dosahovaniu lepších výsledkov. Medzi najdôležitejšie digitálne ovládače patria sociálne médiá, big data, cloud computing a internet vecí. Podobne Ribeiro Navarrete a kol. (2021) potvrdili, že využívanie a aktualizácia sociálnych sietí, vysoká úroveň vzdelávania v oblasti digitálnych zručností a zamestnávanie starších manažérov môže zvýšiť výkonnosť spoločnosti. Sommarberg a Mäkinen (2019) poukázali na dôležitosť zavedenia prvkov digitalizácie pre tvorbu hodnoty spoločnosti. Kádárová a kol. (2023) poukázali na dôležitosť digitalizácie pre zlepšenie efektívnosti obchodných procesov, zvýšenie produktivity podnikov a zlepšenie spokojnosti zákazníkov. Jardak a Ben Hamad (2022) skúmali vplyv digitálnej transformácie na finančnú výkonnosť firmy. Zistili, že podniky, ktoré využijú prvky digitálnej transformácie, môžu v krátkodobom horizonte čeliť určitým finančným ťažkostiam, ktoré negatívne ovplyvnia ich rentabilitu majetku (ROA) a rentabilitu vlastného kapitálu (ROE), ale z dlhodobého hľadiska môžu maximalizovať svoju výkonnosť (zachytenú Tobinovým Q) a zlepšiť svoju trhovú hodnotu. Li a kol. (2023) skúmali vzťah medzi digitálnou transformáciou a finančnou výkonnosťou výrobných podnikov prostredníctvom deskriptívnej štatistiky, korelačnej analýzy, viacrozmernej lineárnej regresnej analýzy a testovania vplyvu fáz digitálnej transformácie na finančnú výkonnosť podnikov, pričom brali do úvahy výrobné spoločnosti kótované na burze, ktoré implementujú digitálnu transformáciu. Digitálna transformácia výrobných podnikov má významný vplyv aj na prevádzkovú výkonnosť podnikov. V prípade niektorých ukazovateľov výkonnosti sa však môže spočiatku objaviť aj negatívny vplyv, v dôsledku investícií do oblasti digitalizácie. Avšak tento negatívny vplyv sa časom pomaly znižuje a postupne sa stáva pozitívnym.

2.2 Efektívnosť digitálnej transformácie

V poslednej časti teoretických východísk je potrebné zamerať sa na vymedzenie efektívnosti digitálnej transformácie. Niekoľko štúdií skúmalo efektívnosť digitalizácie alebo digitálnej transformácie prebiehajúcej v podnikoch, ako aj v krajinách. Krstic a kol. (2023) merali efektívnosť využívania IKT v podnikoch z krajín EÚ. V rokoch 2012 až 2020 merali efektívnosť pomocou modelu DEA a vykonali analýzy robustnosti výsledkov efektívnosti pomocou metódy bootstrap. Podľa ich výsledkov najvyššiu priemernú technickú efektívnosť dosiahli Belgicko a Dánsko. Na druhej strane najnižšiu technickú efektívnosť zaznamenali Rumunsko, Bulharsko, Lotyšsko a Grécko. Rejman Petrovic a kol. (2024) tiež aplikoval model DEA kombinovaný s bootstrap metodikou na meranie efektívnosti využívania IKT technológií v podnikoch v Srbskej republike. Lungu a kol. (2022) aplikovali DEA na meranie efektívnosti digitalizácie v podnikoch, pričom výskum

© Published by Journal of Global Science.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. The moral rights of the named author(s) have been asserted.

realizovali na vzorke 47 krajín. Výsledky ich štúdie identifikovali Japonsko, ako najvýznamnejšieho predstaviteľa digitálnej transformácie. Kao a kol. (2022) tiež aplikovali DEA na skúmanie efektívnosti implementácie digitálnej transformácie v taiwanských firmách. Integrovaný prístup k hodnoteniu podnikovej digitálnej transformácie navrhli Kuntsman a Arenkov (2019). Ich prístup bol založený na kombinácii niekoľkých kvantitatívnych a kvalitatívnych metód vrátane metód investičnej analýzy a priamych a nepriamych nákladov na kapitál, ako aj Balanced Scorecard.

Je možné spomenúť aj niekoľko aplikácii modelu DEA v oblasti analýzy efektívnosti digitálnej transformácie krajín. Efektívnosť digitalizácie krajín EÚ merali Georgescu a kol. (2022), ktorý použil údaje z DESI a Stringenciho indexu a vytvoril model DEA CRS (DEA Constant Returns to Scale – DEA model s konštantnými výnosmi z rozsahu). Výsledkom ich štúdie bolo identifikovanie 8 efektívnych krajín medzi členskými štátmi EÚ, ktoré možno považovať za referenčné jednotky pre neefektívne krajiny. Efektívnosť digitalizácie v krajinách EÚ meral aj Yalcin (2021). Vstupy jeho modelu DEA VRS (DEA Variable Returns to Scale – DEA model s variabilnými výnosmi z rozsahu) pozostávali z 5 dimenzií DESI, pričom ako výstupy boli použité tempo rastu HDP (hrubého domáceho produktu) a miera nezamestnanosti. Yalcinova štúdia odhalila, že rozvojové krajiny zavádzajú prvky digitalizácie efektívnejšie, pokiaľ ide o rast HDP a vytváranie pracovných miest. Podobné výsledky efektívnosti digitálnej transformácie dosiahol Inel (2019). Tento autor použil DEA a údaje z Digital Transformation Scoreboard a odhalil, že niektoré vyspelé krajiny ako Nemecko alebo Holandsko nie sú veľmi efektívne.

V tejto štúdii sme nadviazali na vyššie uvedené teoretické východiská a aplikovali sme Malmquistov index založený na metóde DEA na posúdenie výkonnosti digitálnej transformácie s využitím vybraných ukazovateľov finančnej výkonnosti.

3. Metodológia

Malmquistov index založený na metóde DEA navrhli a potvrdili jeho prínos Färe a kol. (1994). Použitie modelov DEA na výpočet MI súvisí s predpokladom, že sú k dispozícii homogénne údaje počas niekoľkých období. Výpočet zmeny efektívnosti si vyžaduje vyriešenie štyroch modelov DEA za predpokladu použitia modelov s konštantnými výnosmi z rozsahu (CRS DEA) (Fandel, 2002). Predpokladajme, že každá rozhodovacia jednotka $DMU_j (j = 1, 2, \dots, n)$ (z angl. Decision Making Unit) používa vektor vstupov $x_j^t = (x_{1j}^t, \dots, x_{mj}^t)$ a produkuje vektor výstupov $y_j^t = (y_{1j}^t, \dots, y_{mj}^t)$ v každom časovom období $t, t = 1, \dots, T$. Malmquistov index založený na metóde DEA je potom možné zapísať nasledovne (1) (Zhu, 2014):

$$MI_o = \frac{\theta_o^t(x_o^t, y_o^t)}{\theta_o^{t+1}(x_o^{t+1}, y_o^{t+1})} \times \left[\frac{\theta_o^{t+1}(x_o^{t+1}, y_o^{t+1})}{\theta_o^t(x_o^{t+1}, y_o^{t+1})} \frac{\theta_o^{t+1}(x_o^t, y_o^t)}{\theta_o^t(x_o^t, y_o^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

kde MI_o meria zmenu efektívnosti v čase, a to zmenu medzi časom t a časom $t + 1$. $\theta_o^t(x_o^t, y_o^t)$ je vypočítané porovnaním x_o^t s empirickou hodnotou hranice produkčných možností v čase t s využitím vstupne orientovaného modelu CRS DEA, pričom $x_o^t = (x_{1o}^t, \dots, \dots, \dots, x_{mo}^t)$ a $y_o^t = (y_{1o}^t, \dots, \dots, \dots, y_{so}^t)$ sú vstupné a výstupné vektory DMU_o . Rovnako $\theta_o^{t+1}(x_o^{t+1}, y_o^{t+1})$ je vypočítané porovnaním x_o^{t+1} s empirickou hodnotou hranice v čase $t+1$, $\theta_o^{t+1}(x_o^t, y_o^t)$ je porovnaním x_o^t a empirickej hranice v čase $t + 1$ a $\theta_o^t(x_o^{t+1}, y_o^{t+1})$ je vypočítané porovnaním x_o^{t+1} s empirickou hodnotou hranice v čase t . Zmena produktivity je vyjadrená ako súčin zmeny technickej efektívnosti (Change in Efficiency - ECH) a technologickej zmeny (Frontier Shift - FS).

Zmena technickej efektívnosti (ECH) (2) je ekvivalentná pomeru efektívnosti definovanej Farrelom (1957) v čase t a v čase $t + 1$. $ECH > 1$ znamená, že v prípade DMU nastalo zlepšenie efektívnosti, priblížila sa k hranici produkčných možností, teda prijaté rozhodnutia boli správne. $ECH = 1$ znamená, že v DMU nenastala žiadna zmena. Ak je $ECH < 1$, v danej DMU nastalo zhoršenie efektívnosti, prijaté rozhodnutia sú nesprávne.

$$ECH = \frac{\theta_o^t(x_o^t, y_o^t)}{\theta_o^{t+1}(x_o^{t+1}, y_o^{t+1})} \quad (2)$$

Technologická zmena (FS) (3) je geometrickým priemerom posunu technológie medzi dvoma obdobiami (Zhu 2014). Informuje o posune hranice produkčných možností v dôsledku realizovaných technologických zmien. $FS > 1$ znamená, že došlo k zvýšeniu efektívnosti a hranica produkčných možností sa posunula smerom von. $FS = 1$ znamená, že hranica produkčných možností sa nezmenila. $FS < 1$ znamená, že efektívnosť sa zhoršila a hranica sa posunula smerom dovnútra.

$$FS = \left[\frac{\theta_o^{t+1}(x_o^{t+1}, y_o^{t+1}) \theta_o^{t+1}(x_o^t, y_o^t)}{\theta_o^t(x_o^{t+1}, y_o^{t+1}) \theta_o^t(x_o^t, y_o^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

Výskumnú vzorku pre hodnotenie výkonnosti digitálnej transformácie predstavovalo 27 krajín EÚ. Vo vzťahu k aplikovanej metóde boli vybrané nasledovné vstupné indikátory digitalizácie podnikov: používanie počítačov a internetu zamestnancami (% celkovej zamestnanosti), využívanie služieb cloud computingu (% podnikov), tržby z elektronického obchodovania (% podnikov), typ pripojenia na internet – podniky využívajúce DSL alebo iné pevné širokopásmové pripojenie (% podnikov), webové stránky a funkcionality (% podnikov), využívanie sociálnych médií, internet advertising (% podnikov). Údaje za roky 2019, 2021 a 2023 boli získané z Eurostatu (Eurostat, 2024). Ako výstupné indikátory boli vo vzťahu k aplikovanému modelu vybrané nasledovné ukazovatele výkonnosti podnikov: Hodnota podniku/EBIT - Enterprise Value/EBIT, Hodnota podniku/tržby - Enterprise Value/Sales, Hotovosť/hodnota podniku (Cash/Firm Value - CFV) (Damodaran, 2024). Výber rokov 2019, 2021 a 2023 bol podmienený dostupnosťou údajov, ale aj snahou zhodnotiť výkonnosť digitálnej transformácie podnikov za obdobia pred, počas a po pandémie COVID-19.

4. Výsledky a diskusia

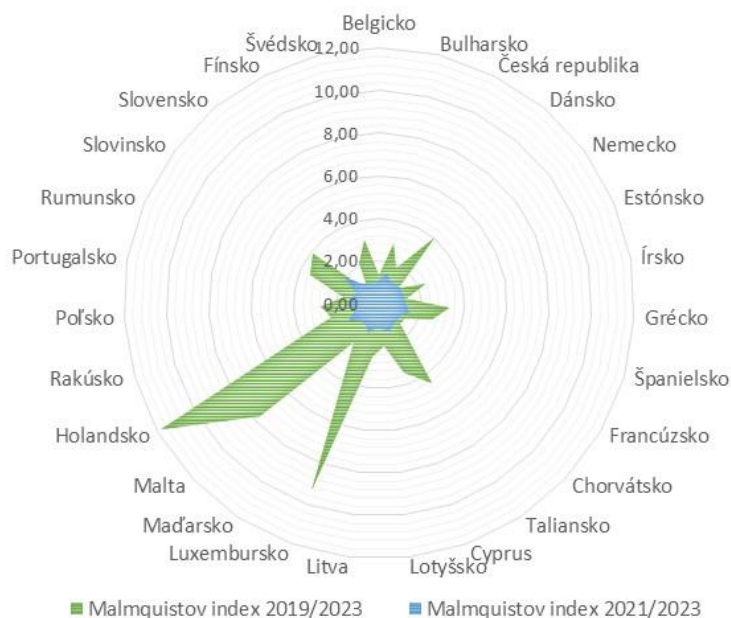
Vývoj vybraných vstupných a výstupných charakteristík v krajinách EÚ v rokoch 2019, 2021 a 2023 bol sledovaný z pohľadu ich mediánu (tabuľka 1). Väčšina vstupných charakteristík dosiahla najvyššie hodnoty mediánu v roku 2023, čo naznačuje rastúce tempo procesu digitálnej transformácie v podnikoch krajín EÚ. V prípade využívania služieb Cloud computingu ide o veľmi dobré výsledky. Kým v roku 2021 z pohľadu mediánu používalo služby cloud computingu 40,4% podnikov EÚ, v roku 2023 ich používalo už 46,5% podnikov. Mierny nárast bol zaznamenaný v prípade ukazovateľa Tržby z elektronického obchodovania. Z pohľadu mediánu v roku 2021 inkasovalo Tržby z elektronického obchodovania 24% podnikov EÚ, zatiaľ čo v roku 2023 sa hodnota mediánu tohto ukazovateľa zvýšila na 25%. V prípade ukazovateľa Využívanie sociálnych médií, internet advertising nastal nárast mediánu z hodnoty 51,5% v roku 2019 na hodnotu 60,8% v roku 2023. Mierny pokles bol zaznamenaný v prípade mediánu ukazovateľa Webové stránky a funkcionality. Najlepšia hodnota mediánu ukazovateľa hotovosť/hodnota podniku bola dosiahnutá v roku 2019 (pred pandemiou COVID-19) a najhoršia v roku 2021 (počas pandémie COVID-19).

Tabuľka 1 Porovnanie mediánov vstupných a výstupných charakteristík v krajinách EÚ

Ukazovateľ	Medián 2019	Medián 2021	Medián 2023
Používanie počítačov a internetu zamestnancami (%)	47,20	53,00	59,9
Využívanie služieb cloud computingu (%)	33,30	40,40	46,5
Tržby z elektronického obchodovania (%)	20,8	22,60	23,5
Typ pripojenia na internet (%)	94,00	94,80	94,8
Webové stránky a funkcionality (%)	78,70	77,90	77,1
Využívanie sociálnych médií, internet advertising (%)	51,50	58,10	60,8
Hodnota podniku/EBIT (%)	16,23	16,41	14,33
Hodnota podniku/tržby (%)	2,22	2,22	1,77
Hotovosť/hodnota podniku (%)	10,22	5,12	5,27

Zdroj: autori

Výsledky Malmquistovho indexu za obdobie 2019/2023 a 2021/2023 sú zobrazené na grafe 1. Z grafu je možné vidieť, že výkonnosť digitálnej transformácie je jednoznačne vyššia v prípade porovnania rokov 2019/2023. Porovnanie rokov 2021/2023 zaznamenáva nižšie hodnoty výkonnosti v oblasti digitálnej transformácie. Je to možné zdôvodniť skutočnosťou, že v roku 2019 ešte nebola EÚ pri implementácii prvkov digitalizácie tlačená nevyhnutnosťou ich zavádzania v dôsledku hroziacej pandémie a iných významných vonkajších vplyvov. Posun v oblasti digitálnej transformácie za obdobie rokov 2019/2023 je preto výraznejší ako v období 2021/2023, keďže v roku 2021 už prebiehala významná digitálna transformácia v dôsledku pandémie COVID-19. Táto akcelerácia je výrazná v prípade väčšiny krajín EÚ. Lepšie výsledky MI za obdobie 2021/2023 v porovnaní s MI za obdobie 2019/2023 dosiahli iba Nemecko a Slovensko. Avšak je potrebné konštatovať, že Slovensko dosahovalo v porovnaní rokov 2019/2023 hodnotu MI pod 1. Lídrmi z pohľadu efektívnosti digitálnej transformácie sú Holandsko a Luxembursko.

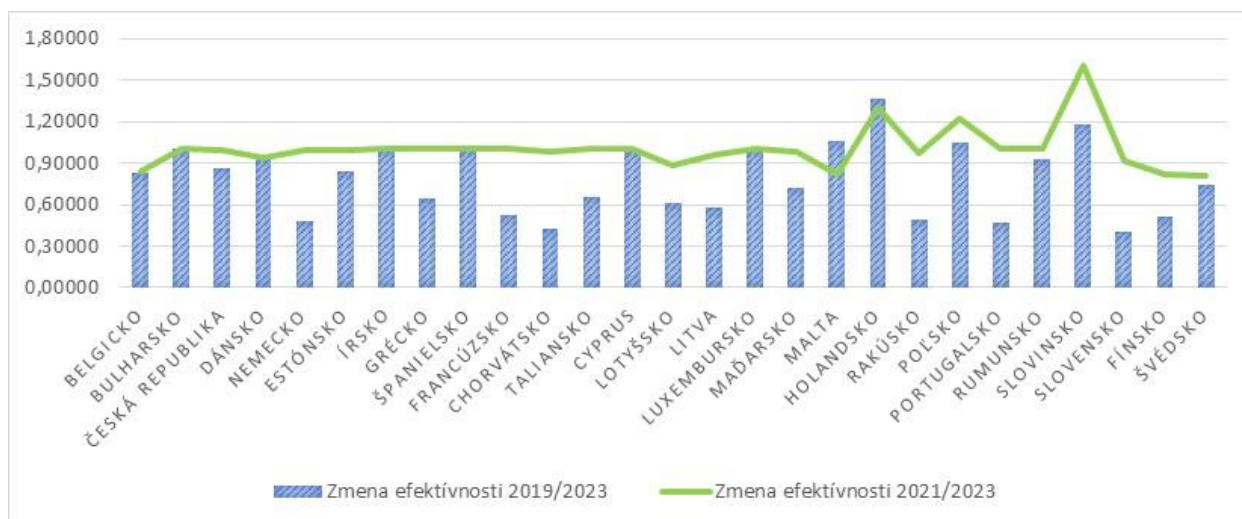


Graf 1 Porovnanie výsledkov Malmquistovho indexu

Zdroj: autori

V rámci Malmquistovho indexu boli sledované dve veličiny, a to zmena technickej efektívnosti (graf 2) a technologická zmena (graf 3). V prípade zmeny technickej efektívnosti v sledovaných rokoch je možné

konštatovať, že táto zmena bola výraznejšia v prípade porovnania rokov 2021/2023 – 13 krajín dosiahlo hodnotu daného indexu nad 1. Nasvedčuje to tomu, že v dôsledku potreby spôsobenej aj pandémiou COVID-19 sa v tomto období začali intenzívnejšie využívať už implementované prvky digitálnej transformácie, a to v prípade väčšiny krajín EÚ. Lídrom v danej oblasti v prípade porovnania rokov 2021/2023 je Slovinsko. V prípade porovnania rokov 2019/2023 je lídrom Holandsko, pričom počet krajín, ktoré dosiahli hodnotu tohto indexu nad 1, je 9. Tým je rovnako potvrdené, že technická efektívnosť využívania jednotlivých prvkov procesu digitálnej transformácie bola vyššia v prípade porovnania rokov 2021/2023.



Graf 2 Porovnanie výsledkov zmeny technickej efektívnosti
Zdroj: autori

V prípade technologickej zmeny je možné konštatovať, že po roku 2021 sa začali významne aplikovať rôzne technologické zmeny v rámci krajín EÚ. Technologická zmena bola výraznejšia v prípade porovnania rokov 2021/2023 kedy všetky krajiny EÚ dosiahli úroveň nad hodnotou 1, čo je možné považovať za pozitívny vývoj.



Graf 3 Porovnanie výsledkov technologickej zmeny
Zdroj: autori

Výsledky analýzy naznačujú prirodzený proces zavádzania prvkov procesu digitalizácie. Pandémia COVID-19 vyvolala akceleráciu zavádzania jednotlivých prvkov digitalizácie, pričom následne po pandémii dochádza k ich efektívnejšiemu využívaniu. Akcelerácia sa objavuje pri prvkoch, na zavedenie ktorých jednotlivé krajiny a ich podniky neboli dostatočne pripravené.

5. Záver

Vybrané teoretické štúdie, ale aj vlastný výskum naznačujú, že digitalizácia podnikov prispieva k dosahovaniu lepších ekonomických výsledkov. Je potrebné poukázať na skutočnosť, že pri analýzach úrovne digitálnej transformácie je dôležité posúdiť nielen percentuálny podiel zavedenia príslušného digitálneho komponentu, ale aj posúdiť vývoj jeho zavádzania v čase. MI sa javí ako významný nástroj, ktorý toto porovnanie v čase umožňuje. Okrem toho je jeho prínosom aj zistenie úrovne zmeny technickej efektívnosti a úrovne technologických zmien v podnikoch v rámci krajín EÚ. S ich využitím je možné poukázať na pokroky krajín EÚ, ktoré nepatria k lídrom v danej oblasti, ale využívajú už zavedené prvky digitalizácie efektívne (Bulharsko, Grécko, Rumunsko, Slovinsko – tieto krajiny dosiahli zmenu technickej efektívnosti na úrovni 1). Je veľmi náročné porovnávať výsledky výskumu s inými podobnými štúdiami, keďže do modelu MI boli použité iné vstupno-výstupné charakteristiky ako v prípade iných štúdií. Avšak ako výstupné charakteristiky boli aplikované ukazovatele, ktoré sú prioritne zamerané na finančnú výkonnosť podnikov. Značným obmedzením výskumu je počet krajín EÚ, v dôsledku čoho môže vstúpiť do modelu MI iba obmedzený počet vstupov a výstupov. Preto nie je možné vyvodiť jednoznačné závery. Avšak je možné poukázať na to, čo už bolo uvedené, že sledovanie vývoja a efektívnosti digitálnej transformácie v čase má svoje opodstatnenie a prináša zaujímavé výsledky. Ďalším významným nedostatkom je absencia údajov o digitalizácii podnikov v rámci EÚ za jednotlivé roky. Napriek tomu môžu byť získané výsledky prínosom pre jednotlivé krajiny a ich podniky v tom zmysle, že napriek vysokým počiatočným nákladom na zavedenie jednotlivých prvkov digitalizácie môže efektívne využívanie týchto prvkov prispieť k nárastu ich výkonnosti. To je predpoklad pre zabezpečenie konkurencieschopnosti v európskom prostredí.

Zoznam bibliografických odkazov

1. Bittner, B., Kovács, T., a Nábrádi, A. 2022. "The Integration of Digital Technologies in the European Union based on the DESI Index." *ENTRENOVA - ENTERPRISE RESEARCH INNOVATION* 8: 337–49. <https://doi.org/10.54820/entrenova-2022-0029>.
2. Bozkurt, E., Topçuoğlu, Ö., a Altiner, A. 2022. "Relationship between productivity and digitalization with Tobit model based on Malmquist index." *Journal of Productivity* 67–78. <https://doi.org/10.51551/verimlilik.986964>.
3. Curran, D. 2018. "Risk, innovation, and democracy in the digital economy." *European Journal of Social Theory* 21: 207–26. <https://doi.org/10.1177/1368431017710907>.
4. Damodaran, A. 2024. "Data." Dostupné z: <https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>.
5. Didin, F. 2018. "How Measuring Financial Performance." *International Journal of Civil Engineering and Technology* 9: 553–7. Dostupné z: https://iaeme.com/MasterAdmin/Journal_uploads/IJCIET/VOLUME_9_ISSUE_6/IJCIET_09_06_063.pdf.
6. Dwight, R. 1999. "Searching for real maintenance performance measures." *Journal of Quality in Maintenance Engineering* 5: 258-75. <https://doi.org/10.1108/13552519910282728>.

7. European Commission. 2024a. "Europe`s Digital Decade." Dostupné z: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/europes-digital-decade>.
8. European Commission. 2024b. "DESI 2023 dashboard for the Digital Decade." Dostupné z: <https://digital-decade-desi.digital-strategy.ec.europa.eu/datasets/desi/indicators>.
9. Eurostat. 2024. "Database." Dostupné z: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/data/database>.
10. Fandel. P. 2002. "Intertemporal efficiency measures in wheat production industry." In *Quantitative methods in economics (Multiple criteria decision making XI)*, 40-49. Nitra. Dostupné z: https://fhi.euba.sk/www_write/files/katedry/kove/zborniky/QME_2002.pdf#page=41.
11. Farrell, M. J. 1957. "The Measurement of productive efficiency". *Journal of the royal statistical society, Series A*. 120: 253–90. <https://doi.org/10.2307/2343100>.
12. Färe, R., Grosskopf, S., Norris, M., a Zhang, Z. 1994. "Productivity growth, technical progress and efficiency change in industrialized countries." *The American Economic Review* 84: 66–83.
13. Fernández-Portillo, A., Hernández-Mogollón, R., Sánchez-Escobedo, M. C., a Coca Pérez, J. L. 2019. "Does the Performance of the Company Improve with the Digitalization and the Innovation?" Edited by J. Gil-Lafuente, D. Marino, a F. Morabito. *Economy, Business and Uncertainty: New Ideas for a Euro-Mediterranean Industrial Policy*. AEDem 2017. *Studies in Systems, Decision and Control*, vol. 180. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-00677-8_22.
14. Fibírová, J., a Šoljaková, L. 2005. *Hodnotové nástroje řízení a měření výkonnosti podniku*. 1. vyd. Praha: ASPI, a.s. ISBN 80-7357-084-X.
15. Furlan, M. 2022. "Our guide to the 2030 Digital Compass: the European way to the digital decade." Dostupné z: <https://89initiative.com/our-guide-to-the-2030-digital-compass-the-european-way-to-the-digital-decade/>.
16. Georgescu, M.R., Stoica, E.A., Bogoslov, I.A., a Lungu, A.E. 2022. "Managing efficiency in digital transformation—EU member states performance during the COVID-19 pandemic." *Procedia Computer Science* 204: 432–9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2022.08.053>.
17. Ghalem, Â., Okar, C., CHroqui, R., a Semma, E. 2016. "Performance: A concept to define." In *Logistiqua 2016: proceeding of conference*. EST Berrechid - Morocco, 1–12. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.24800.28165>. ISBN 978-9954-37-759-8.
18. Grijalba, M.A., Hernández, Y.B., Perez-Encinas, A. a kol. 2024. "Does the use of digital tools improve a firm`s performance?" *Review of Managerial Science*. <https://doi.org/10.1007/s11846-024-00750-4>.
19. Grüning, M. 2002. *Performance-measurement-systeme - Messung und Steuerung von Unternehmensleistung: Dissertation*, Technische Universität Dresden.
20. Guo, X., Li, M., Wang, Y., a Mardani, A. 2023. "Does digital transformation improve the firm`s performance? From the perspective of digitalization paradox and managerial myopia." *Journal of Business Research* 163, 113868. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.113868>.
21. Heredia, J., Castillo-Vergara, M., Geldes, C., Carbajal Gamarra, F. M., Flores, A., Heredia, W. 2022. "How do digital capabilities affect firm performance? The mediating role of technological capabilities in the "new normal." *Journal of Innovation & Knowledge* 7, 100171, <https://doi.org/10.1016/j.jik.2022.100171>.
22. İnel, M. 2019. "An empirical study on measurement of efficiency of digital transformation by using data envelopment analysis." *Management Science Letters* 9: 549–56. <https://doi.org/10.5267/j.msl.2019.1.008>.

23. Ion, E. J., a Criveanu, M. 2016. "Organizational Performance – A Concept That Self-Seeks to Find Itself." *Annals – Economy Series* 4: 179–83. Dostupné z: https://www.utgjiu.ro/revista/ec/pdf/2016-04/27_Ion,%20Criveanu.pdf.
24. Jardak, M. K., a Ben Hamad, S. 2022. "The effect of digital transformation on firm performance: evidence from Swedish listed companies." *Journal of Risk Finance* 23: 329–48. <https://doi.org/10.1108/JRF-12-2021-0199>.
25. Kádárová, J., Lachvajderová, L., Sukopová, D. 2023. "Impact of Digitalization on SME Performance of the EU27: Panel Data Analysis." *Sustainability* 15, 9973. <https://doi.org/10.3390/su15139973>.
26. Kao, L.J., Chiu C.C., Lin, H.T., Hung, Y.W., a Lu, C.C. 2022. "Evaluating the digital transformation performance of retail by the DEA approach." *Axioms* 11: 284. <https://doi.org/10.3390/axioms11060284>.
27. Kiseľáková, D., Širá, E. a Šofranková, B. 2021. "Digital performance in V4 countries." *Journal of management and business: research and practice* 13: 1–10. <https://doi.org/10.54933/jmbrp-2021-13-2-1>.
28. Krstić, A., Rejman-Petrović, D., Nedeljković, I., a Mimović, P. 2023. "Efficiency of the use of information and communication technologies as a determinant of the digital business transformation process." *Benchmarking* 30: 3860–83. <https://doi.org/10.1108/BIJ-07-2022-0439>.
29. Kuntsman, A., a Arenkov, I.A. 2019. "Method for assessing effectiveness of company digital transformation: Integrated approach." *IBIMA Business Review* 2019, 334457. <https://doi.org/10.5171/2019.334457>.
30. Li, Y., Shao, J., Zhan G., a Zhou, R. 2023. "The impact of enterprise digital transformation on financial performance - Evidence from Mainland China manufacturing firms." *Managerial and Decision Economics* 44: 2110–24.
31. Lin, B., a Xie, Y. 2023. "Does digital transformation improve the operational efficiency of Chinese power enterprises?" *Utilities Policy* 82, 101542. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2023.101542>.
32. Lungu, A. E., Georgescu, M. R., a Işan, V. 2022. "An entrepreneurial appraisal of The COVID-19 pandemic: Measuring digitalization efficiency." In Proceedings of the FEB Zagreb International Odyssey Conference on Economic and Business, Zagreb, Croatia.
33. Malik, M. S., a Nadeem, M. 2014. "Impact of corporate social responsibility on the financial performance of banks in Pakistan." *International Letters of Social and Humanistic Sciences* 21: 9–19. <https://doi.org/10.18052/www.scipress.com/ILSHS.21.9>.
34. Maury, B. 2022. "Strategic CSR and firm performance: The role of prospector and growth strategies." *Journal of Economics and Business*, 118, 106031. <https://doi.org/10.1016/j.jeconbus.2021.106031>
35. Neumaierová, I. 2003. *Aplikace řízení hodnoty*. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze. Nakladatelství Oeconomica. ISBN 80-245-0536-3.
36. Neumaierová, I., Neumaier, I. 2002. *Výkonnost a tržní hodnota firmy*. Praha: Grada Publishing. ISBN 80-247-0125-1.
37. Oloyede, A. A., Faruk, N., Noma, N., Tebepah, N., Nwaulune, A. K. 2023. "Measuring the impact of the digital economy in developing countries: A systematic review and meta-analysis." *Heliyon* 9: e17654. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17654>.
38. Orobia, L. A., Nakibuuka, J., Bananuka, J. a Akisimire, R. 2020. "Inventory management, managerial competence and financial performance of small businesses." *Journal of Accounting in Emerging Economies* 10: 379–98. <https://doi.org/10.1108/JAEE-07-2019-0147>.

39. Pike, S. a Roos, G. 2004. "Mathematics and modern business management." *Journal of Intellectual Capital* 5: 243–56. <https://doi.org/10.1108/14691930410533678>.
40. Porter, M. 1996. "What is strategy?" *Harvard Business Review* 74: 61–78. Dostupné z: https://iqfystage.blob.core.windows.net/files/CUE8taE5QUKZf8ujfYIS_Reading+1.4.pdf.
41. Rejman Petrovic, D., Krstic, A., Nedeljković, I., a Mimovic, P. 2024. "Efficiency of digital business transformation in the Republic of Serbia." *VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems* 54: 725-44. <https://doi.org/10.1108/VJKMS-12-2021-0292>.
42. Ribeiro-Navarrete, S., Botella-Carrubi, D., Palacios-Marqués, D., a Orero-Blat, M. 2021. "The effect of digitalization on business performance: An applied study of KIBS." *Journal of Business Research* 126: 319–26. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.12.065>.
43. Richard, P.J., Devinney, T.M., Yip, G.S. a Johnson, G. 2009. "Measuring organizational performance: Towards methodological best practice." *Journal of Management* 35: 718–804. <https://doi.org/10.1177/0149206308330560>.
44. Sedláček, M., Suchánej, P., a Špalek, J.. 2012. Kvalita a výkonnost průmyslových podniků. Brno: Masarykova univerzita. ISBN 978-80-210-6075-3.
45. Smith, T. M., a Reece, J. S. 1999. "The relationship of strategy, fit, productivity, and business performance in a services setting." *Journal of Operations Management* 17: 145–61. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(98\)00037-0](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(98)00037-0).
46. Sommarberg, M., a Mäkinen, S.J. 2019. "A method for anticipating the disruptive nature of digitalization in the machine-building industry." *Technological Forecasting and Social Change*. 146: 808–19. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.044>.
47. Stavtysky, A., Kharlamova, G., a Stoica, E. A. 2019. "The analysis of the digital economy and society index in the EU." *TalTech journal of European studies*, 9: 245–61. <https://doi.org/10.1515/bjes-2019-0032>.
48. Taouab, O., a Issor, Z. 2019. "Firm Performance: Definition and measurement models". *European Scientific Journal* 15: 93–106 <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n1p93>.
49. Thanh, H. L. 2022. "Effects of digitalization on financialization: Empirical evidence from European countries" *Technology in Society* 68(C). <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101851>.
50. Tohanean, D., Toma, S.-G., a Dumitru, I. 2018. "Organizational performance and digitalization in Industry 4.0." *Journal of Emerging Trends in Marketing and Management* 1: 282–8.
51. Valach, J. 1998. *Finanční řízení podniku*. 2. aktualizované a rozšířené vydání. Praha: Ekopress. ISBN 80-86119-21-1.
52. Venkatraman, N., a Ramanujam, V. 1986. "Measurement of business performance in strategy research". *The Academy of management review* 11: 801–14. <https://doi.org/10.2307/258398>.
53. Viète, Stephen, a Erdsiek, Daniel. 2020 "Mobile Information Technologies and Firm Performance: The Role of Employee Autonomy." *Information Economics and Policy* 51, 100863. <https://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2020.100863>.
54. Wang, H., Feng, J., Zhang, H., a Li, X. 2020. "The effect of digital transformation strategy on performance: The moderating role of cognitive conflict." *International Journal of Conflict Management* 31: 441–62. doi:<https://doi.org/10.1108/IJCM-09-2019-0166>
55. Yalcin, E. C. 2021. "Efficiency measurement of digitalization on EU countries: A study based on data envelopment analysis." *International journal of management, knowledge and learning* 10: 323–33. <https://doi.org/10.53615/2232-5697.10.323-333>.
56. Zhai, H., Yang, M., a Chan, K. C. 2022. "Does digital transformation enhance a firm's performance?" Evidence from China. *Technology in Society*, 68. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101841>.

© Published by Journal of Global Science.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. The moral rights of the named author(s) have been asserted.

57. Zhang, W., Chiu, Y., a Hsiao, C. Y. 2022. "Effects of country risks and government subsidies on renewable energy firms' performance: Evidence from China". *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 158, Article 112164.
58. Zhang, T., Shi, Z. Z., Shi, Y. R., a Chen, N. J. 2021. "Enterprise digital transformation and production efficiency: mechanism analysis and empirical research." *Ekonomiska Istraživanja/Economic Research*, 35: 1–12. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2021.1980731>.
59. Zhu, J. 2014. *Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking: Data Envelopment Analysis with Spreadsheets*, 3rd ed.; New York: Springer.