

ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE

AUTOREFERÁT
DIZERTAČNEJ PRÁCE

Žilina, 2025

Ing. Marek Nagy

Žilinská univerzita v Žiline
Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov
Katedra ekonomiky

Ing. Marek Nagy

Autoreferát dizertačnej práce

**DIGITÁLNA TRANSFORMÁCIA A JEJ VPLYV NA FINANČNÚ
VÝKONNOSŤ V PODMIENKACH SLOVENSKÝCH PODNIKOV**

na získanie akademického titulu **d o k t o r**
(„philosophiae doctor“, v skratke „PhD.“)
v študijnom odbore Ekonómia a manažment,
v študijnom programe Ekonomika a manažment podniku.

Žilina 2025

Dizertačná práca bola vypracovaná v dennej forme doktorandského štúdia na Fakulte prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov Žilinskej univerzity v Žiline.

Predkladateľ: Ing. Marek Nagy
Žilinská univerzita v Žiline Fakulta PEDAS
Katedra ekonomiky

Školiteľ: doc. Ing. Katarína Valášková, PhD.
Žilinská univerzita v Žiline Fakulta PEDAS
Katedra ekonomiky

Oponenti: doc. Ing. Sylvia Jenčová, PhD.
Prešovská univerzita v Prešove, Fakulta manažmentu ekonomiky a obchodu
Katedra financií, účtovníctva a matematických vied

prof. Ing. Hussam Musa, PhD.
Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, Ekonomická fakulta
Katedra financií a účtovníctva

Autoreferát bol rozoslaný dňa:

Obhajoba dizertačnej práce sa koná dňa o h. v zasadačke Katedry ekonomiky FPEDAS pred komisiou pre obhajobu dizertačnej práce schválenou odborovou komisiou v študijnom odbore Ekonómia a manažment, v študijnom programe Ekonomika a manažment podniku, vymenovanou dekanom Fakulty prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov Žilinskej univerzity v Žiline.

prof. Ing. Tomáš Klieštik, PhD. v. r.
predseda odborovej komisie
študijného odboru Ekonómia
a manažment

ABSTRAKT

NAGY, Marek, Ing.: Digitálna transformácia a jej vplyv na finančnú výkonnosť v podmienkach slovenských podnikov. Dizertačná práca. Žilinská univerzita v Žiline. Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov; Katedra ekonomiky. Vedúci dizertačnej práce: doc. Ing. Katarína Valášková, PhD.; Stupeň odbornej kvalifikácie: Doktorand. Žilina: FPEDAS, ŽU, 2025. 208 s.

Nástup priemyslu 4.0 a digitalizácia súčasnej ekonomiky ponúkajú podnikom nové príležitosti na inovácie, zvýšenie ziskovosti a zvýšenú flexibilitu. Predkladaná dizertačná práca skúma konvergenciu finančnej výkonnosti a priemyslu 4.0 so zameraním na to, ako môže zložitá digitalizácia, ktorá je súčasťou priemyslu 4.0, zlepšiť modelovanie digitálnej transformácie podnikov. Štúdia sa sústreďuje na slovenské podniky, predovšetkým v oblasti priemyslu a služieb. Úlohou práce je predstaviť model rýchleho a presného odhaľovania stupňa digitalizácie v podniku, ktorý zohľadňuje implementáciu stratégie priemyslu 4.0 do podnikovej praxe. Cieľom práce je identifikovať vhodné prediktory modelovania digitálnej transformácie podnikov, odhaliť vplyv týchto prediktorov na modelovanie digitálneho rozvoja v kontexte podnikovej výkonnosti a špecifikovať väzbu medzi finančnou výkonnosťou podnikov a stupňom ich digitalizácie. Štúdia preukázala, že slovenské podniky s vyšším stupňom digitalizácie vykazujú lepšiu finančnú stabilitu a konkurencieschopnosť. Pridanou hodnotou práce je vytvorenie predikčného modelu digitálnej transformácie, ktorý umožňuje identifikovať kľúčové prediktory vplyvu digitalizácie na finančnú výkonnosť, ako aj praktické overenie modelu. Zistenia poskytujú cenné odporúčania nielen pre podniky, ale aj pre tvorcov verejných politík v oblasti podpory digitalizácie a vzdelávania. Práca zdôrazňuje význam spojenia modelovania finančnej výkonnosti so stratégiami digitalizácie vo svetle postupujúcej elektrifikácie a priemyselnej revolúcie 5.0, pričom predstavuje proaktívne riešenie súčasných a budúcich výziev.

Kľúčové slová: Priemysel 4.0. Digitalizácia. Predikcia bankrotu. Finančná analýza. Finančná výkonnosť.

ABSTRACT

NAGY, Marek, Ing.: Digital transformation and its impact on financial performance in the context of Slovak enterprises. Dissertation thesis. University of Zilina. Faculty of Operation and Economics of Transport and Communications; Department of Economics. Supervisor: doc. Ing. Katarina Valášková, PhD.; Degree: PhD Student. Žilina: FPEDAS, ŽU, 2025. 208 p.

The digitalisation of the modern economy and the emergence of Industry 4.0 present businesses with new opportunities for innovation, increased profitability, and enhanced flexibility. This dissertation investigates the convergence of financial performance and Industry 4.0, with a particular emphasis on the potential of complex digitalisation, a fundamental component of Industry 4.0, to improve the modelling of digital business transformation. The research focusses on Slovak enterprises, with a particular emphasis on the industrial and service sectors. The research aims to develop a model that can accurately and rapidly assess the degree of digitalisation within a company, while also considering the integration of Industry 4.0 strategies into business operations. The objective is to determine appropriate predictors for modelling digital transformation in companies, to demonstrate their influence on digital development in the context of business performance, and to define the correlation between the financial performance of firms and their degree of digitalisation. It has been demonstrated by the research that Slovak companies that exhibit higher levels of digitalisation exhibit greater competitiveness and financial stability. The dissertation's added value is the development of a predictive model of digital transformation, which facilitates the identification of critical predictors of the impact of digitalisation on financial performance, as well as the practical validation of this model. The results provide valuable recommendations for policymakers and businesses in the fields of digitalisation support and education. The work underscores the significance of integrating financial performance modelling with digital strategies in the context of the ongoing electrification and the emergence of Industry 5.0, providing a proactive approach to both present and future challenges.

Keywords: Industry 4.0. Digitization. Bankruptcy prediction. Financial analysis. Financial performance.

OBSAH

ÚVOD	6
1. SÚČASNÝ STAV RIEŠENEJ PROBLEMATIKY DOMA A V ZAHRANIČÍ.....	8
2. CIEĽ PRÁCE	12
3. METODIKA PRÁCE A METÓDY SKÚMANIA	13
3.1. Metodika práce	13
3.2. Metódy skúmania	14
3.3. Výskumné otázky	16
4. VÝSLEDKY PRÁCE.....	18
4.1. Realizované vedecké výskumy	18
4.2. Aspekty vplyvu digitálnej transformácie na finančnú výkonnosť	21
4.3. Premenné, parametre a fundamenty inovatívneho modelu digitálnej transformácie ..	25
4.4. Deskripcia inovatívneho predikčného modelu v kontexte digitálnej transformácie ..	36
4.5. Verifikácia kvality modelu digitálnej transformácie podnikov v podmienkach Slovenska.....	45
5. DISKUSIA	55
6. TEORETICKÉ A PRAKTICKÉ PRÍNOSY DIZERTAČNEJ PRÁCE	60
ZÁVER.....	63
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	65
VÝPIS PUBLIKAČNEJ ČINNOSTI DOKTORANDA.....	74

ÚVOD

Priemysel 4.0 (Industry 4.0; I4)¹ a digitalizácia súčasnej ekonomiky prinášajú podnikom nové možnosti pre inovácie, zvýšenie ziskovosti a zlepšenie flexibility. Finančná výkonnosť podnikov v kombinácii s témami priemyslu štvrtej generácie, digitalizácie a modernej ekonómie, ovládajú súčasnú ekonomiku enormnou silou, sú pre podnikovú stratégiu riešením a možnosťou stať sa inovatívnejším, pružnejším, hodnotnejším a tak nadobudnúť status moderného a flexibilného podniku. Práve vďaka tejto skutočnosti možno považovať kombináciu zvolených tém pre ďalšie analýzy a konfrontácie za veľmi atraktívne a nezvyčajné. Práve preto sa predkladaná dizertačná práca upriamuje na finančnú výkonnosť podnikov v kontexte rozvoja digitalizácie, ktorá nadobudla významný rozmer pri rozvoji podnikovej stratégie. Cieľom práce je identifikovať vhodné prediktory v kontexte modelovania digitálnej transformácie podnikov, odhaliť vplyv týchto prediktorov na modelovanie digitálneho rozvoja v kontexte podnikovej výkonnosti a špecifikovať väzbu medzi finančnou výkonnosťou podnikov a stupňom ich digitalizácie. Metodológia výskumu zahŕňa prácu s verejne dostupnými dátami, vedeckými databázami a dotazníkovým prieskumom zameraným na hodnotenie digitálnej pripravenosti slovenských podnikov v rámci priemyslu 4.0. Kombinácia syntézy, indukcie, dedukcie a matematicko-štatistických techník umožňuje detailne analyzovať väzby medzi digitalizáciou a finančnou výkonnosťou podnikov. Úlohou dizertačnej práce je zodpovedanie otázky, či efekt priemyslu 4.0 z hľadiska jeho komplexnej digitalizácie má výrazný vplyv na finančnú výkonnosť podnikov. Hlavný záber dizertačnej práce je na slovenské podniky v rôznych odvetviach, avšak dôraz sa kladie predovšetkým na odvetvia priemyslu a služieb.

Prvá časť práce uvádza teoretické pozadie spomínaných problematík pomocou rešerše literatúry z domácich a zahraničných zdrojov. V takto širokej škále tém, pod-tém a nadväzností môžeme pozorovať veľký záujem o publikácie, či už na domácej alebo zahraničnej scéne. Táto časť skúma najmä finančnú výkonnosť podnikov a priemysel 4.0 v podnikovej praxi z teoretickej stránky obohatenú o grafické zobrazenia pomocou aplikácie VoS Viewer a podobne.

V ďalšej časti práca približuje cieľ, materiál a metódy práce, kde pre toto dokazovanie zobrazuje potrebné využitie prístupných matematicko-štatistických metód. Vykresľuje metodológiu postupu a následné aplikácie pre ďalšie výstupy. Práca čerpá informácie z verejne

¹ V práci sa používa slovenský (Priemysel 4.0) aj anglický (Industry 4.0) ekvivalent tohto pojmu, vzhľadom na skutočnosť, že ani jeden z týchto pojmov nie je jednoznačne ustálený.

dostupných zdrojov, z vedeckých databáz, z publikovaných kníh a taktiež z časopiseckých zdrojov. Obsahom práce z hľadiska metodológie je aj štruktúrovaný dotazník, ktorý skúma digitálnu pripravenosť 500 slovenských podnikov, ktorého úlohou je zmapovanie podnikov na Slovensku z hľadiska ich digitálneho charakteru a potenciálu pre ďalšie inovácie v rámci digitalizácie. Všetky spomínané postupy však vedú k hlavnej myšlienke dizertačnej práce, ktorou sa stáva konštrukcia modelu, vďaka ktorému by podniky dokázali stanoviť stupeň digitálneho rozvoja, čo je informácia nevyhnutná nielen pre samotný podnik z dôvodu zabezpečenia jeho konkurencieschopnosti ale i pre jeho stakeholderov, pretože prináša zmeny, ktoré výrazne ovplyvňujú ich vzťah s podnikom, očakávania a prínosy. Pre zákazníkov je dôležitá najmä možnosť personalizácie produktov a služieb, zlepšená skúsenosť prostredníctvom technológií, ako sú online platformy či chatboti, a väčšia transparentnosť, ktorá im umožňuje mať prehľad o kvalite produktov a ich objednávkach. Zamestnancom prináša digitálna transformácia efektivitu a produktivitu vďaka automatizácii rutinných úloh, príležitosti na rozvoj nových zručností a väčšiu flexibilitu, napríklad prostredníctvom nástrojov pre vzdialenú prácu. Investori a akcionári ťažia z vyššej hodnoty podniku, ktorú digitálna transformácia často prináša, a zlepšeného riadenia rizík prostredníctvom lepšej analýzy údajov. Pre dodávateľov a obchodných partnerov predstavuje digitálna transformácia efektívnejšiu spoluprácu, zlepšenie procesov v dodávateľskom reťazci a jednoduchšiu výmenu informácií. Spoločnosť a komunita profitujú zo zvýšenej udržateľnosti, keďže digitálne technológie môžu podporovať ekologické iniciatívy, ako je znižovanie papierovej dokumentácie alebo optimalizácia dopravy, a zároveň prispievajú k inklúzii tým, že sprístupňujú služby rôznym skupinám obyvateľstva. Navyše digitálna transformácia podporuje inovácie a celkový ekonomický rast, pričom vytvára nové pracovné miesta a technológie.

Záverečné časti práce predstavujú výsledky, námety a teoretické východiská riešenej problematiky. Jedným z predpokladaných záverov práce je vytvorenie všeobecných odporúčaní, prevencií a modelu pre podniky, so zámerom merania ich finančnej výkonnosti aj s aplikáciou digitalizácie. Nexus finančnej výkonnosti a priemyslu 4.0 možno považovať za futuristický pohľad, no práve potvrdenie jeho dôležitosti sa stáva pridanou hodnotou predkladanej dizertačnej práce, ktorá umožní jeho ďalšiu aplikáciu v podnikovej praxi.

1. SÚČASNÝ STAV RIEŠENEJ PROBLEMATIKY DOMA A V ZAHRANIČÍ

Vďaka nástupu digitalizácie, ktorá zmenila charakter obchodných procesov a ich štruktúru, zmenené techniky a prístupy riadenia, viedli k vzniku nových profesií a modifikácii existujúcich, si vyžiadali výrazné rozšírenie schopností a zručností pracovnej sily, zmenil ekonomiku a má potenciál urýchliť množstvo dôležitých spoločenských javov. Kľúčovým komponentom Industry 4.0 je myšlienka digitalizácie, ktorá sa aplikuje na horizontálne prepojené procesy, ktoré sú vyjadrené v hodnotách a ich toku. Vďaka Industry 4.0 má priemyselný sektor teraz silný základ, na ktorom môže implementovať digitálne postupy a zlepšiť inteligenciu dodávateľského reťazca. V dôsledku toho sa digitálna a inteligentná výroba stala významným globálnym trendom v rámci paradigmy Industry 4.0. Digitálne technológie ako cloud computing, veľké dáta, umelá inteligencia (AI) a internet vecí (IoT) rýchlo napredovali vďaka Priemyslu 4.0, čím spôsobili revolúciu v globálnej ekonomike a posunuli ich do popredia digitálnej sféry. Životný cyklus podniku zohráva dôležitú úlohu pri analýze finančného zdravia podniku. Identifikácia slabín a determinovanie silných stránok tvoria hlavné piliere pre finančnú analýzu podniku, ktorá predstavuje ohodnotenie minulosti, súčasnosti a predpokladanej budúcnosti finančného hospodárenia podniku. Pre analýzu ekonomickej a finančnej situácie sa najčastejšie používajú dva základné prístupy, a to metódy elementárnej a vyššej analýzy (Durana et al., 2020). Zatiaľ čo vyššia analýza používa metódy komplexné a postupy náročné na vstupné dáta, elementárna analýza približuje ekonomickú činnosť a finančný stav spoločnosti s použitím základných aritmetických ukazovateľov a podáva tak jednoduchšie dosiahnuteľné, no nemenej hodnotné výstupy (Khan et al., 2019). V predkladanej budú využívané predovšetkým analýzy absolútnych, rozdielových a pomerových ukazovateľov mikroekonomického prostredia (finančné ukazovatele podnikovej výkonnosti – rentabilita, aktivita, zadlženosť, likvidita a pridaná hodnota). Autori na celom svete sa zameriavajú na rôzne určujúce faktory, ktoré môžu ovplyvniť predikciu finančného zdravia podnikov a pokúsiť sa odhaliť najvýznamnejšie stimuly (Alhadab a Al-Own, 2019; Cho et al., 2012; Argawal a Chatterjee, 2015). To sú nielen faktory na úrovni jednotlivých krajín, ale aj atribúty v rámci spoločnosti, ktoré zohrávajú dôležitú úlohu. Podľa Elias (2002), dlhodobé ciele a sociálna zodpovednosť majú pozitívny vplyv na etiku správneho a včasného diagnostikovania bankrotu. Chen et al. (2021) potvrdili, že vysoká sociálna dôvera podporuje etické správanie manažérov, a tým zmierňuje pravdepodobnosť bankrotov. Palacios-Manzano et al. (2021) zdôraznili dôsledky pre akcionárov, investorov a analytikov v dôsledku etických investícií a úvah

o kvalite finančného výkazníctva v kontexte predikcie bankrotu. Lopez a Vega (2019) potvrdili úlohu kvality auditu, pričom uviedli, že audity vykonávané podnikmi s dlhším špecializovaným trvaním sú pozitívne spojené s postupmi predikcie finančného zdravia. Montenegro a Rodrigues (2020) testovali rôzne faktory etiky, kde poznamenali, že pohlavie, vek, forma vedenia účtovníctva a skúsenosti sú významnými rozhodujúcimi faktormi postoja k praktikám predikcie bankrotu. Tento vzťah skúmali aj autori Susanto et al. (2019), Pustynnick (2017), Balasubramnian et al. (2019), Gottardo a Moisello (2019) alebo Chen et al. (2020). Vzťah medzi podnikovým finančným zdravím a sociálnou zodpovednosťou sa meral aj vo výskume Martinez-Martinez et al. (2021) na vzorke španielskych malých a stredných podnikov. Z výsledkov vyplynulo, že podniky s pravidelnou úrovňou predaja sú sociálne zodpovednejšie. Garcia-Sanchez et al. (2020) poukázali na priamy vzťah medzi sociálnou zodpovednosťou podnikov a predikciou bankrotu analýzou medzinárodnej vzorky podnikov v období rokov 2007 – 2016. Okrem toho empirické dôkazy tiež hovoria o dôležitosti etapy životného cyklu a zrelosti sektora, v ktorom podnik pôsobí. Meek et al. (2007) určili veľkosť podniku ako dôležitý faktor pri finančnej diagnostike, čo dokazuje aj Hussain et al. (2020), Postula a Raczkowski (2020). Naopak, Souza et al. (2013) vyhlásili iba slabý vplyv veľkosti, výšky dlhu a vlastníckej štruktúry na predikciu bankrotu, pričom analyzovali vzorku brazílskych podnikov.

Nielen sledovanie vzťahu medzi podnikovou finančnou výkonnosťou a dopadom tejto skutočnosti na finančné zdravie podniku zohráva dôležitú úlohu, ale aj to aké procesy bežia vnútri podniku. Vďaka nástupu digitalizácie, ktorá prináša nové požiadavky na priebeh a štruktúru podnikových procesov, kvalitatívne mení metódy a prístupy v manažmente, ovplyvňuje zmeny v doterajších podnikateľských modeloch, vyvoláva vznik nových povolání a zmenu doterajších, vyžadava si enormnú zmenu a rozšírenie vzdelania, schopností a zručností ľudskej pracovnej sily, prináša posun v ekonomike a rovnako môže byť akcelerátorom rôznych výrazných sociálnych javov. Hlavným zameraním je výskum priemyslu 4.0, ktorý je založený na sieťach a senzoch snímajúcich veci, internete vecí, výrobe založenej na počítačových fyzických systémoch, kognitívnej automatizácii a hlboko sa vzdelávajúcích inteligentných plánovacích procesoch. Pre správne pochopenie tejto témy je potrebné uviesť teoretický základ. Hnacou silou priemyslu 4.0 je internet a samo-konfigurovateľné siete, ktoré môžu fungovať úplne nezávisle (Clayton a Kral, 2021). Súčasťou sú aj internetové technológie, ktoré sú integrované do rôznych odvetví priemyselnej výroby. Hermann et al. (2015) poukazujú na potrebu prepojenia prostredníctvom informácií z oboch svetov, virtuálnych aj fyzických. Koncepcia digitalizácie je výraznou súčasťou priemyslu 4.0 a používa sa pre horizontálne integrované procesy, ktoré sú uvedené v hodnotách a ich

prietoku. A práve toto prepojenie znamená pojem „digitalizácia“. Podľa Ruttimanna a Stockliho (2016) je dôležité, aby sa výrazne zvýšila potreba zaviesť technológie, ktoré sú navzájom prepojené a dosiahnuť tak úplné pripojenie. Durana et al. (2021) a Koderova (2016) chápu priemysel 4.0 ako premenu výroby na plne automatizovaný proces. To sa dosiahne vytvorením komplexných globálnych sietí, ktorých podstatou je prepojenie výrobných zariadení do kyberfyzických systémov CPS (Cyber-Physical-Systems). Takéto systémy sú základom pre vytvorenie „inteligentných závodov“ (Mehmann a Teuteberg, 2016). Dalenogare et al. (2018) hovoria o schopnosti údajov vytvárať hodnotu a zároveň poukazujú na originalitu a dôležitú úlohu jednotlivých technológií. Poukazujú tiež na dôležitosť rozvoja úlohy človeka v inteligentnej práci. Digitalizácia môže tiež zvýšiť efektívnosť hodnotového reťazca znížením nákladov a vytvorením väčšej spolupráce a inovácií (Hoffmann, 2019). Autor sa zároveň pripája k niekoľkým ďalším, ktorí tvrdia, že vzostup priemyslu 4.0 nebude cestou revolúcie, ale cestou evolúcie. Minarik et al. (2022) predstavujú priemysel 4.0 ako koncepciu automatizácie a technologického pokroku. Jeho flexibilita bude zámerom politiky, spoločností, vzdelávania a kvalitnej pracovnej sily v oblasti inovácií. Zavadska a Zavadsky (2020) zdôrazňujú dôležitú úlohu podnikového manažmentu pri plánovaní obchodnej podnikovej stratégie v súvislosti s digitalizáciou. Podľa Said et al. (2021), priemysel 4.0 je do veľkej miery závislý od internetu vecí a inteligentných senzorov. Zhong et al. (2021) ho chápu ako kvantifikácia a spracovanie údajov v reálnom čase prostredníctvom modelov matematickej optimalizácie, ktoré sú založené na závislosti od viacerých korelácií. Závery otázky digitalizácie predpovedajú dôležitosť investovania do správnych opatrení na prispôsobenie sa celkovej digitálnej revolúcií. Priemysel 4.0 predstavuje digitálnu revolúciu, ktorej úlohou je priniesť digitálny svet do všetkých oblastí života. Jeho aplikácia do podnikových procesov a aktivít je nevyhnutná a žiaduca. Z ekonomického hľadiska neexistuje veľa štúdií, ktoré by riešili jeho adaptabilitu v kontexte finančnej výkonnosti, no práve úlohou tejto práce je takýto pohľad priniesť a poukázať na relevantnosť ich vzájomného prepojenia. V podmienkach Slovenskej republiky dokonca ide o prvú štúdiu zameranú na túto problematiku. Digitalizácia rýchlo mení spôsob, akým spoločnosti fungujú a konkurujú si v dnešnej globálnej ekonomike. Už nejde o to, či by mal podnik implementovať digitálne nástroje a technológie, ale skôr o to, ako ich efektívne využiť na dosiahnutie konkurenčnej výhody. Digitalizácia ponúka podnikom širokú škálu výhod od automatizácie procesov až po analýzu dát a spojenie so zákazníkmi (Valaskova et al., 2022). Cesta k digitalizácii však nie je bez výziev, od nedostatku zručností a zdrojov až po odpor voči zmenám. Digitalizácia znamená integráciu digitálnych technológií do všetkých aspektov podnikania vrátane operácií, procesov, produktov a služieb. Prijatie digitalizácie sa stalo kľúčovou stratégiou pre spoločnosti, ktoré chcú zostať konkurencieschopné v dnešnej digitálnej ekonomike. Využitím

týchto technológií môžu podniky zlepšiť efektivitu, produktivitu a zapojenie zákazníkov a získať prehľad o trhových trendoch a správaní zákazníkov. Digitalizácia tiež umožňuje spoločnostiam rozšíriť svoj dosah a preniknúť na nové trhy, vytvárať nové zdroje príjmov a obchodné modely. A práve z uvedených dôvodov sa digitálna transformácia a implementácia rôznych stratégií a prvkov v podnikovej praxi stala predmetom nášho skúmania, aby bolo možné zistiť ako prijatie digitalizácie ovplyvňuje podnikovú aktivitu či samotný rozvoj podnikov. Digitálne technológie bezprostredne naberajú na dôležitosti pre dosahovanie obchodných cieľov. Je to spôsob získania diferenciácie a konkurenčnej výhody; následne sa aj záujem manažérov o digitalizáciu zvyšuje (Ferreira et al., 2019). Autori Ukko et al. (2019) skúmali digitalizáciu prostredníctvom dvoch hlavných dimenzií, a to manažérskych schopností a operačných schopností. Bolo zistené, že manažérske schopnosti výrazne ovplyvňujú výkon, keď sú sprostredkované stratégiou udržateľnosti. Napriek tomu Martín-Pena et al. (2019) zistili, že digitalizácia má okrem svojej sprostredkovateľskej úlohy vo vzťahu medzi servitizáciou a výkonom aj priamy silný pozitívny vzťah k predajnej výkonnosti priemyselných podnikov. Na rozdiel od toho Kharlamov a Parry (2021) dospeli k záveru, že digitalizácia nemá priamy vplyv na výkonnosť britských vydavateľských firiem z finančného hľadiska; má však účinok v kombinácii so servitizáciou. Preto predchádzajúci výskum ukázal zmiešané výsledky týkajúce sa vzťahu medzi digitalizáciou a výkonnosťnými mierami. Pokiaľ je nám známe, akademická práca v oblasti digitalizácie a výkonnosti firiem ešte nebola v podmienkach Slovenskej republiky dôkladne preskúmaná, čo je kontext, ktorý ukazuje vysoký rast a mieru digitálnej transformácie vo vzťahu k iným rozvojovým krajinám, najmä v sektore služieb. Okrem toho výskum (Valaskova et al., 2022) vyzval na skúmanie, ako digitalizácia ovplyvňuje výkonnosť podniku v rôznych kontextoch a sektoroch. Okrem toho sa oplatí pochopiť, ktoré kanály môžu vysvetliť, ako digitalizácia ovplyvňuje výkonnosť spoločnosti. Niektoré navrhované kanály, prostredníctvom ktorých môže digitalizácia ovplyvniť výkonnosť podniku, sú inovácie IT a skúsenosti zákazníkov.

Pre podniky si proces digitalizácie vyžaduje značné investície do technológií, zručností a zmeny kultúry. A môže byť ťažké vedieť, kde začať a ako merať vplyv digitalizácie na výkonnosť. Preto je dôležité, aby podniky mali jasnú a dobre definovanú stratégiu digitalizácie, zohľadňujúcu špecifické potreby a ciele organizácie a zapojenie všetkých zainteresovaných strán do procesu.

2. CIEĽ PRÁCE

Téma finančnej výkonnosti podnikov predstavuje klasickú tému pre analýzu finančného zdravia podniku, kedy je jej úlohou zanalyzovať a vyjadriť silné a slabé stránky podniku na základe ekonomických ukazovateľov. V prepojení s digitalizáciou je táto téma ešte atraktívnejšia, nakoľko takéto prepojenie zohráva dôležitú úlohu v modernom svete technológií, kedy je potrebné správne a včas predikovať možné zlyhanie podniku, načo môžu slúžiť fundamenty už spomínaného priemyslu 4.0. Keďže sa dizertačná práca zameriava na slovenské podniky je vhodné sa sústrediť predovšetkým na podniky pôsobiace v strojárskom, priemyselnom odvetví a v odvetví poskytujúcom služby. Táto kapitola dizertačnej práce je zameraná na vymedzenie primárneho cieľa a niekoľkých parciálnych cieľov, ktoré napomáhajú k splneniu primárneho cieľa.

Hlavný cieľ predkladanej dizertačnej práce

Hlavným cieľom predkladanej dizertačnej práce je identifikovať vhodné prediktory modelovania digitálnej transformácie podnikov, odhaliť vplyv týchto prediktorov na modelovanie digitálneho rozvoja v kontexte podnikovej výkonnosti a špecifikovať väzbu medzi finančnou výkonnosťou podnikov a stupňom ich digitalizácie.

Parciálne ciele predkladanej dizertačnej práce

Aby bol splnený hlavný cieľ práce, je potrebné si vytýčiť aj podporné, parciálne ciele:

- vykonať rešerš domácej a zahraničnej literatúry, zaoberajúcej sa predmetnou problematikou,
- zhromaždiť, analyzovať a následne zosystemizovať získané informácie,
- vybrať a spracovať relevantné teoretické poznatky tvoriace základ riešenej problematiky, vymedziť obsah kľúčových pojmov,
- aplikovať vybrané ukazovatele finančnej analýzy podnikov vo vybraných odvetviach SR s cieľom vyjadriť ich úroveň finančného zdravia,
- analyzovať digitálnu adaptabilitu prostredníctvom indexu DESI zameraného na odvetvia v SR,
- vykonať dotazníkové šetrenie v rámci podnikov v SR s úlohou zistiť stupeň digitalizácie a pripravenosť manažmentu na prechod do fázy digitálneho podniku,
- zhromaždiť dôležité informácie potrebné na analyzovanie dôležitých premenných,
- zostrojiť model (diskriminačná analýza),
- uskutočniť validáciu modelu.

3. METODIKA PRÁCE A METÓDY SKÚMANIA

Predkladaná dizertačná práca bola vypracovaná v súlade s postupmi uvedenými v Metodickom usmernení č. 3/2022 k Smernici č. 215 o záverečných, rigorózných a habilitačných prácach v podmienkach Žilinskej univerzity v Žiline a v súlade s rámcovou štruktúrou pre záverečné dizertačné práce na Žilinskej univerzite v Žiline.

3.1. Metodika práce

V úvode dizertačnej práce sme sa zamerali na vymedzenie obsahu problematiky digitálnej transformácie a jej vplyvu na finančnú výkonnosť podnikov. Zároveň sme riešenú problematiku predstavili z hľadiska dvoch kľúčových aspektov, ktorými sú významnosť a aktuálnosť, pričom sme oba skúmané aspekty argumentačne podporili tak, aby čo najlepšie poukázali na dôležitosť digitalizácie v kontexte modernej podnikovej praxe.

V kapitole *Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí* sme popísali teoretické východiská v oblasti Industry 4.0, digitálnej transformácie a finančnej výkonnosti, pričom sme sa zamerali predovšetkým na determinanty, ktoré ovplyvňujú úroveň digitalizácie v podnikoch a ich schopnosť adaptovať sa na meniace sa podmienky trhu. Dôležitou súčasťou boli aj analýzy vplyvu digitalizácie na finančné zdravie podnikov a prepojenie digitálnych technológií s ukazovateľmi podnikovej výkonnosti. Nevyhnutnými podkladmi pre spracovanie teoretickej časti boli vedecké publikácie domácich aj zahraničných autorov, čerpané najmä z databáz Web of Science a Scopus.

Kapitola *Cieľ práce* bola zameraná na vymedzenie hlavného cieľa, ktorým bolo identifikovať prediktory modelovania digitálnej transformácie a preskúmať ich vplyv na finančnú výkonnosť slovenských podnikov. Okrem hlavného cieľa boli stanovené aj parciálne ciele, ktoré reflektovali potrebu identifikácie vzťahov medzi digitálnou pripravenosťou, podnikateľskými charakteristikami a ekonomickými ukazovateľmi. Tieto ciele boli prepojené s výskumnými otázkami a slúžili ako základ pre následnú formuláciu hypotéz.

Pri písaní kapitoly *Metodika práce a metódy skúmania* sme objasnili výskumný rámec, ktorý zahŕňal kombináciu kvantitatívnych a kvalitatívnych metód. Využitie boli dotazníkové šetrenia zamerané na digitalizáciu slovenských podnikov, ako aj metódy finančnej analýzy, diskriminačná analýza, korešpondenčná analýza a ďalšie matematicko-štatistické prístupy. Metodika bola doplnená o využitie softvérových nástrojov ako SPSS, MS Excel a VOSviewer.

V kapitole *Výsledky práce* sme sa zamerali na interpretáciu získaných dát a ich prepojenie s teoretickými východiskami. Výskum zahŕňal analýzu finančnej výkonnosti a digitalizácie vo vybraných odvetviach slovenského hospodárstva, návrh predikčného modelu digitálnej transformácie a jeho validáciu. Zohľadnené boli faktory ako veľkosť podniku, sektorové zaradenie a úroveň digitalizácie, pričom výsledky potvrdili významný vplyv digitalizácie na finančnú výkonnosť.

V kapitole *Diskusia* sme konfrontovali získané výsledky s predchádzajúcimi štúdiami. Identifikovali sme prieniky aj odlišnosti a diskutovali o možných príčinách divergencií. Pozornosť bola venovaná aj otázke vhodnosti použitých metód a ich limitáciám.

Kapitola *Teoretické a praktické prínosy dizertačnej práce* bola zameraná na zhrnutie benefitov výskumu pre vedeckú obec, ako aj praktické využitie výsledkov v podnikovom manažmente, predovšetkým pri plánovaní digitálnych stratégií.

V závere dizertačnej práce sme poskytli retrospektívne zhrnutie hlavnej myšlienky práce, sumarizáciu výsledkov výskumu a návrhy odporúčaní pre ďalší rozvoj digitalizácie a efektívne meranie podnikovej výkonnosti v slovenských podmienkach.

3.2. Metódy skúmania

Pri vypracovaní predkladanej dizertačnej práce boli využité nasledujúce metódy skúmania.

Metóda analýzy: V dizertačnej práci sú aplikované analytické postupy použité predovšetkým na rozbor poznatkov dostupných v domácej a zahraničnej literatúre v oblasti finančného zdravia podniku, digitalizácie a priemyslu 4.0. Spomínaná analýza prebieha z vyššie uvedených dostupných prameňov, ktoré sa následne pretavujú do syntézy predmetných poznatkov.

Metóda syntézy: Spočíva v spájaní jednotlivých častí skúmaných metódou analýzy do jednotného celku, z ktorého je možné vyvodzovať čiastkové závery a spájať potenciálne príbuzné pojmy a komplexy. Použitie tejto analýzy v práci prebieha spracovaním a systematizovaním nadobudnutých poznatkov o vyššie uvedených pojmoch.

Metóda komparácie: Úloha komparácie je porovnanie zistených syntetických pojmov ale taktiež aj prípadných modelov, ktoré budú v práci použité neskôr. V oblasti literatúry je túto metódu možné použiť na vzájomné porovnanie historického vývoja alebo súčasného stavu problematiky.

Metóda indukcie a dedukcie: Metódu indukcie je v práci použitá na vyvodzovanie všeobecných záverov, najmä v chápaní finančnej výkonnosti ale taktiež aj v otázke digitalizácie podnikov všetkých veľkostných kategórií. Túto metódu možno charakterizovať ako menšiu

objektívizáciu riešenej problematiky. Na rozdiel od induktívnej metódy je deduktívna metóda založená na všeobecných predpokladoch a aplikuje ich na jednotlivé všeobecné alebo čiastkové závery.

Metóda grafického zobrazenia: Reprezentácia zistených výsledkov, či už prostredníctvom ilustrácií alebo tabuliek, zastrešuje metóda grafického zobrazenia. V tejto časti sú použité predovšetkým programy ako VOS Viewer, MS Excel a SPSS.

Štatisticko-matematické metódy: Pre praktické využitie práce je potrebné jej závery odprezentovať matematicko-štatistickými metódami. Práca sa opiera predovšetkým o štatistické metódy a jej testy (ANOVA, diskriminačná analýza, kategoriálna a korešpondenčná analýza) s dôrazom vytvoriť model finančnej výkonnosti s uplatnením digitálneho stupňa pre podniky. Taktiež sú v práci vykonávané finančné analýzy vybraných podnikov v odvetviach na Slovensku.

Metóda dopytovania: Poslednou metódou v práci je metóda dotazníkového riešenia, ktorej hlavnou úlohou je zistiť stupeň digitalizácie slovenských podnikov.

Metóda deskripcie: Úlohou metódy deskripcie je zabezpečiť popis skúmanej problematiky, teda pojmov spojených s finančnou výkonnosťou, digitálnou transformáciou a stratégiami priemyslu 4.0.

Vedecké pozorovanie: V práci sú využité aj vedecké pozorovanie s cieľom zámerne a systematicky stojac na teoretických predpokladoch, zovšeobecniť určité čiastkové závery predovšetkým v oblasti digitálnej adaptability odvetví SR.

Vedecký popis: Prostredníctvom vedeckého popisu je v práci možné zachytiť špecifické vlastnosti objektu prostredníctvom kvalitatívnych a kvantitatívnych parametrov. V prípade navrhovania modelov modifikácií v moderných metódach analýz je potrebné pomocou štatistických a matematických nástrojov identifikovať a popísať všetky premenné, ktoré túto hodnotu ovplyvňujú. Aplikácia vedeckého popisu prebieha predovšetkým vo fáze štatistického modelovania či charakterizovania dát.

Explanácia (vysvetlenie): Vysvetlením sú uvádzané podstatné situácie, okolnosti alebo príčiny vecí, ktoré nie sú dostatočne jasné či zrozumiteľné. Cieľom je interpretovať a transformovať nezrozumiteľné javy a skutočnosti tak, aby boli zrejmé a objasnené všetky súvislosti a aby realizovaný výklad urobil sledované javy a skutočnosti zrozumiteľnými a pochopiteľnými.

3.3. Výskumné otázky

V súlade s hlavným cieľom ako i z neho odvodených parciálnych cieľov, možno stanoviť niekoľko výskumných otázok, ktoré sa stali predmetom skúmania dizertačnej práce:

VO1: Aké špecifiká (charakteristiky) podniku môžu ovplyvniť úroveň digitalizácie v podnikoch?

VO2: Existujú kategórie faktorov (úroveň digitalizácie, sektor pôsobenie, veľkosť podniku, vlastníctvo podnikov), ktoré si navzájom zodpovedajú?

VO3: Aké je prepojenie medzi finančnou výkonnosťou a digitálnou transformáciou?

VO4: Existuje štatisticky významná závislosť medzi úrovňami digitalizácie a kategóriami špecifických znakov podniku (veľkosť podniku, ekonomický sektor a vlastníctvo), ktorých vzájomnú korešpondenciu je možné zobrazit' v dvojrozmernej grafickej podobe?

VO5: Má úroveň digitalizácie vplyv na základné finančné parametre, akými sú úroveň celkových aktív, pasív, vlastného kapitálu a čistého zisku?

VO6: Aká je úroveň implementácie technológií Priemyslu 4.0 v slovenských podnikoch?

VO7: Existuje vzťah medzi stupňom digitalizácie podniku a pomerovými ukazovateľmi finančnej výkonnosti týchto podnikov?

VO8: Ktoré ukazovatele finančnej výkonnosti podnikov možno považovať za najvýznamnejší prediktor a najlepšie diskriminanty digitálnej transformácie podnikov v slovenských podmienkach?

VO9: Je možné skonštruovať model digitálnej transformácie podnikov v uvedených podmienkach?

Predmetné výskumné otázky sú následne využité na odvodzovanie hypotéz, čo je kľúčovým krokom vo výskumnom procese, ktorý zabezpečuje, že hypotézy sú logicky prepojené s cieľmi výskumu a odpovedajú na položené otázky. Samotné hypotézy sú potom definované v jednotlivých podkapitolách dizertačnej práce, v ktorých sa výskumné otázky postupne riešia využívajúc vhodne zvolené matematicko-štatistické metódy – kategoriálna analýza, korešpondenčná analýza, diskriminačná analýza, neparametrická analýza rozptylu. Aby každý podnik prežil a prosperoval v digitálnej ekonomike, musí strategicky podniknúť digitálnu transformáciu. Zahŕňa to začlenenie digitálnej technológie do každého aspektu prevádzky spoločnosti, radikálne mení spôsob, akým slúži klientom a prevádzkuje svoje operácie, čo vedie k významným úpravám fungovania spoločnosti a poskytovania hodnoty svojim klientom. Rušivá transformácia je poháňaná dynamickým a rýchlo sa meniacim digitálnym svetom v mnohých sektoroch. Pri integrácii digitálnych technológií je významná aj súhra medzi podnikovými

finančnými údajmi (s využitím informácií z databázy Orbis poskytnutej Moody's) a kvalitatívnymi údajmi týkajúcimi sa digitálnych kompetencií podnikov (odvodených z dotazníka). Kontingenčné tabuľky ilustrujú rozdelenie kategórií premenných a prepojenie medzi kategóriami finančnej výkonnosti a digitálnej transformácie pomocou zodpovedajúcej analytickej techniky. Je zrejmé, že určité špecifiká spoločnosti ovplyvňujú úroveň digitalizácie, čo podporuje význam údajov špecifických pre sektor, veľkosť a vlastníctvo a celkový obraz odvetvia v národnom kontexte.

4. VÝSLEDKY PRÁCE

Výsledok dizertačnej práce možno definovať v nasledujúcich rovinách:

- Obsah prvej roviny predstavujú výsledky práce reprezentované cez celkový teoretický rámec, ktorý sa bude opierať o domácu a zahraničnú literatúru, kde sa zachytáva vplyv a trendy v skúmaní finančného zdravia a výkonnosti podnikov, digitalizácie a elektrifikácie (Industry 4.0) pre priemysel SR.
- Nasledujúcu rovinu interpretujú výsledky v rámci analýzy digitálnej adaptability odvetví priemyslu SR prostredníctvom indexu DESI.
- Dotazníkové šetrenie, ktorého výstup je využitý pre digitálnu pripravenosť podnikov v podmienkach Slovenskej republiky.
- Významným výsledkom je návrh komplexného modelu predikcie digitálnej transformácie podnikov v SR pre podniky v SR. V tomto modeli ide o inklúziu finančnej výkonnosti s digitálnym stupňom plnenia v jednotlivých podnikoch a odvetviach.

Finančná analýza je jedna z klasických ekonomických diagnostík, ktorá umožňuje poznať podnik po jeho finančnej a ekonomickej stránke. Cieľom je určiť, v akej sfére a na akej úrovni sa podnik momentálne nachádza v oblasti jeho finančného zdravia. Na túto tému vzniklo už niekoľko prác, každá s takmer identickým zámerom, avšak prepojenie a snaha vytvoriť nexus tejto problematiky spolu s priemyslom 4.0 sa stalo hlavným zámerom tejto práce. Nesprávna a nevčasná finančná diagnostika, nedodržiavanie finančných zásad a pravidiel, ignorancia finančného zdravia, nezáujem o aspekty digitalizácie, nepochopenie výhod a nevýhod Industry 4.0 je značnou medzerou medzi manažmentom jednotlivých spoločností, či už na Slovensku alebo vo svete. Preto je dôležité, aby sa so spomínanou problematikou zaoberalo čím ďalej, tým viac akademikov a vedeckých pracovníkov, ktorí by výsledky reflektovali smerom na trh, pretože kontinuálne odmietanie a nepochopenie takéhoto komplexu, môže viesť k potencionálnemu rozpadu celej podnikateľskej sféry v krajine.

4.1. Realizované vedecké výskumy

V tejto podkapitole sa práca venuje uskutočneným výskumom v oblasti finančnej výkonnosti podniku a priemyslu 4.0 (s dôrazom na digitalizáciu odvetví) za obdobie 2000–2023 (analyzované boli články z vedeckej databázy WoS). Problematiku finančnej analýzy podniku možno zovšeobecniť na celosvetový problém. Je pochopiteľné, že nikde na svete nie je finančná

stránka podnikov úplne ideálna, no možno charakterizovať silnejšie a slabšie krajiny v tomto chápaní, vzhľadom na ich makroekonomické prostredie, ktoré ovplyvňuje činnosť týchto podnikov. To isté možno povedať aj o záujme vedeckých pracovníkov publikovať potencionálne riešenia v oblasti finančnej nestability s fokusom na predikciu bankrotu. Vzrastajúci záujem o digitalizáciu a finančnú analýzu v súvislosti s technológiami Industry 4.0 odráža dôležitosť týchto tém v akademickom a obchodnom prostredí. V USA je prítomná silná tradícia výskumu a investícií do oblastí, ako sú fin-tech, automatizácia a analytika dát, čo vedie k intenzívnemu publikovaniu v tejto oblasti. V Číne, s rýchlym rozvojom technologických inovácií a digitálnych platforiem, sa zvyšuje potreba akademického výskumu, ktorý podporuje tento trend. Okrem toho, rastúca konektivita medzi finančnou analýzou a ďalšími aspektami digitalizácie, ako sú Big Data a umelecká inteligencia, otvára nové výskumné možnosti a aplikačné priestory.

Z hľadiska výskumu je tiež dôležité poznamenať, že krajiny s rozvinutými ekonomickými systémami a silnými akademickými inštitúciami majú tendenciu publikovať viac, čo prispieva k širšiemu zdieľaniu znalostí a vývoju teórií a praktík v oblasti finančnej analýzy. Súčasne, tento nárast publikácií poukazuje na rastúci záujem o interdisciplinárne prístupy, ktoré spájajú financie, technológie a priemyselné inovácie, čím sa zabezpečuje komplexnejšie a efektívnejšie riadenie procesov v podnikoch. A navyše, trend rastu publikácií naznačuje, že oblasť finančnej analýzy bude naďalej kritická v rámci diskusií o digitálnej transformácii a zvyšujúcej sa konkurencieschopnosti na globálnom trhu. Úlohou tejto práce je nájsť prepojenie medzi determináciou finančnej výkonnosti podnikov s digitalizáciou a priemyslom štvrtej generácie. Je potrebné zdôrazniť, že predikcia bankrotu, založená na analýze dát a algoritmickom spracovaní, sa stáva nevyhnutným nástrojom v prostredí Industry 4.0, kde sa technológie neustále vyvíjajú a zefektívňujú podnikové procesy. Za zaujímavé je možné považovať aj oblasti a okruhy publikácií tejto témy predikcie bankrotu, akými sú modely predikcie, techniky umelej inteligencie a ich integrácia do digitálnych platforiem, ktoré umožňujú rýchlejšiu a presnejšiu analýzu finančného zdravia spoločností.

V tejto súvislosti je dôležité preskúmať aj faktory, ktoré ovplyvňujú úspešnosť predikčných modelov v praxi, ako sú kvalita vstupných dát, regulácie v oblasti bankovníctva a financovania, ako aj úroveň digitálnej zručnosti v rámci podnikov. Zohľadnenie týchto aspektov môže prispieť k lepšiemu porozumeniu vzťahu medzi digitalizáciou a predikciou bankrotu, čo je kľúčové pre zlepšenie stabilnosti a udržateľnosti podnikových operácií v dynamickom hospodárskom prostredí. V ekonomických oblastiach dosahujú publikácie počet 333, pričom tento výskum sa zameriava na tradičné metódy analýzy a hodnotenia finančného zdravia podnikov. Zatiaľ čo

konvenčné prístupy poskytujú základné nástroje na analýzu rizika, integrácia technológií ako strojové učenie a dátová analytika umožňuje hlbšie porozumenie a predikciu potenciálnych bankrotov.

Rastúci záujem o prepojenie týchto oblastí naznačuje, že budúcnosť predikcie bankrotu a teda aj celkového finančného zdravia podnikateľských subjektov bude silne ovplyvnená technologickými inováciami, ktoré prinesú efektívnejšie a presnejšie nástroje na identifikáciu rizikových faktorov. Týmto spôsobom môžu podniky rýchlejšie reagovať na možné problémy a prispieť k stabilizácii svojich operácií v turbulentnom hospodárskom prostredí. Na základe dôkladného prieskumu realizovaných štúdií v sledovaných oblastiach je možné poznamenať, že štúdie sa zameriavajú na využívanie modelov predikcie bankrotu na celom svete. Avšak je nutné poznamenať vysokú snahu o zoptimalizovanie týchto modelov pre Európu a Slovenskú republiku samotnú, čo svedčí o nespokojnosti s existujúcimi praxami a túžbe efektívne bojovať proti tomuto fenoménu.

V zmysle prieskumu Industry 4.0 je možné charakterizovať jeho komplexnosť a náročnosť na pochopenie v rôznych oblastiach. Riešenia Industry 4.0, ako sú kyber-fyzikálne systémy, Big Data, umelá inteligencia a virtuálna realita, sú nesmierne rozmanité a vyžadujú interdisciplinárny prístup. Existuje časť publikácií, ktoré sa zaoberajú praktickým využitím tejto témy (Nagy, Lazaroiu & Valaskova, 2023; Zavadská et al., 2020), avšak sú aj publikácie, ktorých cieľom je položiť teoretické základy priemyslu štvrtej generácie (Hoffmann, 2019; Hoang et al., 2019).

Výsledky prác závisia od jednotlivých oblastí, no v jednom sa autori zhodujú, a to na nejednotnej selekcii fundamentov pre túto oblasť a ich aplikáciu. Industry 4.0 je nutné brať ako komplex niekoľkých ďalších fundamentov, ktoré ho tvoria. Autori najnovších článkov odkazujú na posilňujúcu hrozbu umelej inteligencie a jej dopady. Diskusia okolo tejto problematiky sa zameriava na otázku, či pozitívne aspekty prevyšujú nad negatívnymi, pričom revolúcie 4.0 a 5.0 sú považované za nevyhnutné, no zároveň aj pomerne nebezpečné.

Tento kontext naznačuje, že pre úspešnú implementáciu a prevádzku Industry 4.0 je potrebná nielen technická pripravenosť, ale aj adekvátne legislatívna a regulačná podpora, ktorá by umožnila podnikateľom a vedcom efektívne čeliť novým výzvam a maximalizovať potenciálne prínosy. Bez strategického prístupu k digitalizácii a inováciám riskujú podniky stagnáciu v dynamickom globálnom hospodárstve. Okrem toho je dôležité zabezpečiť spoluprácu medzi verejným a súkromným sektorom, aby sa podporil rozvoj technológií a zručností nevyhnutných pre efektívne využitie Industry 4.0.

4.2. Aspekty vplyvu digitálnej transformácie na finančnú výkonnosť

Vďaka nástupu digitalizácie, ktorá zmenila charakter obchodných procesov a ich štruktúru, zmenené techniky a prístupy riadenia, viedli k vzniku nových profesií a modifikácii existujúcich, ktoré si vyžiadali výrazné rozšírenie schopností a zručností pracovnej sily, zmenil i ekonomiku a má potenciál urýchliť množstvo dôležitých spoločenských javov. Kľúčovým komponentom Industry 4.0 je myšlienka digitalizácie, ktorá sa aplikuje na horizontálne prepojené procesy, ktoré sú vyjadrené v hodnotách a ich toku. Vďaka Industry 4.0 má priemyselný sektor teraz silný základ, na ktorom môže implementovať digitálne postupy a zlepšiť inteligenciu dodávateľského reťazca. V dôsledku toho sa digitálna a inteligentná výroba stala významným globálnym trendom v rámci paradigmy Industry 4.0. Digitálne technológie ako cloud computing, veľké dáta, umelá inteligencia a internet vecí rýchlo napredovali vďaka Industry 4.0, čím spôsobili revolúciu v globálnej ekonomike a posunuli ich do popredia digitálnej sféry (Gajdosikova et al., 2024; Juracka et al., 2024). Tieto digitálne technológie majú podľa Camara (2024) veľký vplyv na sieťové pripojenie spoločnosti, politiky, alokáciu zdrojov a celkový výkon. Digitalizácia ponúka dovtedy nepredstaviteľné príležitosti pre podnikanie malých a stredných podnikov, ako to naznačuje štúdia Cenamor et al. (2019) tvrdiac, že prispôbením schopností digitálnych platforiem ich postojom môžu tieto podniky výrazne zlepšiť svoju výkonnosť. Napriek tomu Kothamaki et al. (2020) poznamenali, že kombinácia medzi službami a nízkou digitalizáciou má negatívny a značný vplyv na finančnú výkonnosť spoločnosti od nízkeho po stredný stupeň digitalizácie. Vzťah medzi vysokým stupňom servitizácie a digitalizácie sa stáva priaznivým a dôležitým od strednej po vysokú úroveň, čím sa zvyšuje finančná výkonnosť podnikov, čo potvrdzujú aj Yang et al. (2023) a Luu et al. (2024). Scafarto et al. (2023) na základe vzorky 965 pozorovaní spoločností z rokov 2017 až 2021 dospeli k záveru, že na finančnú výkonnosť má pozitívny vplyv digitalizácia. Následné vyšetrovanie naznačuje, že súvislosť medzi digitalizáciou a výkonnosťou podnikania je úplne sprostredkovaná efektívnosťou investovania kapitálu.

V reakcii na vládne nariadenia a zmeny na trhu, väčšinou spôsobené pandémiou COVID-19, mnohé spoločnosti využívajú digitálne technológie, pretože digitálnu transformáciu považujú za nevyhnutnú stratégiu rozvoja. Savvakis et al. (2024) pomocou analýzy súboru panelových údajov 12 179 európskych podnikov od roku 2017 do roku 2022 spolu s európskym indexom transformovanej digitalizácie zistili významnú a negatívnu koreláciu medzi pandémiou COVID-19 a finančnou výkonnosťou podnikov. Zdá sa, že digitalizácia bola kľúčová pri pomoci MSP pri predchádzaní následkom pandémie. Výskum však naznačuje, že slabé informačné technológie, digitálne stratégie (Guo et al., 2020) a oneskorenia pri premiestňovaní zdrojov môžu brániť

rozvoju hodnoty a viesť k zlyhaniam (Nylen a Holmstrom, 2015). V dôsledku toho nie každá spoločnosť dokáže efektívne vykonávať digitálnu transformáciu. Digitalizácia by však mala ísť nad rámec používania IKT; mala by zahŕňať aj zmenu organizačnej dynamiky a postupov (Zhou et al., 2023). Konkurencieschopnosť a výkonnosť podnikov možno zvýšiť prostredníctvom procesu integrácie nových technológií s cieľom zlepšiť existujúci tovar, vytvoriť nové obchodné modely a uľahčiť vývoj nového softvéru a systémov (Ragazou et al., 2023). Dalenogare et al. (2018) zdôrazňujú osobitosť a pozoruhodný prínos konkrétnych technológií a zároveň sa ponoria do témy potenciálnej hodnoty údajov. Ukazujú tiež, ako sa rola človeka v práci môže zmeniť k lepšiemu. Digitalizácia môže zvýšiť efektívnosť hodnotového reťazca znížením nákladov a podporou väčšej inovácie a spolupráce (Kliestik et al., 2024). Zároveň autor súhlasí s niekoľkými ďalšími jednotlivcami, ktorí tvrdia, že Industry 4.0 nie je revolúciou, ale skôr evolučnou cestou. Podniky, vlády, vzdelávacie inštitúcie a kompetentná pracovná sila v inovačnom priemysle sa budú usilovať o jeho flexibilitu. Dôležitosť obchodnej stratégie podnikového manažmentu pri plánovaní stratégie pre digitalizáciu zdôrazňujú Zeng et al. (2022).

V posledných rokoch, aj v dôsledku pandémie COVID-19, sa vedci v oblasti obchodného výskumu čoraz viac zaujímajú o skúmanie zmien, ktoré prinášajú digitálne technológie (Eller et al., 2020). Uprostred týchto významných transformácií sa štruktúry a dynamika obchodných operácií drasticky menia, aby sa vytvorili nové obchodné paradigmy, pričom digitálna technológia zohráva kľúčovú úlohu pri rozširovaní a vytváraní hodnoty pre podniky (2023). Digitálna transformácia je dynamický proces, ktorý ovplyvňuje technológiu a digitálne zručnosti, ako tvrdia Lastauskaite a Krusinskas (2024). Okrem toho by to mohlo poskytnúť hodnotu spotrebiteľským skúsenostiam, podnikovým modelom a postupom. Tieto technológie predznamenalí súčasnú digitálnu éru a ich neustály rast prináša odvetviu hodnotu (2021).

Digitalizácia teda rýchlo mení spôsob, akým spoločnosti fungujú a konkurujú si v dnešnej globálnej ekonomike. Už nejde o to, či by mal podnik implementovať digitálne nástroje a technológie, ale skôr o to, ako ich efektívne využiť na dosiahnutie konkurenčnej výhody. Na základe týchto skutočností boli stanovené dve výskumné otázky:

- 1.) Aké špecifiká podniku môžu ovplyvniť úroveň digitalizácie v podnikoch?
2. Aké je prepojenie medzi finančnou výkonnosťou a digitálnou transformáciou?

Na dosiahnutie našich výskumných cieľov sme použili korešpondenčnú analýzu a neparametrický Kruskal-Wallisov test na preukázanie vzťahu medzi finančnými údajmi podniku (pomocou informácií z databázy Orbis poskytnutej Moody's) a kvalitatívnymi údajmi zameranými

na digitálne kompetencie podnikov (odvodené z dotazníka). Výsledky štúdie poskytujú zainteresovaným stranám, akademickým pracovníkom a tvorcom politík pohľad na nedostatky súčasného výskumu z hľadiska nedostatku teoretického a praktického rámca v špecifických národných podmienkach, ktorý tvorí základ pre štúdie o vzťahu medzi digitálnou transformáciou a finančnou výkonnosťou podnikov. Naša štúdia sa snaží poukázať na výzvy a perspektívy budúceho výskumu digitalizácie a výkonnosti podnikov z hľadiska ich špecifikácií a financií.

Tabuľka 1 sumarizuje základné informácie o podnikoch zahrnutých do štúdie.

Tabuľka 1 Základné informácie o skúmaných podnikoch

Sektor	%	Veľkosť	%	Typ podnikov	%
Obchod	6,0	Mikro	29,2	s.r.o.	69,2
Poľnohospodárstvo	1,6	Malý	27,0	a.s.	20,0
Priemysel	17,2	Stredný	27,0	v.o.s.	9,6
Služby	67,2	Veľký	16,8	k.s.	1,2
Stavby	8,0	-	-	-	-
SPOLU	100,0	SPOLU	100,0	SPOLU	100,0

Zdroj: vlastné spracovanie

Poznámka: Odvetvové členenie podnikateľských subjektov je vymedzené prostredníctvom klasifikácie SK NACE na pôdohospodárstvo (sekcia SK NACE A), priemysel (sekcia SK NACE B až E), stavebníctvo (sekcia SK NACE F), obchod (sekcia SK NACE G) a služby (sekcia SK NACE H až S) - podľa ŠÚSR

Základné špecifiká podniku sú ďalej analyzované spolu s finančnými informáciami v kontexte úrovne digitalizácie na vzorke podnikov. Na splnenie hlavného cieľa práce boli na základe prehľadu predošlých častí stanovené nasledujúce hypotézy:

- H1: Existujú kategórie faktorov (úroveň digitalizácie, sektor/veľkosť/vlastníctvo podnikov), ktoré si navzájom zodpovedajú.
- H2: Existuje štatisticky významná závislosť medzi úrovňami digitalizácie a kategóriami špecifických znakov podniku (veľkosť firmy, ekonomický sektor a vlastníctvo), ktorých vzájomnú korešpondenciu je možné zobrazit' v dvojrozmernej grafickej podobe.
- H3: Úroveň digitalizácie má vplyv na vybrané finančné parametre (celkové aktíva, vlastný kapitál, zisk po zdanení, celkové pasíva).

Výskum prebiehal v nasledujúcich metodických krokoch:

1. Tvorba kontingenčných tabuliek na rozpoznanie úrovne digitalizácie na základe rôznych špecifických vlastností podniku.

2. Na hladine významnosti 5% sa použil Pearsonov chí-kvadrát test na identifikáciu vzťahu medzi podnikovými charakteristikami a úrovňou digitalizácie. Kontingenčný koeficient, Cramerovo V, bol taktiež vypočítaný a bola vyhodnotená jeho významnosť za predpokladu, že bola preukázaná vzájomná závislosť.
3. Vzťahy medzi kategóriami špecifikovaných premenných, ktoré sú zoskupené v kontingenčných tabuľkách, sa zisťujú aplikáciou korešpondenčnej analýzy. Cieľom tejto analýzy je vyhodnotiť vzťahy medzi premennými a poskytnúť vysvetlenie štruktúry tejto závislosti. Najvýznamnejším výstupom analýzy je viacrozmerná korešpondenčná mapa, ktorá zreteľne zobrazuje kategórie analyzovaných premenných, ich podobnosti a rozdiely a akékoľvek korelácie s inými kategóriami premenných.
4. Kruskal-Wallisov test sa použil na zistenie, či sú vybrané finančné ukazovatele na rôznych úrovniach digitalizácie rovnaké. Na zistenie rozdielov medzi skupinami úrovne digitalizácie bol použitý Dunn-Bonferoni post hoc test, za predpokladu, že bol rozdiel vo finančných parametroch štatisticky významný.

Kategoriálne a korešpondenčné analýzy boli použité na odhalenie rôznych úrovní digitalizácie v analyzovaných podnikoch. Podniky v dotazníku rozpoznali štyri rôzne úrovne (menej ako 25 %; 25 – 50 %; 50 – 75 %; viac ako 75 %) procesov s ohľadom na rôzne aspekty prevádzky podniku (personálne, technologické, výrobné atď.). Preto bolo dôležité preskúmať štatisticky významný vzťah medzi odlišnými špecifickými vlastnosťami firmy a digitalizáciou procesov. Výsledky Pearsonovho chí-kvadrát testu preukázali miernu závislosť medzi charakteristikami podnikov (sektor, veľkosť, vlastníctvo) a úrovňou digitalizácie. Korešpondenčná analýza ďalej ukázala, že najvyššia digitalizácia je v priemyselnom sektore, zatiaľ čo stavebníctvo zaostáva. Veľké podniky digitalizujú viac ako 75 % procesov, zatiaľ čo mikro a malé podniky len 50 %. V oblasti vlastníctva verejné akciové spoločnosti dosahujú najvyššiu digitalizáciu, zatiaľ čo spoločnosti s ručením obmedzeným len minimálnu. Kruskal-Wallisov test potvrdil, že úroveň digitalizácie má štatisticky významný vplyv na celkové aktíva, zisk po zdanení a vlastný kapitál, ale nie na celkové záväzky. Post hoc testy preukázali najvýraznejšie rozdiely medzi podnikmi s nízkou a vysokou digitalizáciou. Digitalizácia sa ukazuje ako kľúčový faktor podnikového výkonu, pričom jej vplyv sa líši v závislosti od odvetvia a ekonomického prostredia. Výskumy potvrdzujú, že digitalizácia môže podporovať konkurencieschopnosť podnikov prostredníctvom inovácií a zákazníckych skúseností, hoci jej priamy vplyv na finančnú výkonnosť zostáva predmetom diskusie.

4.3. Premenné, parametre a fundamenty inovatívneho modelu digitálnej transformácie

Proces digitálnej transformácie, ktorý už mnoho rokov prebieha v globálnej ekonomike, je úzko spojený s myšlienkou Priemyslu 4.0 a je poháňaný inovatívnymi digitálnymi technológiami (Schwab, 2016). V posledných rokoch tento proces nabera na intenzite a pokrýva prakticky všetky oblasti života. Mimoriadne intenzívne zmeny sa odohrávajú vo výrobných podnikoch i v podnikoch služieb, ktoré v dôsledku vysokej konkurencie musia rýchlo prispôbiť zmenám spojeným s digitalizáciou ekonomiky (Fayyaz et al., 2021). S cieľom dosiahnuť konkurenčnú výhodu tieto spoločnosti čoraz viac využívajú digitálne technológie spojené s myšlienkou Priemyslu 4.0, pričom tento proces je vo veľkej miere ovplyvnený modelom otvorených inovácií (OI), ktorý sa stále viac využíva (Skordoulis et al., 2020). Tento prístup prispieva k rozvoju spolupráce medzi ľuďmi a organizáciami mimo konkrétnej spoločnosti a umožňuje veľmi efektívne zdieľanie vedomostí.

Medzi najdôležitejšie technológie spojené s myšlienkou Priemyslu 4.0, ktoré prispievajú k rozvoju digitálnej ekonomiky, patria: systémová integrácia, veľké dáta a analytika, cloud computing, simulácia, aditívna výroba, kyberneticko-fyzikálne systémy, kybernetická bezpečnosť, kolaboratívna robotika a rozšírená realita. Veľké množstvo týchto riešení a ich rastúca dostupnosť nútia spoločnosti rýchlo sa s nimi oboznámiť a zhodnotiť možnosti ich využitia v podnikaní. Napriek rozširujúcim sa znalostiam a dostupnosti moderných digitálnych riešení majú mnohé spoločnosti problémy s ich implementáciou (Sony, 2019). Tento problém je zreteľný aj v krajinách Európskej únie (EÚ), a obzvlášť u nás na Slovensku, ktorá vidí obrovský potenciál digitalizačného procesu pri budovaní konkurencieschopnej a inovatívnej znalostnej ekonomiky.

Napriek vysokej dostupnosti digitálnych technológií na trhu je miera ich využívania medzi podnikmi v EÚ-27 neuspokojivá. Preto sa už mnoho rokov podnikajú kroky na podporu ich širšieho využívania. To potvrdzuje množstvo aktov, dokumentov a programov vypracovaných a prijatých EÚ, ako napríklad: Digitálna agenda pre Európu, Európske širokopásmové pripojenie: Investície do rastu poháňaného digitalizáciou, Smerom k prosperujúcej ekonomike založenej na údajoch, Stratégia jednotného digitálneho trhu, Budovanie európskej ekonomiky založenej na údajoch, Informačná spoločnosť, Vek umelej inteligencie: Smerom k európskej stratégii pre stroje zamerané na človeka a Program Digitálna Európa. Okrem týchto dokumentov jednotlivé členské štáty vypracovali a prijali svoje stratégie týkajúce sa digitalizácie a implementácie moderných technológií spojených s myšlienkou Priemyslu 4.0. Jednotlivé krajiny si čoraz viac uvedomujú, že investície do budovania inovatívnej digitálnej ekonomiky sú v súčasnosti jedny z najžiadanejších

a najziskovejších. Rozsah a veľkosť týchto investícií sú dnes mierou civilizačného rozvoja jednotlivých krajín. Význam digitalizačného procesu pre podniky a celú ekonomiku je dobre pochopený, pretože je zrejmé, že krajiny/skupiny krajín, kde je proces digitálnej transformácie na vysokej úrovni, môžu získať konkurenčnú výhodu. Podnikateľské aktivity v takýchto krajinách, založené na moderných a inovatívnych riešeniach, sú zároveň odolnejšie voči krízam a zmenám na trhu. Ich výhodou je flexibilita výroby a schopnosť rýchlo sa prispôbiť potrebám zákazníkov, čo tieto spoločnosti robí dobre vnímanými zákazníkmi a zvyčajne efektívnejšími než tie, ktoré digitálne riešenia nevyužívajú. Rozdielne úrovne ekonomického rozvoja členských štátov EÚ, ale aj rozdielny stupeň digitálnej transformácie v samotných podnikoch, a teda aj pokrok v digitalizačných procesoch a využívanie inovatívnych technológií, odôvodňujú výskum na posúdenie úrovne týchto procesov medzi podnikmi v rámci slovenského ekonomického prostredia. Na dosiahnutie výskumného cieľa je potrebné zodpovedať nasledujúce výskumné otázky:

1. Aká je úroveň implementácie technológií Priemyslu 4.0 v slovenských podnikoch?
2. Existuje vzťah medzi týmto stupňom digitalizácie a ekonomickými parametrami v kontexte finančnej výkonnosti týchto podnikov?

Na zodpovedanie uvedených otázok bolo potrebné vybrať indikátory (determinanty) – finančné ukazovatele, podnikové charakteristiky i faktory, ktoré popisujú implementáciu digitálnych technológií v podnikoch – ktoré by vhodným spôsobom prispeli k determinovaniu digitálnej transformácie podnikov v kontexte ich podnikových charakteristík. Pre realizáciu samotnej analýzy boli použité i vybrané matematicko-štatistické analýzy (ANOVA a diskriminačná analýza). Originalita takéhoto výskumu spočíva v tom, že ide o prvý výskum zameraný na skúmanie digitálnej transformácie podnikov v podmienkach SR sa prejavuje aj v analýze toho, či a ktoré ekonomické parametre ovplyvňujú index digitalizácie medzi skúmanými podnikmi. V tomto prípade originalitu dokazuje výber týchto parametrov a určené vzťahy medzi nimi. Je dôležité zdôrazniť aj významnú praktickú hodnotu tohto skúmania a jeho zistení. Diagnostika úrovne digitalizácie a stanovené úrovne využívania inovatívnych technológií medzi podnikmi by mala umožniť komplexný prístup k procesu digitálnej transformácie, pričom zohľadní rozdiely medzi jednotlivými podnikmi. Význam predikcie finančného zdravia a výkonnosti podnikov je nepopierateľný. Každý podnik by sa mal zaoberať možnosťou finančnej nestability, ktorá môže byť spôsobená rôznymi faktormi. V kontexte priemyselnej revolúcie zohráva dôležitú úlohu práve digitálna transformácia podnikov, ktorá do značnej miery závisí práve od dosahovaných ekonomických výsledkov. Pre stanovenie vhodných prediktorov finančnej výkonnosti podnikov sa realizovalo po celom svete už množstvo štúdií, ktoré sa snažia poukázať

na, ktoré prediktory sú najvhodnejšie (bližšie sú štúdie popísané v podkapitole 1.2. Finančné zdravie podniku).

Pre stanovenie kľúčových premenných v rámci nami realizovaného výskumu, sme si zvolili dve východiskové štúdie, ktoré boli spracované v našich podmienkach (a teda riadne reflektujú ekonomickú, spoločenskú a politickú situáciu), publikované vo významnom vedeckom časopise (s množstvom ohlasov a teda s významným spoločenským dopadom v akademickej obci):

1. Kovacova, M., Kliestik, T., Valaskova, K., Durana, P., & Juhaszova, Z. (2019). Systematic review of variables applied in bankruptcy prediction models of Visegrad group countries. *Oeconomia Copernicana*, 10(4), 743-772. <https://doi.org/10.24136/oc.2019.034>
2. Valaskova, K., Gajdosikova, D., & Belas, J. (2023). Bankruptcy prediction in the post-pandemic period: A case study of Visegrad Group countries. *Oeconomia Copernicana*, 14(1), 253-293. <https://doi.org/10.24136/oc.2023.007>

Na základe rozsiahlej literárnej rešerše, ktorá bola v publikácii od Kovacova et al. (2019) spracovaná, bolo analyzovaných 103 modelov predikcie bankrotu krajín Vyšehradskej štvorky, pričom sa autori zamerali na výskumnú metodológiu a použité vysvetľujúce premenné (prediktory). Prostredníctvom zhlukovej analýzy týchto premenných boli vytvorené tri zhluky, ktoré slúžili ako základ pre následnú korešpondenčnú analýzu. Štatistická analýza potvrdila, že každá krajina preferuje pri vývoji modelov predikcie finančného zdravia podniku odlišné vysvetľujúce premenné. Výsledky zhlukovej a korešpondenčnej analýzy ukázali, že modely vyvinuté na Slovensku a v Českej republike najčastejšie využívajú pomer bežnej likvidity, pomer záväzkov k celkovým aktívam, pomer vlastného kapitálu k celkovým aktívam, rentabilitu aktív (ROA) a peňažnú likviditu. V Maďarsku sú preferované ukazovatele ako rentabilita vlastného kapitálu (ROE), pomer celkových tržieb k celkovým aktívam, pomer celkových aktív k záväzkom, pomer EBIT k úrokovým nákladom a rýchla likvidita. Na druhej strane, v Poľsku sa využívajú ukazovatele ako pomer tržieb z predaja k celkovým aktívam, pomer obežných aktív + časovo rozlíšených aktív ku krátkodobým záväzkom + časovo rozlíšeným záväzkom + špeciálnym fondom + časovo rozlíšeným výnosom, pomer EBT z predaja k prevádzkovým nákladom, pomer úrokových výnosov k (zisk z ekonomickej činnosti + úrokovým výnosom a pomer vlastného kapitálu – základného imania k celkovým aktívam. Z výpočtov vyplynulo, že určité skupiny vysvetľujúcich premenných by mali byť výhradne použité na vývoj modelov predikcie finančného zdravia v krajinách Vyšehradskej štvorky. Výber konkrétnych finančných ukazovateľov v danej

krajine môže byť veľmi užitočný pre akademikov a výskumníkov pri tvorbe modelov v konkrétnych ekonomických podmienkach. Zohľadnenie týchto špecifických okolností spolu s ďalšími faktormi by malo viesť nielen k vývoju modelu s vysokou presnosťou predikcie, ale aj s dlhodobou schopnosťou predikcie. A práve z uvádzaných dôvodov sme premenné, ktoré boli v tomto výskume identifikované, použili aj pre tvorbu nášho modelu finančnej výkonnosti podnikov v kontexte ich digitálnej transformácie (Tabuľka 2).

Tabuľka 2 Prediktory finančného zdravia podľa Kovacova et al. (2019)

Prediktor finančného zdravia	Algoritmus výpočtu
celková likvidita (likvidita 3. stupňa)	obežné aktíva / krátkodobé záväzky
bežná likvidita (likvidita 2. stupňa)	(obežné aktíva-zásoby) / krátkodobé záväzky
ROE	čistý zisk / vlastný kapitál
ROA	čistý zisk / celkové aktíva
celková zadlženosť	celkové záväzky / celkové aktíva
miera samofinancovania	vlastný kapitál / celkové aktíva
	čistý pracovný kapitál / celkové aktíva
	tržby / celkové aktíva
	vlastný kapitál / celkové záväzky
	cash flow / celkové záväzky

Zdroj: vlastné spracovanie

Druhá predmetná štúdia od kolektívu autorov Valaskova et al. (2023). Táto štúdia sa primárne zameriavala na vytvorenie modelu predikcie finančného zdravia podnikov využitím finančných údajov 20 693 podnikov zo všetkých sektorov v krajinách Vyšehradskej skupiny a identifikáciu významných prediktorov. Najväčším prínosom tejto štúdie bolo použitie najnovších dostupných údajov, ktoré umožnili presnejšie predpovedať finančnú stabilitu podnikov v ekonomicky náročných podmienkach, po recesii spôsobenej pandémiou COVID-19. Predmetná štúdia sa stala priekopníckym výskumom v regióne Vyšehradskej skupiny, pretože sa zamerala na modelovanie finančného zdravia podnikov v post-pandemickom období a vyplnila tak vedeckú medzeru vo vývoji predikčných modelov v nestabilných ekonomických podmienkach. Zohľadňuje pritom prudký nárast insolventnosti podnikov, ktorý prevyšuje pred-pandemické úrovne. Výsledkom tejto štúdie je nielen vytvorenie modelu pre podniky pôsobiace v priestore Vyšehradskej skupiny, ale aj samostatne pre každú krajinu. Z toho dôvodu sme z predmetnej štúdie vybrali model vytvorený samostatne pre podniky v slovenskom prostredí:

$$y_{SK} = -2.007 + 3.401X_1 - 0.016X_7 - 1.711X_{10} + 0.005X_{11} + 0.010X_{13} + 0.007X_{14} - 0.054X_{17} \quad (1)$$

Kde:

X_1 celková zadlženosť, teda celkové záväzky / celkové aktíva

X_7 prevádzkové príjmy / tržby

X_{10} ROA

X_{11} ROE

X_{13} bežná likvidita, teda (obežné aktíva-zásoby)/ krátkodobé záväzky

X_{14} celková likvidita, teda obežné aktíva / krátkodobé záväzky

X_{17} tržby / celkové aktíva

Je zrejmé, že v oboch vybraných modeloch sa značná časť premenných opakuje, čo podčiarkuje významnosť týchto premenných pre predikciu finančného zdravia v podmienkach slovenskej ekonomiky. Vzhľadom na dostupné dáta, ktoré sa nám podarilo získať o podnikoch, ktoré sa zúčastnili dotazníkového prieskumu (viac o dotazníkovom šetrení je v kapitole 3.2. Dotazníkové šetrenie a štatistická analýza), sme stanovili nasledovné finančné prediktory, ktoré budú vstupovať do ďalších realizovaných analýz:

X_1 obežné aktíva / krátkodobé záväzky

X_2 celkové záväzky / celkové aktíva

X_3 vlastný kapitál / celkové aktíva

X_4 ROA

X_5 ROE

X_6 (obežné aktíva – zásoby) / krátkodobé záväzky

X_7 tržby / celkové aktíva

X_8 čistý pracovný kapitál / celkové aktíva

X_9 vlastný kapitál / celkové záväzky

X_{10} cash flow / celkové záväzky

Vývoj týchto premenných sme sledovali v časovej perióde 2016-2023.

Ukazovateľ X1 (celková likvidita) vyjadruje pomer krátkodobého majetku podniku k jej krátkodobým záväzkom. Ak krátkodobý majetok presahuje alebo sa rovná krátkodobým záväzkom, teda celková likvidita dosahuje hodnotu 100 % alebo viac, spoločnosť je považovaná za likvidnú, čo znamená, že nemá záporný pracovný kapitál. Naopak, ak krátkodobé záväzky prevyšujú krátkodobý majetok, firma nie je likvidná, čo naznačuje záporný pracovný kapitál. Celková likvidita na úrovni 100 % signalizuje, že krátkodobé záväzky sú úplne kryté krátkodobým majetkom. P-hodnota KW testu pre tento ukazovateľ je $< 0,001$, čo naznačuje existenciu významných rozdielov v hodnote tohto ukazovateľa naprieč jednotlivými kategóriami stupňa digitalizácie (Tabuľka 3).

Tabuľka 3 Párové porovnanie stupňov digitalizácie pre premennú X1

vzorka 1-vzorka 2	testovacia štatistika	štandardná chyba	štand. testovacia štatistika	p-hodnota	upravená p-hodnota
1-3	-21,361	16,468	-1,297	0,195	0,584
1-2	-60,985	15,715	-3,881	0,000	0,000
3-2	39,624	15,546	2,549	0,011	0,032

Zdroj: vlastné spracovanie

Výsledok párového porovnania ukazuje (Adj. Sig – upravená p-hodnota), že najväčšie rozdiely celkovej zadlženosti sú medzi podnikmi bez dôrazu na digitalizáciu a dosahovaným stredným stupňom digitalizácie a rovnako medzi podnikmi s najvyšším stupňom digitalizácie a tými, ktoré patria do strednej kategórie. **Ukazovateľ X2, celková zadlženosť**, predstavuje dôležitý ukazovateľ, ktorý vyjadruje mieru závislosti podniku od externého financovania v pomere k jeho aktívam. Zvýšená zadlženosť môže signalizovať vyššie finančné riziko, pretože spoločnosť sa spolieha na väčší objem cudzích zdrojov, ktoré bude musieť v budúcnosti splatiť. Optimálna úroveň zadlženosti závisí od charakteru odvetvia a trhových podmienok, v ktorých podnik pôsobí. Napríklad odvetvia s vysokými kapitálovými nárokmi, ako sú výroba alebo energetika, zvyčajne vykazujú vyššiu zadlženosť z dôvodu potreby financovať rozsiahle infraštruktúrne a prevádzkové náklady. Naopak, podniky v menej kapitálovo náročných oblastiach, ako sú služby, majú často nižšiu zadlženosť. V situáciách, kde je vlastný kapitál drahší než cudzí, je zásadné analyzovať zadlženosť aj z pohľadu likvidity. Spoločnosť teda musí generovať dostatočné zisky a peňažné

toky, aby pokryla prevádzkové náklady, podporila svoj rast a zabezpečila pravidelné splácanie záväzkov vrátane úrokov z cudzích zdrojov. Aj v prípade tohto ukazovateľa sme zistili, že jeho hodnota sa mení naprieč jednotlivými stupňami digitalizácie podnikov, pričom výsledky párového porovnania dokazujú, že najvýznamnejšie rozdiely sú medzi stupňami digitalizácie 1 a 2 a rovnako i 2 a 3, čiže medzi podnikmi s vysokým a stredným stupňom digitalizácie a stredným stupňom digitalizácie a podnikmi bez dôrazu na digitalizáciu (Tabuľka 4).

Tabuľka 4 Párové porovnanie stupňov digitalizácie pre premennú X2

vzorka 1-vzorka 2	testovacia štatistika	štandardná chyba	štand. testovacia štatistika	p-hodnota	upravená p-hodnota
2-3	-45,766	15,546	-2,944	0,003	0,010
2-1	66,206	15,715	4,213	<0,001	0,000
3-1	20,440	16,468	1,241	0,215	0,644

Zdroj: vlastné spracovanie

Ukazovateľ X3, miera samofinancovania, predstavuje finančný pomer označujúci relatívny podiel vlastného kapitálu použitého na financovanie aktív spoločnosti. Vysoký podiel vlastného kapitálu na celkových aktívach signalizuje, že spoločnosť efektívne hospodári so svojimi aktívami a je pravdepodobnejšie, že bude schopná splácať svoje záväzky. Ukazovateľ miery samofinancovania úzko súvisí so solventnosťou podniku, teda jeho schopnosťou pokrývať dlhodobé záväzky. Nadmerne vysoký podiel vlastného kapitálu môže naznačovať nižšie riziko, no zároveň môže znamenať obmedzené finančné zdroje potrebné na dynamický rozvoj podniku. Takéto podniky rastú pomalšie v porovnaní s tými, ktoré majú lepšiu rovnováhu medzi rizikom a bezpečnosťou. Tento ukazovateľ je užitočným indikátorom finančnej stability a solventnosti, pretože poskytuje pohľad na mieru financovania podniku vlastným kapitálom a s tým spojené potenciálne riziká neschopnosti splácať záväzky. Treba si však uvedomiť, že samotný ukazovateľ neodzrkadľuje výkonnosť podniku, ktorá je dlhodobým zdrojom financovania dlhov. Aj v prípade tohto ukazovateľa sme zistili významné rozdiely v dosahovaných hodnotách naprieč jednotlivými stupňami digitalizácie podnikov, pričom výsledky párového porovnania, rovnako ako v predošlých prípadoch, poukazujú na významné rozdiely medzi podnikmi so stupňami digitalizácie 1 a 2 a rovnako i medzi 2 a 3. **Ukazovateľ X4, ROA**, vyjadruje podiel čistého zisku po zdanení na celkovej hodnote aktív spoločnosti. Predstavuje percento zisku, ktorý podnik dokáže vytvoriť z každého investovaného eura do svojich aktív. Tento ukazovateľ reflektuje efektivitu využitia aktív na generovanie zisku. Pri hodnotení ROA je však dôležité porovnať jeho výsledok

s priemernými hodnotami v danom odvetví alebo s historickými výsledkami podniku. Týmto spôsobom možno identifikovať odchýlky a ich príčiny. Ak ROA presahuje obvyklé hodnoty v odvetví a vykazuje pozitívny trend, naznačuje to vysokú efektivitu a dobrú výkonnosť firmy. Naopak, ak dosahované hodnoty zaostávajú za štandardom, je vhodné analyzovať situáciu a navrhnúť opatrenia na zlepšenie efektivity a výkonnosti podniku. KW test pre tento parameter opäť potvrdil existenciu rozdiel vo vývoji ROA naprieč podnikmi s rôznymi stupňami digitalizácie, pričom post hoc test a vykonané párové porovnanie poukazuje na významné rozdiely medzi 1 a 2 stupňom digitalizácie podnikových činností (Tabuľka 5).

Tabuľka 5 Párové porovnanie stupňov digitalizácie pre premennú X4

vzorka 1-vzorka 2	testovacia štatistika	štandardná chyba	štand. testovacia štatistika	p-hodnota	upravená p-hodnota
1-3	-4,619	16,468	-0,280	0,779	1,000
1-2	-41,891	15,715	-2,666	0,008	0,023
3-2	37,271	15,546	2,397	0,017	0,050

Zdroj: vlastné spracovanie

Ukazovateľ X5, ROE, meria výnosnosť kapitálu vloženého vlastníckmi firmy, a preto je zvlášť relevantná pre vlastníkov a konkurenciu. Pre veriteľov, ktorí sa zameriavajú na kreditnú analýzu, má však tento ukazovateľ len obmedzený význam. Výpovedná hodnota ROE môže byť obzvlášť nízka v prípade podnikov, kde vlastníci výrazne čerpajú zisk vo forme mzdových nákladov alebo iných osobných benefitov. Takéto praktiky môžu skresľovať skutočnú výnosnosť vlastného kapitálu, čím sa znižuje informatívna hodnota ukazovateľa. KW test však v prípade tohto testu nepreukázal významné rozdiely vo vývoji tohto parametra naprieč jednotlivými kategóriami podnikov vzhľadom na ich stupeň digitalizácie.

Ukazovateľ X6, pohotovú likviditu, vypovedá o schopnosti podniku splácať svoje krátkodobé záväzky, ako sú dodávateľské faktúry a krátkodobé úvery, pomocou finančných prostriedkov, ktoré má okamžite k dispozícii, a zdrojov viazaných v krátkodobých pohľadávkach, napríklad v odberateľských faktúrach. Tento ukazovateľ slúži ako meradlo krátkodobej finančnej stability a schopnosti podniku plniť svoje platobné záväzky. Ak jeho hodnota klesne pod 1, existuje riziko, že spoločnosť nebude schopná uhradiť svoje dlhy. Rovnako aj v prípade tohto ukazovateľa výsledok KW testu jednoznačne hovorí o jeho rozdielnych hodnotách naprieč sledovanými skupinami podnikov, pričom výrazné rozdiely sú opätovne medzi podnikmi zaradenými do kategórie 1 a 2 i medzi 2 a 3 vzhľadom na ich stupeň digitalizácie (Tabuľka 6).

Tabuľka 6 Párové porovnanie stupňov digitalizácie pre premennú X6

vzorka 1-vzorka 2	testovacia štatistika	štandardná chyba	štand. testovacia štatistika	p-hodnota	upravená p-hodnota
1-3	-4,753	16,468	-0,289	0,773	1,000
1-2	-51,353	15,715	-3,268	0,001	0,003
3-2	46,599	15,546	2,997	0,003	0,008

Zdroj: vlastné spracovanie

Ukazovateľ X7, tržby ku celkovým aktívam, ukazuje, ako efektívne spoločnosť využíva svoje aktíva na generovanie príjmov alebo predaja. Tento pomer porovnáva hodnotu predaja alebo príjmov so všetkými aktívami spoločnosti, aby zmeral efektívnosť jej operácií. Na výpočet pomeru sa tržby delia celkovými aktívami. Vyšší pomer je zvyčajne preferovaný, pretože naznačuje, že spoločnosť je efektívnejšia pri generovaní predaja. Nižší pomer ukazuje, že spoločnosť možno nevyužíva svoje aktíva dostatočne efektívne. Pomer obratu aktív sa líši v rôznych sektoroch, preto by sa mali porovnávať iba pomery spoločností pôsobiacich v rovnakom sektore. KW test i v tomto prípade naznačuje rozdiely v hodnote tohto ukazovateľa v podnikoch s rôznymi stupňami digitalizácie, pričom v tomto prípade sú najvýraznejšie rozdiely medzi podnikmi vysokým stupňom digitalizácie a tými, ktoré patria do kategórie strednej úrovne (Tabuľka 7).

Tabuľka 7 Párové porovnanie stupňov digitalizácie pre premennú X7

vzorka 1-vzorka 2	testovacia štatistika	štandardná chyba	štand. testovacia štatistika	p-hodnota	upravená p-hodnota
2-3	-30,431	15,546	-1,957	0,050	0,151
2-1	37,457	15,715	2,383	0,017	0,051
3-1	7,026	16,468	0,427	0,670	1,000

Zdroj: vlastné spracovanie

Ukazovateľ X8, čistý pracovný kapitál ku celkovým aktívam, niekedy označovaný aj ako pomer čistého pracovného kapitálu, meria čisté likvidné aktíva podniku ako percento jeho celkových aktív. Tento pomer teda predstavuje ukazovateľ krátkodobej likvidity a finančnej sily podniku a naznačuje jeho schopnosť financovať krátkodobé záväzky. Výsledky KW testu pre tento ukazovateľ sa zhodujú s predošlým parametrom a rovnako naznačujú odlišný vývoj parametra v podnikoch s rôznymi stupňom digitalizácie svojich procesov, pričom i v tomto prípade post hoc test upozorňuje na významné rozdiely medzi 1 a 2 skupinou podnikov (Tabuľka 8).

Tabuľka 8 Párové porovnanie stupňov digitalizácie pre premennú X8

vzorka 1-vzorka 2	testovacia štatistika	štandardná chyba	štand. testovacia štatistika	p-hodnota	upravená p-hodnota
1-3	-32,029	16,468	-1,945	0,052	0,155
1-2	-38,690	15,715	-2,462	0,014	0,041
3-2	6,661	15,546	0,428	0,668	1,000

Zdroj: vlastné spracovanie

Ukazovateľ X9, vlastný kapitál ku celkovým záväzkom, je obrátená hodnota pomeru zadlženosti k vlastnému imaniu (tzv. D/E pomer), ktorý sa používa na hodnotenie finančnej páky spoločnosti a vypočíta sa delením celkových záväzkov spoločnosti jej vlastným imaním. Tento pomer je dôležitý ukazovateľ v podnikových financiách. Meria mieru, do akej spoločnosť financuje svoju činnosť pomocou dlhu namiesto vlastných zdrojov. Mediánové hodnoty tohto ukazovateľa, rovnako ako i tie predošlé, sa líšia naprieč jednotlivými kategóriami podnikov podľa ich stupňa digitalizácie, pričom opätovne sú najväčšie rozdiely medzi kategóriami 1 a 2 i medzi 2 a 3 (Tabuľka 9).

Tabuľka 9 Párové porovnanie stupňov digitalizácie pre premennú X9

vzorka 1-vzorka 2	testovacia štatistika	štandardná chyba	štand. testovacia štatistika	p-hodnota	upravená p-hodnota
1-3	-20,460	16,468	1,242	0,214	0,642
1-2	-66,241	15,715	-4,215	<0,001	0,000
3-2	45,781	15,546	2,945	0,003	0,010

Zdroj: vlastné spracovanie

Posledným finančným ukazovateľom, ktorý sme zahrnuli do realizovanej analýzy je **ukazovateľ X10, ktorý meria pomer cash flow ku celkovým záväzkom**. Tento ukazovateľ sa používa na určenie toho, ako dlho by spoločnosti trvalo splatiť svoj dlh, keby všetky svoje hotovostné toky venovala len na splácanie dlhov. Používa sa cash flow namiesto zisku, pretože hotovostný tok lepšie odhaduje schopnosť spoločnosti plniť svoje záväzky. Hoci nie je realistické, aby spoločnosť venovala všetok svoj cash flow na splácanie dlhov, pomer tohto toku k dlhu poskytuje prehľad o celkovom finančnom zdraví spoločnosti. Vysoký pomer naznačuje, že spoločnosť je lepšie schopná splácať svoje záväzky a v prípade potreby môže prevziať viac dlhu do svojej štruktúry. Vývoj tohto ukazovateľa v podnikoch s rôznym stupňom digitalizácie je taktiež na základe

výsledok KW testu odlišný, pričom najväčšie rozdiely sú medzi podnikmi zaradenými do kategórie 1 a 2 a rovnako i 2 a 3 (Tabuľka 10).

Tabuľka 10 Párové porovnanie stupňov digitalizácie pre premennú X10

vzorka 1-vzorka 2	testovacia štatistika	štandardná chyba	štand. testovacia štatistika	p-hodnota	upravená p-hodnota
1-3	-1,470	16,468	-0,089	0,929	1,000
1-2	-51,243	15,715	-3,261	0,001	0,003
3-2	49,773	15,546	3,202	0,001	0,004

Zdroj: vlastné spracovanie

Výsledky teda jednoznačne naznačujú, že dosahovaná podniková výkonnosť, v kontexte vybraných relevantných finančných ukazovateľov, sa odlišuje vzhľadom na stupeň digitalizácie podnikových procesov, čím sa potvrdzuje podstatu a význam zavádzania stratégií priemyslu 4.0 do podnikových aktivít. Je viac ako zrejmé, že rozvoj digitálnych technológií spôsobil obrovské zmeny v činnostiach spoločností na celom svete. Týka sa to tak organizačných a technických aspektov výrobných procesov i procesov v službách, ako aj marketingových a sociálnych otázok, pričom predovšetkým ovplyvňuje produktové portfóliá týchto procesov. Tieto zmeny sú spôsobené najmä rozvojom inovatívnej ekonomiky založenej na nových a široko dostupných inovatívnych riešeniach. Kľúčovú úlohu v tomto procese zohráva i koncept otvorených inovácií (Open Innovation), ktorý umožňuje podnikateľom jednoduchý prístup k novým riešeniam, a to horizontálne (od iných podnikateľov) aj vertikálne (z výskumných a vývojových jednotiek). Výsledkom tohto globálneho procesu je dynamický rozvoj informačných a komunikačných technológií a ďalších technológií spojených s konceptom Priemyslu 4.0. Tieto technológie, integrované aj s tradičnými a organizačnými schopnosťami podnikov, predstavujú v súčasnosti zdroj konkurenčnej výhody, teda kľúčový faktor úspechu na lokálnych aj nadregionálnych trhoch. Veľkou výhodou týchto technológií a celého procesu digitalizácie je ich obrovský potenciál rozvoja a možnosť aplikácie prakticky v každom priemyselnom odvetví a sektore na realizáciu podnikových procesov. Celá digitálna transformácia podnikov je komplexný proces, poháňaný predovšetkým digitálnymi technológiami, ktorý hrá dôležitú úlohu pri dosahovaní cieľov spoločnosti a má vplyv aj na ekonomiku krajiny, spoločnosť a životné prostredie. Stupeň digitalizácie podniku (resp. miera akou implementuje stratégie priemyslu 4.0) a jeho vzťah k ekonomickej úrovni krajiny alebo skupiny krajín predstavujú nový prístup k hodnoteniu úrovne digitalizácie, čím nepochybne prispievajú k rozšíreniu poznatkov v tejto oblasti. Zároveň sa

ukázalo, ktoré technológie sú obzvlášť dôležité pre budovanie inovatívnej ekonomiky. Je preto opodstatnené, aby vlády členských štátov EÚ zaujali rozhodnejší a pozitívnejší postoj k financovaniu výskumných a vývojových aktivít, a to nielen na úrovni jednotlivých krajín, ale aj v podnikoch či ich priemyselných skupinách. Ak majú krajiny EÚ naďalej rozvíjať svoje ekonomiky a dosahovať vyšší hospodársky rast, je potrebné prijímať rozhodnutia a opatrenia na podporu investícií do digitalizácie na úrovni EÚ a národných vlád. Inštitucionálna podpora by mala zahŕňať zvýšenie podielu verejných výdavkov na výrobu technologických inovácií z HDP, rozvoj praktík podporujúcich inovačné projekty založené na výskume a vývoji (R&D), ako aj investície do vzdelávania. Kompetentné ľudské zdroje majú zásadný význam pre rozvoj inovatívnej ekonomiky. Na rozvoj moderných digitálnych technológií v podnikoch a zvýšenie ich konkurencieschopnosti musia EÚ a jednotlivé krajiny investovať do rozvoja širokopásmových sietí (najmä v menších mestách a obciach) a kybernetickej bezpečnosti. Tieto opatrenia by mali uľahčiť podnikanie, zlepšiť zákaznícky servis, ako aj zvýšiť konkurencieschopnosť a efektívnosť podnikov. Digitálne technológie, vrátane priemyselnej analýzy dát, umelej inteligencie (AI) a investícií do infraštruktúry, zvýšia celkovú úroveň digitalizácie. Zároveň nemožno ignorovať potrebu zvyšovania odborných zručností zamestnancov a budúcej pracovnej sily. Na národnej a európskej úrovni je nevyhnutné podporovať vzdelávanie a odbornú prípravu v oblasti technologických inovácií a ich využívania v podnikoch. Preto je opodstatnené vytvárať vhodné teoretické a praktické programy a rozvíjať kľúčové smery vzdelávania v krajinách EÚ.

4.4. Deskripcia inovatívneho predikčného modelu v kontexte digitálnej transformácie

Použitie viacrozmernej diskriminačnej analýzy pri hodnotení digitálnej transformácie podnikov spočíva v presnom zaradení analyzovaného podniku do jednej z troch uvažovaných kategórií: i) podniky bez dôrazu na digitálnu transformáciu (stupeň digitalizácie do 25 %) – označené ako kategória 3; ii) podniky so stredným stupňom digitalizácie (stupeň digitalizácie 25-75%) – označené ako kategória 2; iii) podniky s vysokým stupňom digitalizácie (stupeň digitalizácie procesov nad 75%) – označené ako kategória 1. Tento proces klasifikácie vychádza z množstva finančných ukazovateľov, pričom každému z nich sú priradené váhy optimalizujúce rozdiel medzi priemernými hodnotami v posudzovaných skupinách. Keďže tvorba modelov predstavuje kľúčovú súčasť korporátneho prostredia, táto dizertačná práca sa zameriava na zodpovedanie nasledujúcich výskumných otázok:

5. Ktoré ukazovatele finančnej výkonnosti podnikov možno považovať za najvýznamnejší prediktor a najlepšie diskriminanty digitálnej transformácie podnikov v slovenských podmienkach?

6. Je možné skonštruovať model digitálnej transformácie podnikov v uvedených podmienkach?

Pri tvorbe modelu sme sa sústredili na niekoľko skupín faktorov, ktoré boli identifikované ako vhodné prediktory a boli teda aj zakomponované ako vstupné premenné do diskriminačnej analýzy (premenné sú podrobne popísané v predchádzajúcej podkapitole):

- finančné ukazovatele,
- špecifické podnikové charakteristiky;
- technologické zázemie podniku.

Diskriminačná analýza, podobne ako iné štatistické metódy, predpokladá, že **vysvetľujúce premenné sú navzájom nezávislé**. Existencia lineárnej závislosti premenných by spôsobila problém pri matematickom odvodení klasifikačného pravidla. Ak by sa medzi premennými vyskytovala multikolinearita, teda niektorá z diskriminačných premenných bola lineárnou kombináciou ostatných premenných, tak by táto nemala byť zaradená do diskriminačného modelu, pretože neposkytuje žiadnu dodatočnú informáciu. Preto sme pre existenciu multikolinearity otestovali prostredníctvom variačného inflačného faktora, pričom výsledky naznačujú (nakoľko je hodnota VIF menšia ako 3 vo všetkých prípadoch), že medzi premennými nie je vzájomná závislosť. Pri analýze digitálnej zapojenosti podnikov a tvorbe samotného modelu sa ako východiskové údaje využili dáta z dotazníkového šetrenia v slovenských podnikoch za rok 2024 (pre závislú premennú, t. j. stupeň digitálnej transformácie podniku) a za rok 2023 (pre nezávislé premenné, t. j. jednotlivé finančné ukazovatele) čerpané z finančných údajov získaných z databázy Orbis od spoločnosti Bureau van Dijk (Moody's Analytics Company). Finančné ukazovatele zohrávajú kľúčovú úlohu v procese digitálnej transformácie podnikov, pretože poskytujú kvantitatívne údaje potrebné na hodnotenie, plánovanie a monitorovanie investícií do digitálnych technológií. Ich význam spočíva v niekoľkých oblastiach. Pri hodnotení investičnej kapacity finančné ukazovatele, ako sú likvidita a zadlženosť, umožňujú analyzovať schopnosť podniku financovať digitálnu transformáciu z vlastných zdrojov alebo prostredníctvom externého financovania. Rentabilita, vyjadrená napríklad návratnosťou aktív (ROA) alebo vlastného kapitálu (ROE), informuje o schopnosti podniku generovať výnosy na modernizáciu. V oblasti optimalizácie nákladov a efektívnosti sú dôležité ukazovatele, ktoré analyzujú pomery nákladov a výnosov, čím identifikujú oblasti na zníženie nákladov či zvýšenie efektivity prostredníctvom

digitalizácie, napríklad automatizáciou procesov. Produktivita aktív, ako je obrat zásob alebo obrat aktív, poukazuje na možnosti zlepšenia výkonu vďaka digitálnym nástrojom. Finančné ukazovatele zohrávajú zásadnú úlohu aj pri meraní návratnosti investícií, pričom umožňujú hodnotiť efektívnosť digitálnych projektov pomocou ukazovateľov, ako sú čistá súčasná hodnota, vnútorné výnosové percento alebo doba návratnosti investície. Z hľadiska rizík a udržateľnosti, finančné ukazovatele, ako je napríklad zadlženosť, pomáhajú zhodnotiť, či náklady na digitálne projekty neohrozia dlhodobú finančnú stabilitu. Ďalšie ukazovatele, ako je krytie úrokov alebo pomer vlastného kapitálu k celkovým aktívam, umožňujú identifikovať schopnosť podniku reagovať na nepredvídané výzvy. Tieto ukazovatele tiež podporujú strategické rozhodovanie, keďže umožňujú porovnávať výkonnosť podniku s konkurenciou a identifikovať oblasti, kde môže digitalizácia priniesť konkurenčnú výhodu, a zároveň slúžia na priebežné sledovanie efektov transformácie na finančnú výkonnosť. Jednotlivé podniky použité pre vytvorenie diskriminačného modelu sme klasifikovali do troch relevantných skupín. Do prvej skupiny patria podniky, ktoré sa vyznačujú vysokou mierou stupňa digitalizácie (označené 1), druhú skupinu tvoria podniky so stredným stupňom digitalizácie (označené 2) a poslednú skupinu tvoria také podniky, kde sa nekladie dôraz na digitalizáciu procesov (označené 3).

Pre skupinu 1, do ktorej je zaradených 151 podnikov, je možné determinovať nasledovnú štruktúru (Tabuľka 11)

Tabuľka 11 Rozdelenie podnikov v skupine 1

Sektor (v %)		Veľkosť (v %)		Právna forma (v %)	
Obchod	5,30	Mikro	30,45	s.r.o.	68,21
Poľnohospo	1,98	Malý	20,53	a.s.	21,19
Priemysel	19,87	Stredný	28,49	v.o.s.	10,60
Služby	64,90	Veľký	20,53	k.s.	0,00
Stavebníctvo	7,95				

Zdroj: vlastné spracovanie

V skupine 2, do ktorej patrí 192 podnikov, je štruktúra podnikov podľa sledovaných podnikových charakteristík nasledovná (Tabuľka 12):

Tabuľka 12 Rozdelenie podnikov v skupine 2

Sektor (v %)		Veľkosť (v %)		Právna forma (v %)	
Obchod	5,21	Mikro	30,21	s.r.o.	69,27
Poľnohospo	1,56	Malý	28,13	a.s.	21,88
Priemysel	14,06	Stredný	25,00	v.o.s.	7,81
Služby	70,87	Veľký	16,66	k.s.	1,04
Stavebníctvo	8,33				

Zdroj: vlastné spracovanie

V skupine 3, do ktorej patrí 157 podnikov, je štruktúra podnikov podľa sledovaných charakteristík nasledovná (Tabuľka 13):

Tabuľka 13 Rozdelenie podnikov v skupine 3

Sektor (v %)		Veľkosť (v %)		Právna forma (v %)	
Obchod	7,64	Mikro	26,75	s.r.o.	70,06
Poľnohospo	1,27	Malý	31,85	a.s.	16,56
Priemysel	18,47	Stredný	28,03	v.o.s.	10,83
Služby	64,98	Veľký	13,37	k.s.	2,55
Stavebníctvo	7,64				

Zdroj: vlastné spracovanie

Pri zostavovaní diskriminačného modelu využívajúceho viacnásobnú diskriminačnú analýzu je nevyhnutné preveriť niekoľko kľúčových predpokladov, pričom hladina významnosti α je stanovená na 5 %. Každý ukazovateľ slúži ako jedna zo vstupných premenných tejto analýzy. Následne sa hodnoty premenných analyzujú s cieľom určiť, či ich možno použiť ako významné diskriminačné faktory pri tvorbe modelu. Na predikciu zaradenia podnikov do skupín vzhľadom na stupeň ich digitálnej transformácie možno využiť práve viacnásobnú diskriminačnú analýzu. Prvým krokom je však analýza výsledkov jednofaktorovej analýzy rozptylu, ktorá umožňuje testovať hypotézy o rovnosti stredných hodnôt. Na posudzovanie zhody stredných hodnôt sa dajú použiť parametrické alebo aj neparametrické testy. Najčastejšie sa na tento účel používa jednofaktorová analýza rozptylu, ktorá vyžaduje, aby premenné v jednotlivých skupinách pochádzali z normálneho rozdelenia pravdepodobnosti a mali zhodné rozptyly. Mnoho autorov však uvádza, že analýza rozptylu je dostatočne robustná aj voči porušeniu predpokladu normality pri dostatočne veľkom rozsahu výberového súboru (Král' et al., 2009). Ak p-hodnota dosahuje hodnotu nižšiu ako zvolená hladina významnosti, posudzované vstupné parametre dokážu významne odlíšiť podniky vzhľadom na ich stupeň digitalizácie, čo znamená, že sú vhodnými

diskriminátormi. V opačnom prípade sa rozdiely medzi premennými nepotvrdia a teda schopnosť premenných rozlišovať medzi skupinami nie je postačujúca a tieto sú z modelu postupne odstraňované. Nasledujúca tabuľka 14 zobrazuje už len tie premenné, ktorých p-hodna je menšia ako uvažovaná hladina významnosti a možno ich považovať na premenné, na základe ktorých možno podniky jednoznačne zatriediť do uvažovaných skupín.

Tabuľka 14 Test zhody stredných hodnôt

Ukazovateľ	Wilks' Lambda	F	df1	df2	P-hodnota
X2	0,982	4,499	2	497	0,012
X3	0,982	4,499	2	497	0,012
X4	0,984	4,169	2	497	0,016
X6	0,986	3,481	2	497	0,032
X10	0,985	3,840	2	497	0,022

Zdroj: vlastné spracovanie

Ďalším predpokladom je **homoskedasticita**, čo znamená, že kovariačné matice vysvetľujúcich premenných sú vo všetkých skupinách rovnaké alebo aspoň približne rovnaké. Tento predpoklad umožňuje vytvoriť jednoduché rozlišovacie pravidlo na identifikáciu podnikov podľa stupňa ich digitálnej transformácie na základe hodnôt diskriminačných premenných. Ak však kovariačné matice nie sú rovnaké alebo dostatočne podobné, je vhodnejšie použiť kvadratickú namiesto lineárnej diskriminačnej funkcie. Porušenie tohto predpokladu ovplyvňuje spoľahlivosť testov a presnosť odhadu celkovej klasifikačnej schopnosti modelu. Vplyv tohto porušenia závisí od počtu použitých diskriminačných premenných a veľkosti jednotlivých skupín. Zhodu kovariačných matíc sme posudzovali pomocou Boxovho M, pri overovaní nulovej hypotézy o zhode kovariačných matíc. Výsledky Boxovho M testu naznačujú, že kovariančno-variačné matice nie sú zhodné (Tabuľky 15-16). Tento výsledok však pri veľkých vzorkách nemusí byť zásadný, keďže test má tendenciu vykazovať vysoké hodnoty pri väčšom objeme dát. Preto sa v takýchto prípadoch analyzujú prirodzené logaritmy kovariančno-variačných matíc pre jednotlivé skupiny. Pri ďalšej analýze v SPSS bol preto zohľadnený predpoklad rozdielnych kovariančno-variačných matíc. Ako ukazujú výsledky uvedené v nasledujúcej tabuľke, log determinanty týchto kovariačno-variačných matíc sú vzdialené.

Tabuľka 15 Boxov M test rovnosti kovariancie

Stupeň digitalizácie	Poradie	Log Determinant
1	4	-9,552
2	4	-4,395
3	4	-3,660
Združené v rámci skupín	4	-4,219

Zdroj: vlastné spracovanie

Tabuľka 16 Výsledky Boxov M testu

Box's M		746,330
F	Approx.	36,880
	df1	20
	df2	818468,472
	P-hodnota	0,000

Zdroj: vlastné spracovanie

Výstupy viacnásobnej diskriminačnej analýzy prinášajú podrobnosti o jednotlivých diskriminačných funkciách, ktoré umožňujú vyhodnotiť silu kanonickej korelácie a určiť štatistickú významnosť. Kanonická korelácia, chápaná ako ukazovateľ kvality modelu a podiel vysvetleného rozptylu (R^2), vyjadruje vzťah medzi skupinami závislej premennej a diskriminačnou funkciou. Tabuľky 17-18 obsahujú prehľad výsledkov kanonickej korelácie spolu s Wilksovou lambdou, ktorá slúži na overenie štatistickej významnosti diskriminačnej funkcie.

Tabuľka 17 Prehľad kanonickej diskriminačnej funkcie

Funkcia	Vlastné číslo	% rozptylu	Kumulatívne %	Kanonická korelácia
1	2,306	84,0	84,0	0,794
2	0,036	16,0	100,0	0,187

Zdroj: vlastné spracovanie

Tabuľka 18 Prehľad kanonickej diskriminačnej funkcie

Test funkcií	Wilks' Lambda	Chi-kvadrát	Df	P-hodnota
1 through 2	0,958	21,066	8	0,007
2	0,993	3,413	3	0,332

Zdroj: vlastné spracovanie

Testy významnosti však hovoria, že existuje jediná diskriminačná funkcia (LDF) – koncentrovaná štruktúra medzi uvažovanými 3 skupinami podnikov, ako sme predpokladali z priemerných skupinových profilov; táto lineárna diskriminačná funkcia predstavuje $0,794^2 = 0,63$ % rozptylu medzi skupinami. Pri troch skupinách, a teda dvoch možných diskriminačných funkciách, nadobúda štatistika „% rozptylu“ význam. Táto štatistika poukazuje na podiel rozptylu

medzi skupinami, ktorý vysvetľuje každá diskriminačná funkcia. Inými slovami, informuje o relatívnom príspevku každej funkcie k modelu. V kombinácii s kanonickou koreláciou je táto informácia užitočná pri rozhodovaní, či druhá (alebo tretia) diskriminačná funkcia má „významný“ príspevok, najmä ak môžu vzniknúť problémy so štatistickou významnosťou. V tomto prípade 84 % rozptylu medzi skupinami, ktorý je vysvetlený, pripadá na prvú diskriminačnú funkciu, čo naznačuje, že druhá funkcia nie je významná, ani veľmi silná (hoci koeficient kanonickej korelácie 0,187 nie je zanedbateľný), a jej relatívny príspevok je minimálny. Vieme teda, že model funguje s jedinou diskriminačnou funkciou – a to je diskriminačná funkcia 1 (označená tučným). Následne je potrebné túto diskriminačnú funkciu interpretovať, a to skúmaním premenných, ktoré s ňou korelujú a prispievajú k nej. A hoci nám výstup z SPSS poskytuje informácie o oboch lineárnych diskriminačných funkciách, vzhľadom na vyššie popísané dôvody budeme interpretovať iba prvú diskriminačnú funkciu, nakoľko druhá nie je štatisticky spoľahlivá (a ani významná).

Štandardizované diskriminačné koeficienty slúžia na hodnotenie relatívnej klasifikačnej významnosti nezávislých premenných, pričom ich hodnota odráža mieru korelácie medzi konkrétnou nezávislou premennou a diskriminačným skóre. Vyššia hodnota koeficientu naznačuje silnejšie prepojenie medzi nezávislou premennou a diskriminačnou funkciou. Koeficienty s hodnotami blízkymi nule majú len minimálny vplyv na diskriminačný proces. Ako ukazuje nasledovná Tabuľka 19, štruktúrna matica (structure matrix) ukazuje, že všetky sledované premenné sú korelované s diskriminačnou funkciou (LDF1), pričom najvyššou koreláciu ma ukazovateľ celkových záväzkov ku celkovým aktívam, následne je to ukazovateľ ROA, likvidita 2. stupňa a následne pomer cash flow ku celkovým záväzkom.

Tabuľka 19 Štruktúrna matica

Ukazovateľ	Funkcia	
	1	2
X2	-0,700*	0,221
X3	0,700*	-0,221
X4	0,680*	-0,012
X6	0,595*	0,414
X10	0,555*	0,789*

Zdroj: vlastné spracovanie

Poznámka: *Najväčšia absolútna korelácia medzi každou premennou a ktoroukoľvek diskriminačnou funkciou

Štandardizované koeficienty (Tabuľka 20) naznačujú, že tri posudzované premenné (okrem ukazovateľa cash flow ku celkovým záväzkom) majú významný jedinečný príspevok k

funkcií. Za najlepší diskriminátor v podmienkach slovenských podnikov možno považovať práve rentabilitu aktív (0,564) , čo dokazujú aj iné výskumy na svetovej úrovni (napr. Xia et al., 2023), tvrdiac, že podniky s vysokou celkovou produktivitou faktorov disponujú výhodnejšími zdrojmi a vyššou rentabilitou a sú zároveň viac naklonené k digitálnej transformácii.

Tabuľka 20 Štandardizované koeficienty

Ukazovateľ	Funkcia	
	1	2
X2	-0,544	0,341
X4	0,564	-0,579
X6	0,482	-0,043
X10	-0,092	1,186

Zdroj: vlastné spracovanie

Nakoľko naším cieľom je predikcia zaradenia nových, doteraz neklasifikovaných štatistických jednotiek do skupín, vytvárame kanonickú diskriminačnú funkciu na základe výberového súboru. Na zhodnotenie vhodnosti nezávislých vstupných premenných pre tvorbu kanonickej diskriminačnej funkcie, ako aj na overenie jej štatistickej významnosti a diskriminačnej schopnosti, ktorú plánujeme použiť na tvorbu klasifikačného pravidla, je potrebné určiť vlastnosti (pravdepodobnostné rozdelenie) základného súboru, z ktorého bol výberový súbor odobratý. Ako sme už spomenuli, zvyčajne predpokladáme, že jednotlivé skupiny sú nezávislé, pochádzajú z viacrozmerného normálneho rozdelenia a majú rovnaké kovariančné matice. Pri hodnotení vhodnosti premenných pre tvorbu diskriminačného modelu je logické predpokladať, že najvhodnejšie premenné sú tie, ktoré sa štatisticky alebo vecne významne líšia hodnotami medzi jednotlivými skupinami.

Tabuľka 21 Koeficienty kanonickej diskriminačnej funkcie

Ukazovateľ	Funkcia	
	1	2
X2	-1,027	0,643
X4	3,844	-3,948
X6	0,145	-0,013
X10	-0,138	1,781
Konštanta	-0,316	0,683

Zdroj: vlastné spracovanie

Diskriminačné skóre modelu pre podniky pôsobiace na území Slovenskej republiky možno zapísať využitím neštandardizovaných koeficientov kanonickej diskriminačnej funkcie (Tabuľka 21) a teda pomocou nasledovnej rovnice:

Model digitálnej transformácie podnikov v podmienkach Slovenska

$$y_{SK} = -0,316 - 1,027X_2 + 3,844X_4 + 0,145X_6 - 0,138X_{10} \quad (2)$$

Kde:

X_2 – celková zadlženosť,

X_4 – rentabilita aktív,

X_6 – likvidita 2. stupňa (pohotová likvidita),

X_{10} – cash flow ku celkovým záväzkom.

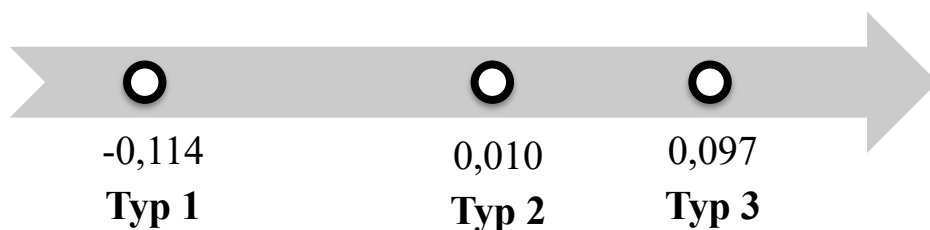
Po stanovení diskriminačnej funkcie je nevyhnutné poznať i princíp, spôsob klasifikácie, akým budú podniky zaradované do jednej z troch kategórií podľa stupňa dosahovanej digitálnej transformácie. Klasifikácia je trochu zložitejšia, pretože pre každú štatistickú jednotku musíme vypočítať jej vzdialenosť od jednotlivých centroidov na základe diskriminačných skóre (Tabuľka 22). Príslušnosť štatistickej jednotky potom určíme podľa toho, ku ktorému centroidu má najbližšie. Centroidy udávajú priemernú hodnotu skupiny na diskriminačnej funkcii. Váhy prediktorov na zostavenie diskriminačnej funkcie sú zvolené tak, aby F-test týchto centroidov bol čo najväčší. Toto sa dosahuje výberom váh, ktoré súčasne maximalizujú rozdiely medzi centroidmi skupín a minimalizujú variabilitu v rámci skupín na diskriminačných skóрах. Táto kombinácia zabezpečuje minimálny prekryv medzi diskriminačnými skóre skupín, čím sa maximalizuje presnosť klasifikácie.

Tabuľka 22 Centroidy identifikovanej diskriminačnej funkcie

Kategória podniku	Funkcia
podniky s vysokým stupňom digitalizácie (typ 1)	-0,114
podniky so stredným stupňom digitalizácie (typ 2)	0,010
podniky bez dôrazu na digitálnu transformáciu (typ 3)	0,097

Zdroj: vlastné spracovanie

Na obrázku 1 sú vypočítané centroidy pre každý typ spoločnosti zobrazené v priestore identifikovanej klasifikačnej funkcie.



Obrázok 1 Poloha kalkulovaných centroidov

Zdroj: vlastné spracovanie

Centroid prvého typu podniku sa nachádza v zápornej časti identifikovanej klasifikačnej funkcie; ostatné dva typy podnikov, vzhľadom na stupeň digitalizácie, sa už nachádzajú v kladnej časti funkcie. Klasifikačná tabuľka, ktorá je výstupom viacnásobnej diskriminačnej analýzy, predstavuje jednoduchú kontingenčnú tabuľku porovnávajúcu pozorované a predikované hodnoty. Na praktické využitie diskriminačného modelu je kľúčové, aby vykazoval dostatočnú diskriminačnú schopnosť. Ako ukazuje klasifikačná tabuľka (Tabuľka 22), vytvorené modely dosahujú celkovú diskriminačnú schopnosť na úrovni okolo 80 %, čo sa považuje za výbornú úroveň. Tieto modely sú preto vhodné na určenie miery digitálnej transformácie podnikov v sledovanom prostredí. Je však dôležité uvedomiť si, že táto diskriminačná schopnosť je nadhodnotená, keďže model bol overovaný na tej istej dátovej množine, na ktorej bol aj vytvorený.

4.5. Verifikácia kvality modelu digitálnej transformácie podnikov v podmienkach Slovenska

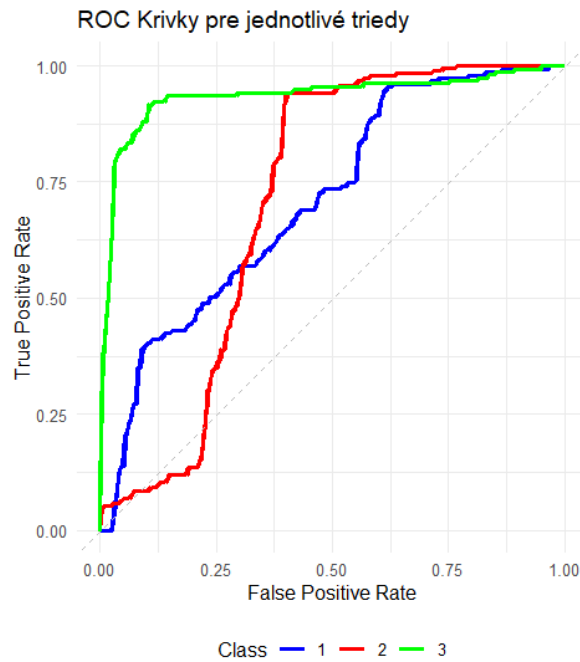
Obsahom tejto podkapitoly je taktiež aplikácia ROC krivky (Pepe, 2003). ROC krivka (Receiver Operating Characteristic Curve) graficky zobrazuje schopnosť klasifikácie pri dvoch triedach a vyjadruje kvalitu testu v závislosti od zvoleného klasifikačného prahu. Slúži na analýzu a zlepšenie binárneho klasifikačného testu, pričom ukazuje vzťah medzi špecifitou a senzitivitou testu alebo detektora pri všetkých možných hodnotách prahu. Klasifikácia, ktorá efektívne oddeľuje triedy, bude mať ROC krivku blízko ľavého horného rohu grafu. Naopak, ak klasifikácia triedy nerozlišuje dobre, ROC krivka sa bude približovať diagonále grafu, ktorá je znázornená prerušovanou žltou čiarou a symbolizuje výsledky na úrovni náhodného odhadu. Ak je ROC krivka pod touto diagonálou, ide o test, ktorý pravdepodobnejšie poskytne nesprávne výsledky než správne. Čím viac sa ROC krivka približuje ľavému hornému rohu grafu, tým vyššia je schopnosť testu správne rozlišovať medzi triedami. V reálnych podmienkach väčšina testov dosahuje výkon medzi ideálnym a úplne náhodným výsledkom. Na vyjadrenie kvality testu jedným číslom sa

vypočíta plocha pod ROC krivkou, známa ako AUC (Area Under Curve). Najkvalitnejší diagnostický test dosiahne najväčšiu hodnotu tejto plochy. Ak $AUC = 1$, test je dokonalý, s 100 % senzitivitou a špecificitou. Naopak, $AUC = 0$ znamená úplne nesprávny test, kde zdraví pacienti sú nesprávne identifikovaní ako chorí a naopak. Diagonálna hodnota $AUC = 0,5$ predstavuje hranicu, od ktorej test začína mať určitý diagnostický význam. Pri $AUC = 0,5$ je test náhodný, avšak s rastúcou hodnotou AUC sa zvyšuje aj spoľahlivosť testu. Švábová et al. (2022) uvádzajú, že diskriminačnú silu modelu podľa UAC krivky, možno posúdiť i na základe nasledovnej škály:

- $AUC = 0,5$; bez diskriminačnej schopnosti modelu;
- $AUC = 0,7 - 0,8$; akceptovateľná diskriminačná schopnosť;
- $AUC = 0,8 - 0,9$; výborná diskriminačná schopnosť;
- $AUC = > 0,9$; vynikajúca diskriminačná schopnosť.

Vzhľadom na skutočnosť, že výsledná rovnica má viac ako dve klasifikačné kategórie, nie je možné využiť klasickú ROC krivku pre hodnotenie klasifikačnej schopnosti modelu, ale bude využitá tzv. OvR ROC krivku (One vs Rest), Obrázok 2. Ako už aj názov napovedá, je to jedna z metód na hodnotenie viactriednych modelov porovnaním každej triedy so všetkými ostatnými naraz. V tomto prípade jednu triedu považujeme za „pozitívnu“ triedu, zatiaľ čo všetky ostatné (zvyšok) považujeme za „negatívne“ triedy. Týmto spôsobom sa zredukuje výstup viactriednej klasifikácie na binárnu klasifikáciu, čo umožňuje použiť všetky známe metriky binárnej klasifikácie na hodnotenie tejto situácie. Tento proces je potrebné zopakovať pre každú triedu v údajoch. Pre dátový súbor s tromi triedami tak získame tri rôzne skóre OvR; v našom prípade typ (trieda) 1 pre podniky s vysokým stupňom digitalizácie, typ (trieda) 2 pre podniky so stredným stupňom digitalizácie a typ (trieda) 3 pre podniky bez dôrazu na digitálnu transformáciu.

Softvér SPSS, v ktorom boli spracúvané výsledky dizertačnej práce, neumožňuje spracovanie takejto ROC krivky, preto sme na jej zobrazenie využili program R, čo je programovací jazyk a prostredie určené pre štatistickú analýzu dát a ich grafické zobrazenie.



Obrázok 2 ROC krivka

Zdroj: vlastné spracovanie

Typ 1 je znázornený modrou farbou, AUC pre túto triedu je 0,7201, čo značí akceptovateľnú predikčnú schopnosť modelu. Rovnakú predikčnú silu majú aj podniky v triede 2 (červená farba), kde AUC je 0,7188. Najlepšiu predikčnú schopnosť (AUC 0,9349) model zaznamenáva pre typ 3 (zelená farba), kedy je krivka najbližšie k ľavému hornému okraju grafu. Ide práve o tú skupinu podnikov, pre ktorú má vytvorený model najväčší význam, nakoľko tieto nekladú dôraz na digitalizáciu, a práve ich identifikácia je kľúčová, pretože takéto podniky čelia riziku konkurenčnej nevýhody. Digitalizácia umožňuje zvýšiť efektivitu, zlepšiť zákaznícku skúsenosť a podporiť rýchlejšie rozhodovanie, čo je nevyhnutné pre udržanie krokov s technologicky vyspelými konkurentmi. Nedigitalizované procesy bývajú často časovo náročné a náchylné na chyby, čo zvyšuje prevádzkové náklady a znižuje celkovú efektivitu. Okrem toho takéto podniky môžu mať obmedzenú schopnosť rýchlo reagovať na zmeny na trhu a prispôbiť sa novým výzvam. Digitalizácia je dnes základným nástrojom na zvyšovanie flexibility a inovácií, a jej ignorovanie môže spôsobiť stratu príležitostí a spomalenie rastu. Identifikovať tieto podniky je preto dôležité, aby mohli byť motivované a podporované v prechode na modernejšie, udržateľnejšie a konkurencieschopné modely fungovania. Ako uvádza Pepe (2003), na záver možno tieto jednotlivé dosiahnuté skóre spriemerovať (jednoduchým alebo váženým priemerom), aby sme získali konečné skóre modelu ako takého. V našom prípade pôjde o hodnotu 0,7913, a teda môžeme tvrdiť, že vytvorený model digitálneho rozvoja podnikov v kontexte ich finančnej výkonnosti má výbornú diskriminačnú schopnosť.

Vývoj digitalizácie podnikovej sféry v období 2018–2023

Hoci sme predikčnú silu modelu overili prostredníctvom ROC krivky, je dôležité poznať i jeho skutočnú praktickú výpovednú hodnotu. Na vzorku 26 523 slovenských podnikov (s limitom na celkové aktíva vo výške minimálne 200 000 eur) zo všetkých sektorov hospodárstva za obdobie rokov 2018–2023 sme aplikovali vyvinutý model digitálnej transformácie. Údaje sme získali z databázy ORBIS (Moody's Analytics, Inc). Nakoľko sme potrebovali posúdiť zmeny vo vývoji digitálnej transformácie slovenských podnikov a vykonať celkovú ex post analýzu, do evaluácie boli zahrnutí len tie podniky, kde bolo možné kalkulovať skóre za celé sledované obdobie; vzorku teda vo finále tvorilo 20 186 podnikov, s nasledovnou štruktúrou (Tab. 23 a 24).

Tabuľka 23 Štruktúra testovacej vzorky podnikov podľa sektora a právnej formy podniku

		s.r.o.	a.s.	partnerstvo	iné formy	SPOLU
sektor	obchod	4709	39	5	208	4961
	poľnohospo	759	276	2	66	1103
	priemysel	2980	38	3	294	3315
	služby	8052	140	5	900	9097
	stavebníctvo	1613	5	2	90	1710
SPOLU		18113	1558	498	17	20186

Zdroj: vlastné spracovanie

Tabuľka 24 Štruktúra testovacej vzorky podnikov podľa sektora a veľkosti podniku

		malé	stredné	veľké	veľmi veľké	SPOLU
sektor	obchod	1994	448	2406	113	4961
	poľnohospo	530	40	529	4	1103
	priemysel	1368	494	1280	173	3315
	služby	3206	477	5326	88	9097
	stavebníctvo	716	77	908	9	1710
SPOLU		10449	7814	1536	387	20186

Zdroj: vlastné spracovanie

V období rokov 2018 – 2023 došlo v slovenskej podnikovej sfére k postupným, avšak významným zmenám v úrovni digitalizácie. Sektorová štruktúra podnikania sa vyvíjala pod vplyvom technologických inovácií, regulácií, ekonomických faktorov a dynamiky trhu, pričom podniky boli podľa úrovne digitalizácie kategorizované do troch hlavných skupín:

- T1 – podniky s vysokým stupňom digitalizácie, využívajúce pokročilé digitálne riešenia, automatizáciu a analytické nástroje na optimalizáciu procesov.

- T2 – podniky so stredným stupňom digitalizácie, implementujúce niektoré digitálne technológie, no s obmedzeným rozsahom a efektivitou.
- T3 – podniky, ktoré nekládli dôraz na digitálnu transformáciu a využívali prevažne tradičné prístupy bez výraznej adopcie moderných IT riešení.

Celkový vývoj v sledovanom období naznačuje pozvoľný pokles počtu podnikov v T3 a ich postupný presun do T1 a T2, čo je pozitívnym indikátorom prechodu k digitalizovanej ekonomike. Avšak, sektorové rozdiely sú výrazné a niektoré odvetvia preukazujú výraznejšiu dynamiku v adopcii digitálnych technológií ako iné. Tento vývoj bol ovplyvnený vonkajšími faktormi, akými sú pandémia COVID-19, rastúca konkurencia na digitálnych trhoch, legislatívne regulácie v oblasti digitalizácie a štátne podporné programy na zavádzanie inovácií. Celkový počet podnikov v T1 sa zvýšil z 14 430 v roku 2018 na 15 380 v roku 2023, čo signalizuje výraznú expanziu digitalizovaných obchodných modelov. Tento trend je príznačný pre podniky, ktoré si uvedomili konkurenčnú výhodu technológií a začali investovať do automatizácie výrobných procesov, implementácie umelej inteligencie, big data analytiky a cloudových riešení. Tento rast naznačuje zvýšené investície do digitalizácie a automatizácie výrobných a obchodných procesov, pričom najväčší nárast bol zaznamenaný v sektore služieb. Podiel podnikov v T2 bol relatívne stabilný, vykazoval len mierne výkyvy, pričom v roku 2023 ich počet dosiahol 1 010 oproti 1 112 v roku 2018. To naznačuje, že niektoré podniky sa síce presunuli do T1, no iné stagnovali alebo zápasili s obmedzenými možnosťami ďalšieho technologického rozvoja. Najvýraznejšou zmenou bol pokles podnikov v T3, z 4 644 v roku 2018 na 3 796 v roku 2023. Tento pokles naznačuje, že podniky, ktoré doteraz odolávali digitálnej transformácii, buď začali implementovať základné digitálne riešenia, prípadne niektoré z nich mohli zaniknúť kvôli neschopnosti konkurovať digitalizovaným firmám. Rovnako je žiadúce sa zamerať aj na vývoj jednotlivých sektorov našej ekonomiky, aby sme dokázali rozpoznať a posúdiť, ktoré odvetvia sa digitalizujú a prispôbujú novým trhovým zmenám a výzvam a ktoré v tomto vývoji zaostávajú. Priemyselný sektor prešiel významnou transformáciou vďaka Priemyslu 4.0, IoT a robotizácii výrobných procesov. Počet podnikov v T1 mierne vzrástol (z 2 538 na 2 560), no zásadnejšia zmena sa udiala v kategórii T3, kde klesol počet podnikov z 701 na 584. To naznačuje rozširovanie digitalizovaných výrobných liniek, prediktívnej údržby a využívania AI pri optimalizácii výroby, ako rast digitalizovaných výrobných procesov, robotizácie a využívania priemyselného internetu vecí (IIoT). Sektor obchodu prešiel najvýraznejšou digitalizáciou v dôsledku expanzie e-commerce, automatizácie dodávateľských reťazcov a využívania personalizovaného marketingu. Počet digitalizovaných podnikov v T1 sa zvýšil z 3 697 v roku 2018 na 3 932 v roku 2023, pričom v T3 klesol z 983 na 784. To naznačuje, že tradičné obchodné modely sú postupne nahrádzané online predajom, omnichannel stratégiami a využívaním pokročilých analytických systémov na predikciu správania zákazníkov. V sektore poľnohospodárstva je rýchlosť digitalizácie obmedzená infraštruktúrnymi a investičnými bariérami, pričom počet podnikov v T1 ostal relatívne stabilný (973 v 2023 oproti 953 v 2018). Hoci sa objavujú smart farming technológie, senzorické systémy a dronový monitoring, veľká časť podnikov stále funguje na tradičných princípoch. Podiel T3 zostal prakticky

nezmenený (88–101), čo znamená, že adopcia nových technológií prebieha len veľmi pomaly. Sektor služieb zaznamenal najvýraznejší posun v digitalizácii, keďže počet podnikov v T1 sa zvýšil zo 6 118 na 6 685, pričom počet podnikov v T3 sa znížil z 2 492 na 1 989. Firmy sa vo zvýšenej miere orientovali na automatizáciu zákazníckych služieb, využívanie chatbotov, cloud computing a analytické riešenia na predikciu správania klientov. Sektor stavebníctva sa digitalizuje najpomalšie, čo dokázali aj všetky naše predošlé analýzy prezentované v tejto dizertačnej práci, keďže počet podnikov v T1 zostal relatívne stabilný (1 252 – 1 253). Podiel T3 sa mierne znížil (367 na 351), čo naznačuje čiastočnú implementáciu digitálnych technológií, ale stále prevažuje tradičný spôsob riadenia projektov. Z celkového pohľadu možno konštatovať, že v období 2018–2023 došlo k jednoznačnému poklesu podnikov, ktoré ignorovali digitalizáciu, a k nárastu tých, ktoré ju implementovali na vysokú úroveň. Tento vývoj naznačuje niekoľko kľúčových trendov, ktoré bolo možné odpozorovať, a to že digitalizácia v službách napreduje najrýchlejšie, keďže rastúca konkurencia núti podniky automatizovať procesy a zavádzať online služby. Priemysel digitalizuje najmä v oblasti výrobných technológií, no stále existuje významná skupina podnikov v T3, ktoré zaostávajú v adoptii Industry 4.0 riešení. Obchod a stavebníctvo zaznamenávajú pozvoľný, ale stabilný nárast digitalizácie, avšak rozdiely medzi lídrami a zaostávajúcimi podnikmi sú v týchto sektoroch stále veľké. Poľnohospodárstvo zostáva najmenej digitalizovaným sektorom, pričom iba malá časť podnikov využíva pokročilé technológie. Výsledky analýzy naznačujú, že digitálna transformácia sa stáva kľúčovým faktorom konkurencieschopnosti podnikateľských subjektov a podniky, ktoré ju ignorujú, postupne strácajú trhové postavenie. Najbližšie roky budú kľúčové pre ďalší vývoj, pričom podniky, ktoré už investovali do digitalizácie, budú profitovať zo zvýšenej efektivity, zatiaľ čo ostatné budú čeliť rastúcim bariéram vstupu na digitálne trhy (i preto je dôležité podotknúť, že model digitálnej transformácie dokáže podniky s nízkym dorazom na digitalizáciu procesov identifikovať a následne je možné prijať také opatrenia, ktoré umožnia podniku tieto trhové bariéry prekonať). Výsledky evaluácie vytvoreného modelu na testovacej vzorke slovenských podnikov jednoznačne potvrdzuje trend zrýchľujúcej sa digitalizácie naprieč všetkými sektormi hospodárstva, ktorý bol v sledovanom období umocnený niektorými významnými faktormi:

- pandémie COVID-19 a narušenia dodávateľských reťazcov prinútili podniky urýchliť digitalizáciu;
- štátne dotácie a legislatívne opatrenia na podporu digitalizácie podnikov motivovali podniky k investíciám do IT riešení;
- rastúci dopyt po digitálnych službách a e-commerce urýchlil digitalizáciu maloobchodu a služieb;
- digitalizácia sa stala kľúčovým faktorom konkurencieschopnosti, pričom podniky, ktoré ju zanedbali, čelili a aj v budúcnosti budú čeliť poklesu trhového podielu.

Vývoj digitalizácie v podnikovej sfére teda jednoznačne naznačuje, že budúce obdobie bude charakterizované ďalším rastom podielu T1, postupným zánikom T3 a zvyšovaním investícií do smart technológií, automatizácie a AI riešení. Pre celkové vykreslenie využitia modelu, sme sa rozhodli ho aplikovať aj na vybrané slovenské spoločnosti. Konkrétne sme sa zamerali na 12 najziskovejších podnikov

dekády, pričom každý z týchto podnikov zarobil v uplynulých desiatich rokoch v priemere vyše sto miliónov eur ročne (Obrázok 3).

Tabuľka 25 Ročný zisk (priemer za 2013-2022) najziskovejších slovenských podnikov

Poradie	Spoločnosť	Hodnota (EUR)
1	eustream	332 368 100
2	Slovenský plynárenský priemysel	282 601 200
3	Kia Slovakia	220 964 700
4	Slovenská sporiteľňa	188 137 700
5	Volkswagen Slovakia	185 606 400
6	Continental Tires Slovakia	150 755 500
7	U. S. Steel Košice	140 002 300
8	Všeobecná úverová banka	136 933 400
9	Tatra banka	125 587 000
10	SPP - distribúcia	115 400 500
11	Slovnaft	113 846 400
12	Lidl Slovenská republika	109 277 200

Zdroj: spracované podľa www.forbes.sk a www.finstat.sk

Tieto podniky predstavujú najziskovejšie spoločnosti na Slovensku, ktoré dominujú v rôznych odvetviach hospodárstva. Medzi nimi sú energetické giganty ako eustream a SPP, ktoré profitujú z prepravy a distribúcie zemného plynu, ako aj automobilky Volkswagen Slovakia a Kia Slovakia, ktoré výrazne prispievajú k exportu krajiny. Petrochemický sektor zastupuje Slovnaft, zatiaľ čo výrobca pneumatík Continental Tires Slovakia hrá kľúčovú rolu v priemyselnej výrobe. V oblasti bankovníctva dominujú Slovenská sporiteľňa, VÚB banka a Tatra banka, ktoré poskytujú komplexné finančné služby pre retailových aj firemných klientov. Uvedené podniky sú základnými piliermi slovenskej ekonomiky a vytvárajú stabilné finančné výsledky, čím významne prispievajú k hospodárskemu rastu krajiny a z toho dôvodu sme sa rozhodli vytvorený model aplikovať práve na tejto vzorke podnikov. Vzhľadom na citlivosť dát a konkurenčný boj, nebolo možné zistiť za sledované obdobie rokov 2018-2023 údaje o bankách, ktoré sú v rebríčku a vypočítať na základe rovnice mieru digitálnej transformácie v týchto subjektoch. Výsledky pre ostatné podniky sú uvedené v nasledovnej tabuľke 25.

Tabuľka 26 Dosiahnuté skóre aplikáciou modelu digitálnej transformácie

podnik	skóre 2023		skóre 2022		skóre 2021		skóre 2020		skóre 2019		skóre 2018	
EUSTREAM, A.S.	-0,665	T1	-0,750	T1	-0,545	T1	-0,326	T1	-0,481	T1	-0,205	T1
SPP - DISTRIBUCIA, A.S.	0,452	T3	0,022	T2	-0,111	T2	-0,594	T1	-0,275	T1	-0,187	T1
KIA SLOVAKIA S. R. O.	-0,148	T1	-0,309	T1	-0,196	T1	-0,426	T1	-0,065	T2	-0,267	T1
VOLKSWAGEN SLOVAKIA, A.S.	-0,469	T1	-0,534	T1	-0,459	T1	-0,523	T1	-0,109	T2	-0,559	T1
CONTINENTAL TIRES SLOVAKIA, S.R.O.	0,012	T2	-0,534	T1	0,296	T3	0,384	T3	0,321	T3	0,355	T3
U.S. STEEL KOSICE - SBS, S.R.O.	-0,318	T1	-0,504	T1	-0,603	T1	-0,505	T1	-0,384	T1	-0,249	T1
SLOVNAFT, A.S.	-0,138	T1	-0,360	T1	-0,368	T1	-0,758	T1	-0,587	T1	-0,439	T1
LIDL SLOVENSKA REPUBLIKA, S.R.O.	-0,272	T1	-0,285	T1	-0,296	T1	-0,146	T1	-0,309	T1	-0,256	T1
SLOVENSKY PLYNARENSKY PRIEMYSEL	-0,523	T1	-0,908	T1	-1,025	T1	-0,963	T1	-1,489	T1	-5,346	T1

Zdroj: vlastné spracovanie podľa www.finstat.sk

Na základe zobrazených dát možno identifikovať niekoľko trendov a zhodnotiť vývoj jednotlivých podnikov. Podnik EUSTREAM (služby, a.s.) vykazuje vysokú úroveň digitalizácie (T1) počas celého obdobia (2018-2023), pričom skóre digitalizácie je mierne kolísavé, ale udržiava sa v záporných hodnotách, čo naznačuje stabilný vysoký stupeň digitalizácie. Na druhej strane, podnik SPP - DISTRIBÚCIA (priemysel, a.s.) dosahoval v rokoch 2018 a 2019 vysokú úroveň digitalizácie (T1), no v roku 2020 prešiel na strednú úroveň (T2) a v rokoch 2022 a 2023 sa vrátil na nízku úroveň (T3), čo poukazuje na kolísanie medzi vysokým a stredným stupňom digitalizácie (tento fakt môže byť ale spôsobený aj vypovedacou silou modelu, ktorá bola kalkulovaná pomocou AUC na 80%). Podnik KIA SLOVAKIA (priemysel, s.r.o.) si počas celého obdobia udržiava vysoký stupeň digitalizácie (T1), pričom skóre sa postupne zlepšuje a v roku 2023 dosahuje najnižšie záporné skóre, čo poukazuje na mierne zlepšenie digitalizácie. Podobne je na tom aj VOLKSWAGEN SLOVAKIA (priemysel, s.r.o.), ktorý vykazuje vysokú digitalizáciu (T1) počas celého obdobia, pričom v roku 2020 došlo k dočasnému zhoršeniu, no v roku 2023 sa stav opäť zlepšil. Naopak, podnik CONTINENTAL TIRES (priemysel, s.r.o.) prešiel významným progresom v digitalizácii, keďže v rokoch 2018 a 2019 mal nízku digitalizáciu (T3), no v rokoch 2020 až 2023 dosiahol vysokú úroveň (T1). Podnik U.S. STEEL (služby, s.r.o.) väčšinu obdobia udržiaval vysokú digitalizáciu (T1), avšak v roku 2023 došlo k výraznému poklesu na úroveň T3, čo naznačuje zhoršenie digitalizačného trendu v posledných rokoch. SLOVNAFT (priemysel, a.s.) vykazuje stabilnú vysokú digitalizáciu (T1) počas celého obdobia, pričom skóre sa po roku 2020 zlepšuje, čo naznačuje zvýšenie efektivity digitalizácie. LIDL SLOVENSKO (obchod, s.r.o.) udržiava stabilnú vysokú digitalizáciu (T1) počas celého obdobia, pričom skóre sa postupne

zlepšuje, čo naznačuje pozitívny trend v implementácii digitálnych nástrojov. SLOVENSKÉ ELEKTRÁRNE (priemysel, s.r.o.) vykazujú počas celého obdobia vysokú úroveň digitalizácie (T1), pričom v roku 2018 došlo k výraznému poklesu skóre, no následne sa situácia stabilizovala.

Podniky ako EUSTREAM, VOLKSWAGEN SLOVAKIA, KIA SLOVAKIA, SLOVNAFT, LIDL SLOVENSKO a SLOVENSKÉ ELEKTRÁRNE udržujú vysoký stupeň digitalizácie počas celého obdobia. Tieto spoločnosti udržujú stabilnú úroveň digitalizácie (T1) a zároveň dosahujú vysoké finančné zisky, čo poukazuje na význam digitálnej transformácie pre konkurencieschopnosť a ziskovosť. Na druhej strane, SPP - DISTRIBÚCIA a U.S. STEEL vykazujú kolísanie úrovne digitalizácie a aj keď tieto spoločnosti stále patria medzi najziskovejšie, pretrvávajúci nedostatok digitálnej modernizácie môže v budúcnosti ohroziť ich konkurencieschopnosť. Niektoré podniky, ako napríklad Continental Tires, prešli významnou digitálnou transformáciou. Z nízkeho stupňa digitalizácie (T3) v roku 2018 sa postupne prepracovali na vysoký stupeň (T1) v roku 2023. Tento pokrok pravdepodobne prispel k zvýšeniu efektivity výroby a zlepšeniu finančných výsledkov. Na základe uvedeného možno konštatovať, že podniky s vysokou úrovňou digitalizácie si udržiavajú stabilnú pozíciu na trhu a ich ziskovosť koreluje s pokročilou digitálnou transformáciou. Podniky, ktoré prešli digitalizačným progresom dokázali zlepšiť svoju pozíciu, zatiaľ čo podniky s klesajúcou digitalizáciou môžu čeliť výzvam v oblasti konkurencieschopnosti. Podniky, ktoré udržujú vysoký stupeň digitalizácie, majú väčšiu šancu na dlhodobú udržateľnosť ziskovosti. Vysoká digitalizácia umožňuje optimalizáciu procesov, znižovanie nákladov a lepšiu reakciu na trhové zmeny. Najziskovejšie podniky na Slovensku vykazujú vysoký stupeň digitalizácie, čo výrazne prispieva k ich finančnej stabilite a konkurenčnej výhode. Digitalizácia teda nie je len technickou potrebou, ale aj strategickým rozhodnutím, ktoré zabezpečuje prosperitu podnikov na dynamickom trhu. Podniky, ktoré investujú do digitalizácie, si upevňujú svoje postavenie na trhu a pripravujú sa na výzvy budúcnosti. Digitálna transformácia teda predstavuje integráciu digitálnych technológií do všetkých oblastí podnikania, čo zásadne mení spôsob, akým podniky fungujú a prinášajú hodnotu svojim zákazníkom. Je nevyhnutná pre zvýšenie efektivity, konkurencieschopnosti a schopnosti rýchlo reagovať na meniace sa trhové podmienky. Je dôležité zdôrazniť, že digitálna transformácia nie je len o implementácii nových technológií, ale aj o zmene myslenia a kultúry v podnikoch. Pre úspešnú transformáciu je nevyhnutné, aby vedenie podnikov aktívne podporovalo inovácie a investovalo i do rozvoja zručností svojich zamestnancov. Digitalizácia procesov v podnikoch sa stáva kľúčovým faktorom pre zvyšovanie ich ziskovosti a dlhodobej udržateľnosti. V dnešnom konkurenčnom prostredí už nestačí len zlepšovať tradičné postupy, ale je nevyhnutné integrovať moderné digitálne riešenia, ktoré prinášajú nové možnosti optimalizácie a inovácie. Podľa prieskumu Združenia inteligentného priemyslu – Industry4UM, realizovaného agentúrou Go4insight koncom roka 2024, svoju digitalizačnú stratégiu aktuálne naplňa 32% priemyselných podnikov, čo predstavuje medziročný nárast o 5 percentuálnych bodov. Napriek tomu necelá štvrtina podnikov (23%) s digitalizáciou ešte nezačala. Tento stav poukazuje na potrebu intenzívnejšieho zamerania sa na digitálnu transformáciu, najmä medzi podnikmi, ktoré v tejto oblasti zaostávajú (TouchIT, 2024).

Model digitálnej transformácie v podmienkach Slovenska sa tak stáva veľmi dôležitým nástrojom pre identifikáciu podnikov, ktoré digitálnej transformácii neprikladajú aktuálne náležitý význam (výhodou je i vysoká predikčná schopnosť tejto skupiny podnikov a to až 93,49 %). Identifikácia podnikov s nízkym stupňom digitalizácie je kľúčová z viacerých dôvodov. Jedným z nich je, že podniky s nízkou úrovňou digitalizácie často čelia prekážkam, ako sú finančné obmedzenia (60%) a nedostatok digitalizačných zručností zamestnancov (39%). Rozpoznanie týchto podnikov umožňuje zamerať sa na poskytovanie potrebných zdrojov a školení na prekonanie týchto prekážok (Engineering.sk, 2024). Okrem toho, podniky so zahraničným kapitálom majú vyššiu mieru digitalizácie (48%) v porovnaní so slovenskými podnikmi (20%). Podpora domácich podnikov v digitalizácii môže znížiť tento rozdiel a zvýšiť ich konkurencieschopnosť na medzinárodnom trhu (Bendová, 2025). Podniky s nízkou úrovňou digitalizácie môžu mať neefektívne procesy, čo vedie k vyšším nákladom a nižšej produktivite. Cieľená podpora týchto podnikov v implementácii digitálnych technológií môže optimalizovať ich procesy a zlepšiť celkovú výkonnosť. Digitálna transformácia procesov už nie je len možnosťou, ale nutnosťou pre podniky, ktoré chcú uspieť na modernom trhu. Zlepšuje efektivitu a produktivitu, znižuje prevádzkové náklady, umožňuje efektívnejšie rozhodovanie vďaka dátovej analytike, zlepšuje zákaznícke skúsenosti i adaptáciu na trhové zmeny a poskytuje konkurenčnú výhodu. Podniky, ktoré ignorujú digitalizáciu, riskujú stratu konkurencieschopnosti a dlhodobý pokles ziskovosti.

5. DISKUSIA

Počiatkové zistenia založené na neparametrických testoch poukázali na to, že kritické finančné ukazovatele – ako objem hlavných aktív, zisk po zdanení a vlastné aktíva – sú významnými hnacími silami v procesoch digitalizácie podnikov. Je zaujímavé, že výška celkových záväzkov nehrá pri určovaní úrovne digitalizácie v rámci firiem významnú úlohu. Tento pohľad poskytuje kľúčové pochopenie toho, ako finančné zdravie súvisí s technologickým pokrokom v organizáciách. Súlad medzi týmito výsledkami a predchádzajúcimi štúdiami ďalej zdôrazňuje dôležitosť finančného kapitálu pri prijímaní digitálnych technológií. Vlčková et al. (2019) identifikovali podobné trendy, najmä v kontexte Industry 4.0 a digitálnej transformácie. Ich výskum zistil, že fixné aktíva, krátkodobé pohľadávky, vlastné imanie a záväzky boli kľúčovými prvkami ovplyvnenými digitalizáciou, pričom štúdia skúmala širokú vzorku 617 podnikov v 17 rôznych finančných parametroch. To posilňuje myšlienku, že hoci digitalizácia môže ponúknuť široké výhody, jej okamžité účinky sú najviditeľnejšie vo finančne zdravých firmách so solídnu základňou aktív. Durana a Valaskova (2022) ďalej skúmali vzťah medzi Priemyslom 4.0 a ziskom firiem, pričom odhalili podstatný vplyv digitálnych technológií na ziskovosť. Táto štúdia je obzvlášť dôležitá, pretože zdôrazňuje dvojité úlohu, ktorú zohráva digitalizácia – nielen pri zvyšovaní príjmov, ale aj pri posilňovaní odolnosti spoločností, najmä počas kríz, ako sú finančné poklesy. Zavedením digitálnych technológií sú spoločnosti lepšie vybavené na to, aby odolali finančným šokom, znížili prevádzkovú neefektívnosť a reagovali na nestále trhové podmienky. Navyše Bugaj et al. (2023) prispeli k tomuto diskurzu skúmaním ukazovateľov ziskovosti štátnych podnikov zapojených do Industry 4.0. Ich výskum ukázal pozitívnu koreláciu medzi digitalizáciou a zlepšenou finančnou výkonnosťou, čo ešte viac upevnilo predstavu, že digitalizácia pôsobí ako katalyzátor finančného rastu v súkromnom aj verejnom sektore.

Štatistické testovanie a štatistiky:

Použitie neparametrických testov, ako je Kruskal-Wallisov test, bolo nápomocné pri identifikácii štatisticky významných rozdielov vo finančných pomeroch naprieč podnikmi s rôznou úrovňou digitalizácie. Táto metóda, ktorá nepredpokladá normálne rozdelenie, bola vhodná na analýzu finančných údajov, kde sa často vyskytujú odchýlky od normálu. Použitím Kruskal-Wallisovho testu boli výskumníci schopní odhaliť významné rozdiely v celkovom aktíve medzi spoločnosťami s menej ako 25 % digitalizáciou a spoločnosťami s vyšším stupňom digitalizácie, ako sú skupiny 50 – 75 % a viac ako 75 % (str. hodnoty 0,041 a 0,003).

Na ďalšie vymedzenie týchto rozdielov sa použil Dunn-Bonferroni post-hoc test. To umožnilo podrobnejšie preskúmať, ako digitalizácia ovplyvňuje konkrétne finančné parametre, ako je zisk po zdanení a fondy akcionárov. Napríklad v podmienkach zisku po zdanení identifikoval post-hoc test významné rozdiely medzi spoločnosťami s najvyššou úrovňou digitalizácie a spoločnosťami v kategórii 25 – 50 % (p-hodnota = 0,015). Okrem toho analýza odhalila významné rozdiely v rozdelení podielových fondov medzi 50 – 75 % digitalizovanou skupinou a spoločnosťami s menej ako 25 % digitalizáciou (p-hodnota = 0,031). Tieto štatistické zistenia podčiarkujú pozitívny vzťah medzi digitalizáciou a rôznymi metrikami finančnej výkonnosti, najmä v priemyselných odvetviach, kde sú aktíva, ziskovosť a kapitál rozhodujúcimi faktormi úspechu. To však tiež vyvoláva dôležité otázky týkajúce sa škálovateľnosti digitalizačného úsilia v rôznych odvetviach a veľkostiach organizácií.

Medzery vo výskume:

Napriek narastajúcemu výskumu v oblasti digitalizácie a výkonnosti firiem zostávajú značné medzery, najmä v špecifických geografických kontextoch. Napríklad akademických štúdií zameraných na Slovenskú republiku je pomerne málo, a to aj napriek výraznému nárastu digitálnej transformácie, najmä v sektore služieb. To predstavuje premárnenú príležitosť pochopiť, ako digitalizácia ovplyvňuje výkonnosť firmy v rýchlo sa rozvíjajúcej ekonomike, najmä v porovnaní s jej susednými partnermi v strednej a východnej Európe. Výskum Valaskovej et al. (2024) zdôrazňuje potrebu hlbšieho skúmania toho, ako digitalizácia ovplyvňuje výkonnosť firmy v rôznych odvetviach a kontextoch. To by poskytlo cenné poznatky o mechanizmoch, prostredníctvom ktorých digitálna transformácia riadi úspech organizácie. Napríklad digitalizácia na Slovensku, kde sektor služieb zohráva kľúčovú úlohu, sa môže prejaviť inak ako v ekonomikách orientovaných na výrobu. Pochopenie týchto súvislostí je nevyhnutné pre rozvoj politik a stratégií prispôsobených jedinečným charakteristikám každého odvetvia. Okrem toho skúmanie toho, ako digitalizácia ovplyvňuje výkonnosť firmy v rôznych sektoroch, môže pomôcť odhaliť ďalšie kanály, prostredníctvom ktorých tieto technológie ovplyvňujú finančné výsledky. Inovácia IT a zlepšenie zákazníckej skúsenosti sú dva takéto kanály. Spoločnosti, ktoré úspešne využívajú digitálne nástroje na zvýšenie zapojenia zákazníkov alebo optimalizáciu svojej IT infraštruktúry, môžu potenciálne prekonať svojich konkurentov z hľadiska ziskovosti, prevádzkovej efektívnosti a podielu na trhu.

Manažérsky záujem a strategická úloha digitalizácie:

Jedným z kľúčových dôvodov rastúceho záujmu manažérov o digitalizáciu je poznanie, že digitálne technológie sú rozhodujúce pre dosahovanie obchodných cieľov. Ferreira et al. (2019)

tvrdia, že digitalizácia nie je len nástrojom na automatizáciu procesov; je skôr strategickým prostriedkom umožňujúcim podnikové inovácie a rast. Digitálne platformy ponúkajú spoločnostiam bezprecedentné príležitosti na integráciu svojich dátových systémov, čím umožňujú efektívnejšie rozhodovacie procesy a uľahčujú reakcie na zmeny trhu v reálnom čase. Keďže sa podniky stále viac snažia odlíšiť sa a získať konkurenčnú výhodu, digitalizácia sa stáva nevyhnutnou. Umožňuje firmám zefektívniť svoje operácie, znížiť náklady a zlepšiť spokojnosť zákazníkov prostredníctvom personalizovaných služieb a rýchlejšej odozvy. Konkurenčné prostredie je čoraz viac formované tým, ako dobre spoločnosti integrujú digitálne technológie do svojich kľúčových operácií a stratégií. Tí, ktorí nedokážu držať krok s digitálnou transformáciou, sa môžu na globálnom trhu ocitnúť v značnej nevýhode.

Variantné zistenia v literatúre: Vede digitalizácia vždy k lepšiemu výkonu?

Napriek zjavným výhodám digitalizácie uvádza literatúra zmiešané výsledky týkajúce sa jej priameho vplyvu na výkonnosť firmy. Napríklad Martín-Pena et al. (2019) zistili, že digitalizácia mala pozitívny vplyv na predajnú výkonnosť priemyselných firiem, najmä keď sprostredkovala vzťah medzi servitizáciou – praxou ponúkania doplnkových služieb popri tradičných produktoch – a celkovou výkonnosťou firmy. To naznačuje, že výhody digitalizácie sa nemusia obmedzovať len na prevádzkovú efektivitu, ale môžu sa rozšíriť aj na širšie strategické iniciatívy, ako je diferenciácia produktov a rozširovanie služieb. Nie všetky štúdie však dospeli k rovnakému záveru. Kharlamov a Parry (2021) skúmali vplyv digitalizácie na britské vydavateľské firmy a zistili, že nemá priamy vplyv na výkonnosť. Namiesto toho bola digitalizácia najúčinnnejšia v kombinácii so stratégiami servitizácie. To naznačuje, že vzťah medzi digitalizáciou a výkonom je zložitý a môže byť sprostredkovaný inými faktormi, ako je povaha odvetvia, existujúce schopnosti firmy a jej strategická orientácia. Tieto zmiešané zistenia vyvolávajú dôležité otázky o podmienkach, za ktorých digitalizácia vedie k zlepšeniu výkonu. Zatiaľ čo niektoré firmy môžu zaznamenať značné zisky z digitálnej transformácie, iné môžu mať problémy s realizáciou rovnakých výhod, najmä ak ich úsilie o digitalizáciu nie je v súlade s ich celkovou obchodnou stratégiou. Úspech digitalizačných iniciatív môže závisieť od rôznych faktorov vrátane veľkosti firmy, odvetvia, trhových podmienok a konkrétnych implementovaných digitálnych nástrojov.

Integrácia digitálnych nástrojov do obchodnej stratégie:

Potenciál digitálnych technológií na transformáciu obchodných modelov a operácií je obrovský. Úspešná integrácia však vyžaduje, aby spoločnosti zosúlادili svoje digitálne iniciatívy so širšími strategickými cieľmi (Lanier et al., 2019). Toto je jedna z kľúčových výziev, ktorým firmy čelia pri implementácii snáh o digitalizáciu. Ako sa digitalizácia stáva čoraz dôležitejšou,

spoločnosti musia prehodnotiť tradičné prístupy k vytváraniu hodnôt, prevádzkovej efektívnosti a zapájaniu zákazníkov. Digitálne nástroje, ktoré umožňujú prediktívnu analýzu, môžu napríklad zmeniť spôsob, akým firmy predpovedajú dopyt, spravujú zásoby a pridelujú zdroje, čím posilnia svoju konkurenčnú pozíciu na trhu (Meek et al., 2007; Premti et al., 2020).

Okrem toho integrácia digitálnych nástrojov do obchodnej stratégie nie je jednorazovým úsilím. Vyžaduje si to neustále investície, a to tak z hľadiska finančných zdrojov, ako aj ľudského kapitálu. Spoločnosti musia neustále aktualizovať svoju digitálnu infraštruktúru, prijímať nové technológie a zabezpečiť, aby ich zamestnanci mali potrebné zručnosti na efektívne využívanie týchto nástrojov (Kliestik et al., 2020). Bez jasnej stratégie, ako sa budú digitálne nástroje používať na dosiahnutie obchodných cieľov, sa spoločnosti môžu ocitnúť zavalené zložitou digitálnej transformácie a neschopné plne využiť jej potenciálne výhody (Zhong et al., 2021).

Riadenie rizík a finančné prognózovanie prostredníctvom digitalizácie:

Ďalším dôležitým aspektom digitalizácie je jej schopnosť zlepšiť riadenie rizík a finančné prognózy. V kontexte Industry 4.0 ponúkajú digitálne technológie firmám možnosť presnejšie monitorovať svoje finančné zdravie a proaktívne reagovať na prvé príznaky finančnej tiesne (Valaskova et al., 2022). To je obzvlášť cenné pre odvetvia, ktoré sa vo veľkej miere spoliehajú na kapitálové investície, ako sú výrobné a automobilové odvetvia, kde môže zlé finančné riadenie viesť k značným stratám.

Nástroje prediktívnej analýzy môžu napríklad pomôcť spoločnostiam identifikovať vzory v ich finančných údajoch, ktoré môžu naznačovať potenciálne riziká, ako je klesajúci peňažný tok alebo zvyšovanie úrovne dlhu (Kliestik et al., 2020). Včasným rozpoznaním týchto vzorcov môžu firmy podniknúť nápravné opatrenia skôr, ako sa situácia stane kritickou. Podobne digitálne nástroje, ktoré poskytujú finančné výkazníctvo v reálnom čase, môžu firmám pomôcť prijímať informovanejšie rozhodnutia o alokácii zdrojov, investičných príležitostiach a opatreniach na znižovanie nákladov. V ekonomikách, ako je Slovensko, kde hrá automobilový sektor kľúčovú úlohu, môže digitalizácia poskytnúť dôležité poznatky, ktoré spoločnostiam pomôžu vyhnúť sa finančným nástrahám a zlepšiť dlhodobú udržateľnosť. Prijatím digitálnych nástrojov, ktoré zlepšujú finančné prognózovanie a riadenie rizík, môžu podniky v týchto sektoroch lepšie zvládať ekonomické neistoty a zostať konkurencieschopné na globálnom trhu (Pustynick, 2017).

Výzvy pri implementácii digitalizácie:

Napriek jasným výhodám digitalizácie existuje niekoľko výziev, ktoré musia spoločnosti prekonať, aby tieto technológie úspešne implementovali. Jednou z hlavných prekážok je

nedostatok dostatočných zručností a zdrojov potrebných na efektívne riadenie digitálnych nástrojov (Zhong et al., 2021). Mnoho spoločností, najmä menších firiem, má problém prilákať a udržať si zamestnancov s potrebnými digitálnymi znalosťami. Táto medzera v zručnostiach môže brániť úspešnému prijatiu digitálnych technológií a brániť spoločnostiam v plnení výhod digitalizácie (Lazaroiu et al., 2021). Navyše odpor voči zmenám je ďalšou častou prekážkou digitalizácie. Zamestnanci sa môžu zdráhať osvojiť si nové technológie, najmä ak majú pocit, že ich pracovné miesta ohrozuje automatizácia alebo ak im chýba potrebné školenie na efektívne používanie digitálnych nástrojov (Tao et al., 2019). Prekonanie tohto odporu si vyžaduje, aby spoločnosti investovali do zvyšovania kvalifikácie svojej pracovnej sily a podporovania kultúry inovácií a neustáleho vzdelávania. To môže zahŕňať poskytovanie školiacich programov, podporu spolupráce medzi oddeleniami a povzbudzovanie zamestnancov, aby prijali nové technológie ako prostriedok na zlepšenie ich pracovných procesov a výsledkov (Kotlebova et al., 2020). Náklady na implementáciu digitálnych technológií sú ďalšou významnou výzvou najmä pre menšie spoločnosti s obmedzenými finančnými zdrojmi. Investície do nových digitálnych systémov, modernizácie infraštruktúry a školenia zamestnancov môžu byť drahé a návratnosť investície nemusí byť hneď zjavná (Popescu et al., 2022). Aby však spoločnosti zostali konkurencieschopné v čoraz digitálnejšej globálnej ekonomike, tieto investície sú nevyhnutné. Firmy, ktoré neprijmú digitalizáciu, sa môžu ocitnúť v nevýhode v porovnaní s ich digitálne vyspelejšími konkurentmi. Na záver, digitalizácia zohráva rozhodujúcu úlohu pri formovaní výkonnosti firmy, najmä v kontexte Industry 4.0 (Vinerean et al., 2022). Kľúčové finančné ukazovatele, ako sú aktíva, zisky a fondy akcionárov, sú významnými hnacími silami digitálnej transformácie, zatiaľ čo vzťah medzi digitalizáciou a výkonnosťou firmy sa môže líšiť v závislosti od kontextu odvetvia a špecifických charakteristík firmy. Zmiešané zistenia v literatúre naznačujú, že úspech snáh o digitalizáciu môže závisieť od toho, ako dobre sú integrované do celkovej stratégie spoločnosti a od schopnosti firmy využiť digitálne nástroje na inovácie, riadenie rizík a zapojenie zákazníkov (Hamilton, 2022). Pre podniky v Slovenskej republike aj mimo nej bude prijatie komplexného a strategického prístupu k digitalizácii nevyhnutné na udržanie konkurencieschopnosti v čoraz digitálnejšej globálnej ekonomike. Aby si však podniky mohli plne uvedomiť potenciálne výhody digitalizácie, musia riešiť výzvy spojené s digitálnou transformáciou (Zábojník, 2015), vrátane potreby kvalifikovaných zamestnancov, prekonávania odporu voči zmenám a potrebných finančných investícií do digitálnej infraštruktúry. Vďaka tomu môžu prosperovať v digitálnom veku a využívať príležitosti, ktoré ponúka Priemysel 4.0.

6. TEORETICKÉ A PRAKTICKÉ PRÍNOSY DIZERTAČNEJ PRÁCE

Nástup digitalizácie nanovo definoval obchodné procesy, zmenil manažérske prístupy a zaviedol nové profesionálne požiadavky, čo viedlo k hlbokým zmenám v podnikových štruktúrach a ekonomike. Digitalizácia, základná súčasť Industry 4.0, umožňuje integráciu digitálnych technológií, ako sú cloud computing, veľké dáta, umelá inteligencia (AI) a internet vecí (IoT) do obchodných operácií. Tieto technológie transformovali priemyselné odvetvia na celom svete a ponúkajú spoločnostiam, najmä malým a stredným podnikom (MSP), teoretické aj praktické výhody. Nižšie podrobne preskúmame tieto výhody so zameraním na dôsledky pre finančnú výkonnosť, podnikovú stratégiu a širšie ekonomické prostredie.

Teoretické prínosy:

- 1. Lepšie chápanie digitalizácie v korporátnych kontextoch:** Digitalizácia poskytuje rámec na pochopenie vzájomnej prepojenosti moderných obchodných operácií. Integrácia digitálnych technológií v rámci podnikových sietí má ďalekosiahle dôsledky na alokáciu zdrojov, politiku a celkovú výkonnosť. Teoretické modely, ktoré zahŕňajú tieto technologické pokroky, prispievajú k presnejšiemu chápaniu dynamiky podnikovej výkonnosti v digitálnej ekonomike. Štúdiom vzťahu medzi digitálnou transformáciou a výkonom výskumníci vyvíjajú nové teórie, ktoré vysvetľujú, ako môžu podniky zostať konkurencieschopné v čoraz digitálnom svete.
- 2. Nové pohľady na finančnú výkonnosť:** Práca zdôrazňuje, že digitalizácia má významný vplyv na finančnú výkonnosť. Tieto štúdie zdôrazňujú teoretický význam digitálnych platforiem a technologickej integrácie a poskytujú základ pre ďalší výskum interakcie medzi digitálnou vyspelosťou a ziskovosťou. MSP môžu zvýšiť výkonnosť zosúladením digitálnych platforiem s obchodnými cieľmi, čo je pojem, ktorý rozširuje naše chápanie úlohy digitálnej stratégie v podnikových finančných výsledkoch.
- 3. Konceptný vývoj servitizácie a digitalizácie:** Vzťah medzi servitizáciou (poskytovaním služieb popri fyzických produktoch) a digitalizáciou ponúka nové teoretické pohľady na inovácie obchodných modelov. Vysoká úroveň servitizácie v kombinácii so strednou až vysokou úrovňou digitalizácie môže viesť k zlepšeniu finančnej výkonnosti. Tieto zistenia naznačujú, že digitálna transformácia nefunguje izolovane, ale interaguje s inými

obchodnými stratégiami a vytvára komplexné hodnotové siete, ktoré je potrebné preskúmať v budúcich teoretických modeloch.

4. **Priemysel 4.0 ako evolučná cesta:** Zatiaľ čo mnohí vedci považujú Priemysel 4.0 za revolučný, iní tvrdia, že predstavuje evolučný posun v obchodných procesoch. Táto perspektíva naznačuje, že podniky, vlády a vzdelávacie inštitúcie sa musia spoločne prispôbovať meniacemu sa technologickému prostrediu, teoretickému rámcu, ktorý môže formovať rozvoj politiky a obchodnú stratégiu. Ako organizácie postupne prijímajú digitalizáciu, výskumníci vytvárajú teórie, ktoré odrážajú prírastkovú povahu technologických zmien a ich vplyv na konkurenčnú výhodu.

Praktické prínosy:

1. **Vylepšená inteligencia dodávateľského reťazca:** Technológie Industry 4.0 výrazne zvýšili efektivitu dodávateľského reťazca, čo umožňuje podnikom optimalizovať alokáciu zdrojov a zefektívniť operácie. Cloud computing, IoT a AI uľahčujú analýzu údajov a rozhodovanie v reálnom čase, čo umožňuje spoločnostiam predvídať a zmiernovať výpadky. Táto vylepšená inteligencia dodávateľského reťazca nielen znižuje náklady, ale podporuje aj inovácie a spoluprácu v rámci celého hodnotového reťazca. Vďaka tomu môžu podniky efektívnejšie reagovať na požiadavky trhu a vonkajšie otrasy, ako napríklad tie, ktoré spôsobila pandémia COVID-19.
2. **Zvýšená finančná výkonnosť a odolnosť:** Ukázalo sa, že digitalizácia pozitívne ovplyvňuje finančnú výkonnosť spoločnosti, najmä ak je integrovaná so strategickými iniciatívami, ako je servitizácia. Bolo zistené, že digitálna transformácia zlepšuje efektivitu investovania kapitálu, čo vedie k lepším finančným výsledkom. Okrem toho, takisto digitalizácia zohráva kľúčovú úlohu pri pomoci európskym MSP odolávať negatívnym ekonomickým vplyvom pandémie COVID-19. To dokazuje, že digitálna transformácia nie je len stratégiou rastu, ale aj nástrojom na budovanie odolnosti pre podniky, ktoré čelia vonkajším výzvam.
3. **Vylepšené obchodné modely a inovácie:** Digitalizácia zmenila spôsob, akým spoločnosti fungujú, a podporila rozvoj nových obchodných modelov a inovatívnych riešení. Digitálne technológie umožňujú podnikom pretvárať skúsenosti spotrebiteľov, zefektívňovať procesy a vytvárať nové produkty a služby. Táto praktická výhoda digitalizácie má hlboké dôsledky pre konkurencieschopnosť a umožňuje spoločnostiam udržať si náskok na rýchlo sa rozvíjajúcich trhoch využívaním možností nových digitálnych nástrojov a platforiem.

4. **Firemná stratégia a konkurencieschopnosť:** Úspešná digitálna transformácia vyžaduje, aby podniky integrovali digitálne technológie do svojich kľúčových stratégií. Podnikový manažment zohráva kľúčovú úlohu pri usmerňovaní digitálnych iniciatív a zabezpečuje, aby podniky zosúladiли svoje technologické investície s dlhodobými cieľmi. Začlenením digitálnych nástrojov do svojich operácií môžu spoločnosti zlepšiť rozhodovanie, zvýšiť zapojenie zákazníkov a udržať si konkurenčnú výhodu na globálnom trhu. Toto strategické zosúladenie je nevyhnutné pre podniky, ktoré chcú využiť výhody Industry 4.0.
5. **Vytváranie pracovných miest a rozvoj zručností:** Digitalizácia zaviedla nové profesie a transformovala existujúce úlohy, čo si vyžiadalo značné rozšírenie zručností pracovnej sily. Prijatie digitálnych technológií na pracovisku môže viesť k pozitívnym zmenám v úlohách zamestnancov, zlepšiť spokojnosť s prácou a produktivitu. Okrem toho dopyt po digitálnych kompetenciách vytvára príležitosti na vytváranie pracovných miest a rozvoj zručností, čo je rozhodujúce pre individuálny kariérny rast a národnú hospodársku konkurencieschopnosť.
6. **Riešenie výziev a rizík:** Napriek mnohým výhodám prináša digitalizácia aj výzvy, najmä pre podniky s nedostatočnou IT infraštruktúrou alebo nejasnými digitálnymi stratégiami. Zlé vykonávanie digitálnej transformácie brániť vytváraniu hodnôt a dokonca viesť k neúspechu podnikania. Preto je nevyhnutné, aby spoločnosti starostlivo plánovali a implementovali svoje digitálne stratégie a zabezpečili, že majú potrebné zdroje, zručnosti a podporné systémy, aby uspeli v digitálnom prostredí.

Integrácia digitálnych technológií do podnikových procesov, ktorú uľahčuje Priemysel 4.0, ponúka množstvo teoretických a praktických výhod. Od zvyšovania finančnej výkonnosti a inteligencie dodávateľského reťazca až po podporu inovácií a vytvárania pracovných miest, digitalizácia pretvára globálnu ekonomiku. Podniky však musia starostlivo riadiť riziká spojené s digitálnou transformáciou a zabezpečiť, aby mali potrebné stratégie a infraštruktúru na využitie týchto nových príležitostí. Keďže digitálna éra sa neustále vyvíja, spoločnosti, ktoré efektívne využívajú digitálne technológie, budú mať dobrú pozíciu na to, aby prosperovali v čoraz konkurenčnejšom a prepojenom svete.

ZÁVER

Digitalizácia, ako systémová zmena, zásadne transformuje spôsob, akým spoločnosti fungujú a súťažia v globálnej ekonomike. V súčasnosti, keď digitálne nástroje a technológie prenikajú do obchodných operácií, sa čoraz menej diskutuje o tom, či by firmy mali prijať digitalizáciu, a viac o tom, ako efektívne využiť tieto inovácie na získanie konkurenčnej výhody. Digitalizácia už nie je iba o technológii; je o integrácii digitálnych riešení do každodenných operácií a strategického plánovania. V tomto kontexte možno určiť vplyv digitalizácie pre podniky, ako spôsob optimalizácie ich finančnej výkonnosti a konkurencieschopnosti.

Dizertačná práca sa člení do niekoľkých častí, prvá z nich sa zaoberá pojmami finančná výkonnosť a priemysel 4.0. V tejto časti sú uvedené relevantné zdroje domácej ale predovšetkým zahraničnej literatúry, ktoré dokonalo popisujú obe problematiky. Obsahom prvej kapitoly sú taktiež výstupy bibliografických máp prostredníctvom aplikácie VoS Viewer, kde možno charakterizovať najviac hľadané pojmy v danej sfére, či konektivitu medzi skúmanými pojmami.

Druhá a tretia časť práce sa sústreďuje na cieľ práce, metodológiu a metódy skúmania. Cieľom práce je identifikovať vhodné prediktory v kontexte modelovania digitálnej transformácie podnikov, odhaliť vplyv týchto prediktorov na modelovanie digitálneho rozvoja v kontexte podnikovej výkonnosti a špecifikovať väzbu medzi finančnou výkonnosťou podnikov a stupňom ich digitalizácie. Metód v predkladanej práci je niekoľko, no medzi najdôležitejšie patria štatisticko-matematické metódy, konkrétne diskriminačná a korešpondenčná analýza, ktoré tvoria jadro celého výskumu. Skúmanými otázkami boli: 1. Aká je úroveň implementácie technológií Priemyslu 4.0 v slovenských podnikoch? 2. Existuje vzťah medzi týmto stupňom digitalizácie a ekonomickými parametrami v kontexte finančnej výkonnosti týchto podnikov?

Na zodpovedanie týchto otázok bolo potrebné identifikovať vhodné indikátory, ako sú finančné ukazovatele, charakteristiky podnikov a faktory popisujúce implementáciu digitálnych technológií. Tieto indikátory umožňujú efektívne analyzovať digitálnu transformáciu podnikov v súvislosti s ich špecifickými charakteristikami. Vzhľadom na korporátnu oblasť výskumu, práca taktiež rieši tieto výskumné otázky: 1. Ktoré ukazovatele finančnej výkonnosti podnikov možno považovať za najvýznamnejší prediktor a najlepšie diskriminanty digitálnej transformácie podnikov v slovenských podmienkach? 2. Je možné skonštruovať model digitálnej transformácie podnikov v uvedených podmienkach? Metodologická časť obsahuje aj vyhodnotenie

dotazníkového šetrenia prostredníctvom štruktúrovaného dotazníka pre 500 slovenských podnikov, ktoré prebiehalo v období marca – mája 2024 a obsahovalo 20 kombinovaných otázok.

Vo výsledkovej časti práca uvádza najprv už realizované výskumy v daných oblastiach a následne na nich nadväzuje aspektami vplyvu digitálnej transformácie na finančnú výkonnosť. Po popísaní týchto aspektov práca uvádza modelovanie digitálnej transformácie v kontexte finančnej výkonnosti podniku. Obsahom tejto kapitoly je evaluácia finančného zdravia slovenských podnikov prostredníctvom Altmanovho a Taffleroveho modelu finančnej stability. Toto skúmanie bolo rozdelené podľa období na pred a po COVID pandémií. Finančná stabilita prevyšovala nad ostatnými kategóriami. Analýza zahŕňa vyše 17 000 slovenských podnikov, pričom výsledky naznačujú, že väčšina z nich sa nachádza v zelenej zóne finančnej stability. To vytvára priaznivé podmienky pre ďalšiu digitálnu transformáciu a investície do inovácií. Skúmanie týchto vzťahov medzi digitalizáciou a finančnou výkonnosťou ukazuje, ako digitálne stratégie ovplyvňujú konkurencieschopnosť firiem na trhu. Následne práca v štvrtej kapitole uvádza premenné, parametre a fundamenty inovatívneho modelu digitálnej transformácie. Poslednou časťou je deskripcia inovatívneho predikčného modelu, ktorý možno uviesť nasledovne:

$$y_{SK} = -0,316 - 1,027X_2 + 3,844X_4 + 0,145X_6 - 0,138X_{10} ,$$

kde X_2 je celková zadlženosť, X_4 ROA, X_6 pohotová likvidita a X_{10} cash flow ku celkovým záväzkom.

Po vytvorení modelu nasleduje jeho modelovanie na úrovni podnikovej sféry v období 2018 – 2023 a časť návrhov, kde možno pozorovať všeobecné odporúčania podnikom v ich finančnom riadení ale taktiež aj pre legislatívu SR, najmä v oblasti vzdelávania. Diskusia dizertačnej práce rozoberá rôzne pohľady od rôznych autorov, rieši prístupy pre digitalizáciu v podnikovej praxi, možné kolízie, bariéry ale aj empirické skutočnosti. Digitalizácia je nevyhnutná pre prežitie a úspech moderných podnikov. Je potrebné, aby firmy nielenže prijali digitálne technológie, ale aj strategicky plánovali ich implementáciu a rozvoj. Efektívna digitalizácia môže viesť k významným ziskom v oblasti operatívnej efektívnosti, zákazníckej spokojnosti a inovácií.

Poslednou časťou práce sú jej teoretické a praktické prínosy. Za teoretické prínosy možno uviesť systematické spracovanie literatúry, bibliografickú analýzu a vytvorenie návrhovej časti. Praktické prínosy práce spočívajú v reálnej aplikácii vytvoreného modelu v podnikovej praxi, prostredníctvom inovatívneho digitalizačného workshopu s vybraným podnikom so zámerom zlepšiť jeho finančnú výkonnosť a stabilitu.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- Abraham, A. & Ajith, S. (2020). Industry 4.0: Quo Vadis? *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 1, 85–87.
- Ahmadpour, A., & Shahsavari, M. (2016). Earnings management and the effect of earnings quality in relation to bankruptcy level (Firms listed at the Tehran stock exchange). *Iranian Journal of Management Studies*, 9 (1), 77–99. <https://doi.org/10.22059/IJMS.2016.55036>
- Al Omari, R., Sweis, G., Abu-Khader, W. & Sweis, R. (2023). Barriers to the adoption of digitalization in the construction industry: Perspectives of owners, consultants, and contractors. *Construction Economics and Building*, 23(3-4), 87-106
- Aldrighetti, R., Battini, D., Das, A. & Simonetto, M. (2023). The performance impact of Industry 4.0 technologies on closed-loop supply chains: insights from an Italy based survey. *International Journal of Production Research*, 61(9): 3003-3028. <https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2075291>
- Alhadab, M., & Al-Own, B. (2019). Earnings management and equity incentives: evidence from the European banking industry. *International Journal of Accounting and Information Management*, 27 (2), 244–261. <https://doi.org/10.1108/IJAI M-08-2017-0094>
- Ali, Q., Parveen, S., Yaacob, H., Zaini, Z. (2022). The management of Industry 4.0 technologies and environmental assets for optimal performance of industrial firms in Malaysia. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(35): 52964–52983. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19666-1>
- Alkaraan F., Albitar, K., Hussaney, K., & Venkatesh, V.G. (2022). *Technological Forecasting and Social Change*, 175: 121423. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121423>
- Alkaraan, F., Elmarzouky, M., Hussainey, K., & Venkatesh, V.G. (2023). Sustainable strategic investment decision-making practices in UK companies: The influence of governance mechanisms on synergy between industry 4.0 and circular economy. *Technological Forecasting and Social Change*, 187: 122187. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122187>
- Altman, E. (1968). Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. *The Journal of Finance*, 23 (4), 589–609.
- Altman, E. (2005). An emerging market credit scoring system for corporate bonds.
- Amidu, M., & Issahaku, H. (2019). Do globalisation and adoption of IFRS by banks in Africa lead to less earnings management? *Journal of Financial Reporting and Accounting*, 17 (2), 222–248. <https://doi.org/10.1108/JFRA-05-2017-0035>
- Argawal, K., & Chatterjee, C. (2015). Earnings management and financial distress: Evidence from India. *Global Business Review*, 16 (5), 140–154. <https://doi.org/10.1177/0972150915601928>
- Atif, S., Ahmed, S., Wasim, M., Zeb, B., Pervez, Z., & Quinn, L. (2021). Towards a conceptual development of Industry 4.0, servitisation, and circular economy: A systematic literature review. *Sustainability*, 13(11): 6501. <https://doi.org/10.3390/su13116501>
- Aviantara, R. (2021). Scoring the financial distress and the financial statement fraud of Garuda Indonesia with DDCC as the financial solutions. *Journal of Modelling in Management*, Early Access, January 2021. <https://doi.org/10.1108/JM2-01-2020-0017>
- Balasubramanian, B., Pavlia, A. A., & Patro, D. K. (2019). Can the book-to-market ratio signal banks' earnings and default risk? Evidence around the Great Recession. *Journal of Financial Services Research*, 56 (2), 119–143. <https://doi.org/10.1007/s10693-018-0299-4>
- Barbieri, P., Boffelli, A. & Ellia, L. Fratocchi, M. Kalchschmidt. (2024). How does Industry 4.0 affect international exposure? The interplay between firm innovation and home-country policies in post-offshoring relocation decisions. *International Business Review*, 31(4), 101992. <https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2022.101992>
- Beaver, W. H. (1966). Financial ratios as predictors of failures. *Empirical Research in Accounting Supplement to Journal of Accounting Research*, 4 (2), 71–111.
- Belas, J., Amoah, J., Petrakova, Z., Kliuchnikava, Y., & Bilan, Y. (2020b). Selected factors of SMEs management in the service sector. *Journal of Tourism and Services*, 21 (11), 129–146. <http://dx.doi.org/10.29036/jots.v11i21.215>
- Belas, J., Gavurova, B., Cepel, M., & Kubak, M. (2020a). Evaluation of the economic potential of business environment by comparing sector differences: Perspective of SMEs in the Czech Republic and Slovakia. *Oeconomia Copernicana*, 11 (1), 135–159. <https://doi.org/10.24136/oc.2020.006>
- Bellovary, J., Jodi L., Don E. Giacomino, & Michael D. Akers. (2007). A Review of Bankruptcy prediction Studies: 1930 to Present. *Journal of Financial Education*, 33, 1-43.
- Bendová, A. (2025). *Tretina podnikov digitalizuje: Slovenské malé a stredné firmy zaostávajú*. Industry4UM.sk. Retrieved from <https://industry4um.sk/tretina-podnikov-digitalizuje-slovenske-male-a-stredne-firmy-zaostavaju/>
- Beneish, M. D., Press, E., & Vargus, M. E. (2012). Insider trading and earnings management in distressed firms. *Contemporary Accounting Research*, 29 (1), 191–220. <https://doi.org/10.1111/j.1911-3846.2011.01084.x>
- Bonab, A.-F. (2017). The Development of Competitive Advantages of Brand in the Automotive Industry (Case Study: Pars Khodro Co). *Journal of Internet banking and Commerce*, 22, S8.
- Brioschi, M., Bonardi, M., Fabrizio, N., Fuggetta, A., Vrga, E.S. & Zuccala, M. (2021). Enabling and Promoting Sustainability through Digital API Ecosystems: An example of successful implementation in the smart city domain. *Technol. Innov. Manag. Rev.* 11, 4–10.
- Brodny, J., Tutak, M. (2022). Analyzing the Level of Digitalization among the Enterprises of the European Union Member States and Their Impact on Economic Growth. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. 8, 70. <https://doi.org/10.3390/joitmc8020070>
- Bugaj, M., Durana, P., Blazek, R & Horak, J. (2023) Industry 4.0: Marvels in profitability in the transport sector. *Mathematics*, 11(17), 3647. <https://doi.org/10.3390/math11173647>

- Cai, Y., Kim, Y., Li, S. Q., & Pan, C. (2019). Tone at the top: CEOs' religious beliefs and earnings management. *Journal of Banking & Finance*, 106, 195–213. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2019.06.002>
- Camara, A. B. (2024). The impact of digitalization on customer knowledge management. *Management Dynamics in the Knowledge Economy*, 12(1), 21–38.
- Campa, D., & Camacho-Minano, M. (2015). The impact of SME's pre-bankruptcy financial distress on earnings management tools. *International Review of Financial Analysis*, 42, 222–234. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2015.07.004>
- Cenamor, J., Parida, V., & Wincent, J. (2019). How entrepreneurial SMEs compete through digital platforms: The roles of digital platform capability, network capability, and ambidexterity. *Journal of Business Research*, 100, 196–206. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.03.035>
- Chang, H. Y., Liang, L. H., & Yu, H. F. (2019). Market power, competition and earnings management: accrual-based activities. *Journal of Financial Economic Policy*, 11 (3), 368–384. <https://doi.org/10.1108/JFEP-08-2018-0108>
- Chaudhuri, R., Chatterjee, S., Mariani, M.M., & Wamba, S.F. (2024). Assessing the influence of emerging technologies on organizational data driven culture and innovation capabilities: A sustainability performance perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 200: 123165. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.123165>
- Chen, A., Chu, H., Hung, P., & Cheng, M. S. (2020). Financial risk and acquirers' stockholder wealth in mergers and acquisitions. *North American Journal of Economics and Finance*, 54, 100815. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2018.07.016>
- Chen, S. H., Cai, W. Y., & Jebran, K. (2021). Does social trust mitigate earnings management? Evidence from China. *Emerging Markets Finance and Trade*, 57 (10), 2995–3016. <https://doi.org/10.1080/1540496X.2019.1675046>
- Chen, Y., Chen, C. H., & Huang, S. L. (2010). An appraisal of financially distressed companies' earnings management: Evidence from listed companies in China. *Pacific Accounting Review*, 22 (1), 22–41. <https://doi.org/10.1108/01140581011034209>
- Cho, S., Fu, L., & Yu, Y. (2012). New risk analysis tools with accounting changes: adjusted Z-score. *Journal of Credit Risk*, 8 (1), 89–108. <https://doi.org/10.21314/JCR.2012.137>
- Chou, P. L., Chang, Y. M., & Li, S. J. (2012). The study of earnings management, corporate information disclosure, and financial distress: Evidence from Taiwan. *Journal of Information & Optimization Sciences*, 33 (1), 77–87. <https://doi.org/10.1080/02522667.2012.10700135>
- Cieslik, R. (2016). "Earnings management" as a factor for underpricing initial public offerings: evidence from the Warsaw Stock Exchange. *Problemy Zarządzania-Management Issues*, 14 (4), 103–112. <https://doi.org/10.7172/1644-9584.63.7>
- Civelek, M., Krajčík, V., & Fialova, V. (2023). The impacts of innovative and competitive abilities of SMEs on their different financial risk concerns: System approach. *Oeconomia Copernicana*, 14(1), 327–354. <https://doi.org/10.24136/oc.2023.009>
- Clayton, E. & Kral, P. (2021). Autonomous Driving Algorithms and Behaviors, Sensing and Computing Technologies, and Connected Vehicle Data in Smart Transportation Networks. *Contemporary Readings in Law and Social Justice*, 13 (2), 9–22. <https://doi.org/10.22381/CRLSJ13220211>
- Dalenogare, L., Benitez, N., Ayala, N. F. & Frank, A. G. (2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics*, 204 (6), 383–394. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.019>
- Datta, S., Iskandar-Datta, M., & Singh, V. (2013). Product market power, industry structure, and corporate earnings management. *Journal of Banking and Finance*, 37 (8), 3273–3285. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2013.03.012>
- Deakin, E. B. (1972). A Discriminant Analysis of Predictors of Business Failure. *Journal of Accounting Research*, 10 (1), 167–179. <https://doi.org/10.2307/2490225>
- Dhamija, P., & Bag, S. (2020). Role of artificial intelligence in operations environment: A review and bibliometric analysis. *The TQM Journal*, 32(4): 869–896. <https://doi.org/10.1108/TQM-10-2019-0243>
- Dimitras, A.I., Zanakis, S. H. & Zopounidis, C. (1996). A survey of business failure with an emphasis on prediction method and industrial applications. *European Journal of Operational Research*, 90, 487–513.
- Dura, C.C., Iordache, A.M.M., Ionescu, A., Isac, C., & Breaz, T.O. (2022). Analyzing Performance in Wholesale Trade Romanian SMEs: Framing Circular Economy Business Scenarios. *Sustainability*, 14(9), 5567. <https://doi.org/10.3390/su14095567>
- Durana, P. & Valaskova, K. (2022). The nexus between smart sensors and the bankruptcy protection of SMEs. *Sensors*, 22(22), 8671. <https://doi.org/10.3390/s22228671>
- Durana, P., Perkins, N. & Valaskova, K. (2021). Artificial Intelligence Data-driven Internet of Things Systems, Real-Time Advanced Analytics, and Cyber-Physical Production Networks in Sustainable Smart Manufacturing. *Economics, Management, and Financial Markets*, 16 (1), 20–30. <https://doi.org/10.22381/emfm16120212>
- Durana, P., Zauskova, A., Vagner, L., & Zadnanova, S. (2020). Earnings drivers of Slovak manufacturers: Efficiency assessment of innovation management. *Applied Sciences*, 10 (12), 4251. <https://doi.org/10.3390/app10124251>
- Elias, R. Z. (2002). Determinant of earnings management ethics among accountants. *Journal of Business Ethics*, 40 (1), 33–45. <https://doi.org/10.1023/A:1019956821253>
- Eller, R., Alford, P., Kallmünzer, A., & Peters, M. (2020). Antecedents, consequences, and challenges of small and medium-sized enterprise digitalization. *Journal of Business Research*, 112, 119–127. <https://doi.org/10.1016/j.ememar.2005.09.007>
- Engineering.sk. (2024). *Industry4UM: Automatizácia a digitalizácia v podnikoch – prieskum*. Engineering.sk. Retrieved from <https://www.engineering.sk/aktuality/16599-eko-sr-industry4um-automatizacia-podniky-prieskum>
- EUR-Lex. A Digital Agenda for Europe. Available online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52010DC0245&from=en> (accessed on 7 December 2024).
- EUR-Lex. Building a European Data Economy. Available online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1521790097276&uri=CELEX:52017DC0009> (accessed on 7 December 2024).
- EUR-Lex. European Broadband: Investing in Digitally Driven Growth. Available online: <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/HTML/?uri=LEGISSUM:si0017&from=EN> (accessed on 7 December 2024).

- EUR-Lex. Information Society. Available online: http://eur-lex.europa.eu/summary/chapter/information_society.html?root_default=SUM_1_CODED%3D31&locale=en#s_1244 (accessed on 7 December 2024).
- EUR-Lex. The EU's New Digital Single Market Strategy. Available online: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=legisum:3102_3 (accessed on 7 December 2024).
- EUR-Lex. Towards a Thriving Data-Driven Economy. Available online: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2014%3A0442%3AFIN> (accessed on 7 December 2024).
- European Commission. The Age of Artificial Intelligence: Towards a European Strategy for Human-Centric Machines. Available online: <https://ec.europa.eu/jrc/communities/en/node/1286/document/age-artificial-intelligence-towards-europeanstrategy-human-centric-machines> (accessed on 7 December 2024).
- Faria, B.S., Simoes, A.C., & Rodrigues, J.C. (2022). Impact of Governmental Support for the Implementation of Industry 4.0 in Portugal. *Innovations in Industrial Engineering*, 1, 108–120. https://doi.org/10.1007/978-3-030-78170-5_11
- Fayyaz, A., Chaudhry, B.N., Fiaz, M. (2021). Upholding Knowledge Sharing for Organization Innovation Efficiency in Pakistan. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7, 4.
- Feng, M., Gramlich, J. D., & Gupta, A. (2009). Special purpose vehicles: empirical evidence on determinants and earnings management. *Accounting Review*, 84 (6), 1833–1876. <https://doi.org/10.2308/accr.2009.84.6.1833>
- Ferreira, J., Fernandes, C.I. & Ferreira, F.A. (2019). To be or not to be digital, that is the question: Firm innovation and performance. *Journal of Business Research*, 101, 583–590
- Fialova, V., & Folvarcna, A. (2020). Default prediction using neural networks for enterprises from the post-soviet country. *Ekonomicko-manazerske spektrum*, 14 (1), 43–51. <http://dx.doi.org/10.26552/ems.2020.1.43-51>
- Frajtova Michalikova, K. (2023). The impact of the Internet of Things on the manufacturing industry using the TOPSIS method. *Ekonomicko-Manazerske Spektrum*, 17(1), 14–21.
- French, A., Shim, J.P., Risius, M., Larsen, K., & Jain, H. (2021). The 4th industrial revolution owered by the integration of AI, blockchain, and 5G. *Communications of the Association for Information Systems*, 49(6), 266–286. <https://doi.org/10.17705/1CAIS.04910>
- Gajdosikova, D., Valaskova, K., Lopatka, A., & Lazaroiu, G. (2024). Corporate debt dynamics: Sectoral clustering analysis using NACE classification in Slovakia. *Journal of Business Sectors*, 2(1), 32–46. <https://doi.org/10.62222/FYUX6733>
- Garcia-Sanchez, I. M., Hussain, N., Khan, S. A., & Martinez-Ferrero, J. (2020). Managerial entrenchment, corporate social responsibility, and earnings management. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 27 (4), 1818–1833. <https://doi.org/10.1002/csr.1928>
- Gilson, S. C. (1989). Management turnover and financial distress. *Journal of Financial Economics*, 25, 241–262. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(89\)90083-4](https://doi.org/10.1016/0304-405X(89)90083-4)
- Goel, R. & Gupta, P. (2020). Robotics and Industry 4.0. *A Roadmap to Industry 4.0. Smart Production, Sharp Business and Sustainable Development*, 1, 157–169.
- Gottardo, P., & Moisello, A.M. (2019). *Capital structure, earnings management, and risk of financial distress: A comparative analysis of family and non-family firms*. Verlag Berlin: Springer.
- Gray, M. & Kovacova, M. (2021). Internet of Things Sensors and Digital Urban Governance in Data-driven Smart Sustainable Cities. *Geopolit. Hist. Int. Relat.* 13, 107–120.
- Greef, S., Schroeder, W. (2021). How does Industry 4.0 affect the relationship between centre and periphery? The case of manufacturing industry in Germany. *European Planning Studies*, 29(9), 1656–1671
- Grimaldi, F., Caragnano, A., Zito, M., & Mariani, M. (2020). Sustainability en- gagement and earnings management: the Italian context. *Sustainability*, 12 (12), 4881. <https://doi.org/10.3390/su12124881>
- Grofcikova, J. (2020). Impact of selected determinants of corporate governance on financial performance of companies. *Ekonomicko-manazerske spektrum*, 14 (2), 12–23. <https://doi.org/10.26552/ems.2020.2.12-23>
- Guo, H., Yang, Z., Huang, R., & Guo, A. (2020). The digitalization and public crisis responses of small and medium enterprises: Implications from a COVID-19 survey. *Frontiers of Business Research in China*, 14, 19.
- Habib, A., Bhuiyan, M. B. U., & Islam, A. (2013). Financial distress, earnings management and market pricing of accruals during the global financial crisis. *Managerial Finance*, 39 (2), 155–180. <https://doi.org/10.1108/03074351311294007>
- Hakami, T. A., Rajmat, M. M., Yaacob, M. H., & Saleh, N. M. (2020). Fraud detection gap between auditor and fraud detection models: Evidence from Gulf Cooperation Council. *Asian Journal of Accounting and Governance*, 13, 1–13. <https://doi.org/10.17576/AJAG-2020-13-01>
- Hamilton, S. (2022). Deep Learning Computer Vision Algorithms, Customer Engagement Tools, and Virtual Marketplace Dynamics Data in the Metaverse Economy. *J. Self-Gov. Manag. Econ.* 10, 37–51. <https://doi.org/10.22381/jsme10220223>
- Hamza, S. E., & Kortas, N. (2019). The interaction between accounting and real earnings management using simultaneous equation model with panel data. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 53 (4), 1195–1227. <https://doi.org/10.1007/s11156-018-0779-5>
- Hatzigeorgiou, A. & Lodefalk, M. (2021). A literature review of the nexus between migration and internationalization. *J. Int. Trade Econ. Dev.* 30, 319–340. <https://doi.org/10.1080/09638199.2021.1878257>
- Herieda, J., McIntyre, J.R., Rubinos, C., Santibanze, E., & Flores, A. (2023). A configuration approach to explain corporate environmental responsibility behavior of the emerging economies firms at industry 4.0. *Journal of Cleaner Production*, 395: 136383. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136383>
- Hermann, M., Pentek, T. & Otto, B. (2015). Design Principles for Industry 4.0 Scenarios: A literature review. [online]. Technische Universität Dortmund, 2016. [accessed: 2022-05-02]. Available from: http://www.snom.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf
- Hoang, T. C., & Joseph, D. M. (2019). The effect of new corporate accounting regime on earnings management: Evidence from Vietnam. *Journal of International Studies*, 12 (1), 93–104. <http://dx.doi.org/10.14254/2071-8330.2019/12-1/6>
- Hoffmann, M. (2019). *Smart Agents for the Industry 4.0*. Berlin: Springer. ISBN 978-3-658-27742-0

- Hooghiemstra, R., Hermes, N., Oxelheim, L., & Randoy, T. (2019). Strangers on the board: the impact of board internationalization on earnings management of Nordic firms. *International Business Review*, 28 (1), 119–134. <https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2018.08.007>
- Horn, T. & Ola, H. (2012). Overview of Current Additive Manufacturing Technologies and Selected Applications. *Science Progress*, 95, 255–282. <https://doi.org/10.3184/003685012X13420984463047>
- Horvath, D. & Szabo, R. (2019). Driving forces and barriers of Industry 4.0: Do multinational and small and medium-sized companies have equal opportunities? *Technological Forecasting & Social Change*, 14, 119–132. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.05.021>
- Hussain, H. I., Kot, S., Kamarudin, F., & Mun, W.C. (2020). The nexus of competition freedom and the efficiency of microfinance institutions. *Journal of Competitiveness*, 12 (2), 67–89. <https://doi.org/10.7441/joc.2020.02.05>
- Ibrani, E. Y., Faisal, F., & Handayani, Y. D. (2019). Determinant of non-GAAP earning management practices and its impact on firm value. *Cogent Business & Management*, 6 (1). 1666642. <https://doi.org/10.1080/23311975.2019.1666642>
- Ionescu, L. (2021). Corporate Environmental Performance, Climate Change Mitigation, and Green Innovation Behavior in Sustainable Finance. *Economics, Management, and Financial Markets*, 16, 94–106. <https://doi.org/10.22381/emfm16320216>
- Jacoby, G., Li, J., & Liu, M. (2019). Financial distress, political affiliation and earnings management: The case of politically affiliated private firms. *European Journal of Finance*, 26 (6), 508–523. <https://doi.org/10.1080/1351847X.2016.1233126>
- Juracka, D., Nagy, M., Valaskova, K., & Nica, E. (2024). A meta-analysis of innovation management in scientific research: Unveiling the frontier. *Systems*, 12, 130. <https://doi.org/10.3390/systems12040130>
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. National Academy of Science and Engineering (Acatech).
- Kamble, S. S., Gunasekaran, A., & Dhone, N. C. (2020). Industry 4.0 and lean manufacturing practices for sustainable organizational performance in Indian manufacturing companies. *International Journal of Production Research*, 58(5), 1319–1337.
- Kascakova, A., Nedelova, G., Korony, S. & Kral, P. (2010). Statistické metódy pre spoločenské a humanitné vedy 2010. BB: UMB.
- Khalid, M., Abbas, Q., & Nazir, M. S. (2020). Efficiently monitoring the ship of financially distressed companies sinking in Iron law of earnings management: Evidence from Pakistan. *Cogent Economics & Finance*, 8 (1), 1838685. <https://doi.org/10.1080/23322039.2020.1838685>
- Khan, S.A.R., Razzaq, A., Yu, Z., & Miller S. (2021). Industry 4.0 and circular economy practices: A new era business strategies for environmental sustainability. *Business Strategy and the Environment*, 30(8): 4001–4014. <https://doi.org/10.1002/bse.2853>
- Khanh, M. T. H., & Thu, P. A. 2019. The effect of financial leverage on real and accrual-based earnings management in Vietnamese firms. *Economics and Sociology*, 12 (4), 299–312. <http://dx.doi.org/10.14254/2071-789X.2019/12-4/18>
- Kharlamov, A. A., & Parry, G. (2021). The impact of servitization and digitization on productivity and profitability of the firm: a systematic approach. *Production Planning & Control*, 32(3), 185–197. <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1718793>
- Kharlamov, A. A., & Parry, G. (2021). The impact of servitization and digitization on productivity and profitability of the firm: A systematic approach. *Production Planning & Control*, 32(3), 185–197. <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1769055>
- Khuong, N. V., Liem, N. T., & Minh, M. T. H. (2020). Earnings management and cash holdings: Evidence from energy firms in Vietnam. *Journal of International Studies*, 13 (1), 247–261. <http://dx.doi.org/10.14254/2071-8330.2020/13-1/16>
- Kiel, D., Muller, J.M., Arnold, C., & Voigt, K. (2018). Sustainable industrial value creation: Benefits and challenges of Industry 4.0. *International Journal of Innovation Management*, 21(8), 1740015. <https://doi.org/10.1142/S1363919617400151>
- Kjærland, F., Haugdal, A. T., Sondergaard, A., & Vagslid, A. (2020). Corporate governance and earnings management in a Nordic perspective: evidence from the Oslo stock exchange. *Journal of Risk and Financial Management*, 13 (11), 256. <https://doi.org/10.3390/jrfm13110256>
- Kliestik, T., Kral, P., Bugaj, M., & Kral, P. (2024). Generative artificial intelligence of things systems, multisensory immersive extended reality technologies, and algorithmic big data simulation and modelling tools in digital twin industrial metaverse. *Equilibrium: Quarterly Journal of Economics and Economic Policy*, 19(2), 429–461. <https://doi.org/10.24136/eq.3108>
- Kliestik, T., Misankova, M., Valaskova, K. & Svabova, L. (2018). Bankruptcy Prevention: New Effort to Reflect on Legal and Social Changes. *Science and Engineering Ethics*, 24 (2), 791–803. <https://doi.org/10.1007/s11948-017-9912-4>
- Kliestik, T., Valaskova, K., Lazaroiu, G., Kovacova, M., & Vrbka, J. (2020). Remaining Financially Healthy and Competitive: The Role of Financial Predictors. *Journal of Competitiveness*, 12 (1), 74–92. <https://doi.org/10.7441/joc.2020.01.05>
- Koderova, G. (2016). *Current options for Industry 4.0*. Mlada Boleslav: UK. ISBN 56-6577-876–235
- Kohtamäki, M., Parida, V., Patel, P.C., & Gebauer, H. (2020). The relationship between digitalization and servitization: The role of servitization in capturing the financial potential of digitalization. *Technological Forecasting and Social Change*, 151: 119804. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119804>
- Kordestani, G. R., & Mohammadi, M. R. (2016). A study of the relationship between product market competition and earnings management. *Procedia Economics and Finance*, 36, 266–273. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(16\)30037-5](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(16)30037-5)
- Kothamäki, M., Parida, V., Patel, P. C., & Gebauer, H. (2020). The relationship between digitalization and servitization: The role of servitization in capturing the financial potential of digitalization. *Technological Forecasting and Social Change*, 151, 119804. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119804>
- Kotlebova, J., Arends, P. & Chovancova, B. (2020). Government expenditures in the support of technological innovations and impact on stock market and real economy: The empirical evidence from the US and Germany. *Equilib.-Q. J. Econ. Econ. Policy*, 15, 717–734. <https://doi.org/10.24136/eq.2020.031>
- Kovacova, M. & Lewis, E. (2021). Smart Factory Performance, Cognitive Automation, and Industrial Big Data Analytics in Sustainable Manufacturing Internet of Things. *J.Self-Gov. Manag. Econ.* 9, 9–21. <https://doi.org/10.22381/jsm9320211>

- Kovacova, M., Klietlik, T., Valaskova, K., Durana, P., & Juhaszova, Z. (2019). Systematic review of variables applied in bankruptcy prediction models of Visegrad group countries. *Oeconomia Copernicana*, 10(4), 743–772. <https://doi.org/10.24136/oc.2019.034>
- Kramolis, J., & Dobes, K. (2020). Debt as a financial risk factor in SMEs in the Czech Republic. *Equilibrium. Quarterly Journal of Economics and Economic Policy*, 15 (1), 87–105. <https://doi.org/10.24136/eq.2020.005>
- Krulicky, T. & Horak, J. (2021). Business performance and financial health assessment through artificial intelligence, *Ekonom. Manaz. Spektrum*, 15, 38–51.
- Kubickova, L., Kormanakova, M., Vesela, L. & Jelinkova, Z. (2021). The Implementation of Industry 4.0 Elements as a Tool Stimulating the Competitiveness of Engineering Enterprises. *J. Compet.* 13, 76–94. <https://doi.org/10.7441/joc.2021.01.05>
- Kubickova, L.; Kormanakova, M.; Vesela, L. & Jelinkova, Z. (2021). The Implementation of Industry 4.0 Elements as a Tool Stimulating the Competitiveness of Engineering Enterprises. *Journal of Competitiveness*, 13, 76–94. <https://doi.org/10.7441/joc.2021.01.05>
- Kumar, A. & Anand, N. (2020). Industry: A Sustainable, Intelligent, Innovative, Internet-of-Things Industry. *A Roadmap to Industry 4.0: Smart Production, Sharp Business and Sustainable Development*, 2, 1–21.
- Laksmmana, I., & Yang, Y. (2015). Product market competition and corporate investment decisions. *Review of Accounting and Finance*, 14 (2), 128–148. <https://doi.org/10.1108/R AF-11-2013-0123>
- Lamon, E., Mattia, L., Wansoo, K. & Arash, A. (2020). Towards an Intelligent Collaborative Robotic System for Mixed Case Palletizing.” *Robotics and Automation (ICRA)* 1, 9128–9134.
- Lanier, D., Wempe, W. F., & Swink, M. (2019). Supply chain power and real earnings management: Stock market perceptions, financial performance effects, and implications for suppliers. *Journal of Supply Chain Management*, 55 (1), 48–70. <https://doi.org/10.1111/jscm.12186>
- Lastauskaitė, A., & Krusinskas, R. (2024). The impact of production digitalization investments on European companies' financial performance. *Economies*, 12(6), 138. <https://doi.org/10.3390/economies12060138>
- Lazaroiu, G. & Harrison, A. (2021). Internet of Things Sensing Infrastructures and Data-driven Planning Technologies in Smart Sustainable City Governance and Management. *Geopolit. Hist. Int. Relat.* 13, 23–36. <https://doi.org/10.22381/GHIR13220212>
- Lemma, T. T., Negash, M., Mlilo, M., & Lulseged, A. (2018). Institutional ownership, product market competition, and earnings management: some evidence from international data. *Journal of Business Research*, 90, 151–163. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.04.035>
- Li, V. (2019). The effect of real earnings management on the persistence and informativeness of earnings. *British Accounting Review*, 51 (4), 402–423. <https://doi.org/10.1016/j.bar.2019.02.005>
- Li, Y., Li, X., Xiang, E., & Djajadikerta, H. G. (2020). Financial distress, internal control, and earnings management: Evidence from China. *Journal of Contemporary Accounting & Economics*, 16 (3), 100210. <https://doi.org/10.1016/j.jcae.2020.100210>
- Liao, Y., Deschamps, F., Loures, E. F. R., & Ramos, L. F. P. (2017). Past, present and future of Industry 4.0—a systematic literature review and research agenda proposal. *International Journal of Production Research*, 55(12), 3609–3629.
- Lin, B., Wu, W., & Song, M. (2023). Industry 4.0: driving factors and impacts of firm's performance: an empirical study on China's manufacturing industry. *Annals of Operations Research*, 329: 47–67. <https://doi.org/10.1007/s10479-019-03433-6>
- Lin, H. W., Lo, H. C., & Wu, R. S. (2016). Modeling default prediction with earnings management. *Pacific-Basin Finance Journal*, 40 (SI), 306–322. <https://doi.org/10.1016/j.pacfin.2016.01.005>
- Liu, Y.P., Farooque, M., Lee, C.H., Gong, Y., & Zhang, A.B.H. (2023). Antecedents of circular manufacturing and its effect on environmental and financial performance: A practice-based view. *International Journal of Production Economics*, 260: 108866. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.108866>
- Lopez, D. M., & Vega, J. (2019). Evaluating the effect of industry specialist duration on earnings management. *Advances in Accounting*, 45, 100412. <https://doi.org/10.1016/j.adiac.2019.02.002>
- Luu, H. N., Le, D. D., Nam, V. H., & Van, P. B. N. (2024). The impact of digitalization on the financial performance of small- and medium-sized enterprises: Empirical evidence from an emerging economy. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 23(02), 651–686.
- Lyons, N., & Lazaroiu, G. (2020). Addressing the COVID-19 Crisis by Harnessing the Internet of Things Sensors and Machine Learning Algorithms in Data-driven Smart Sustainable Cities. *Geopolitics, History, and International Relations*, 12 (2), 65–71. <https://doi.org/10.22381/GHIR12220209>
- Maglio, R., Rey, A., Agliata, F., & Lombardi, R. (2020). Connecting earnings management and corporate social responsibility: a renewed perspective. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 27 (2), 1108–1116. <https://doi.org/10.1002/csr.1868>
- Malkowska, A., Urbaniec, M. & Kosała, M. (2021). The impact of digital transformation on European countries: Insights from a comparative analysis. *Equilib. Q. J. Econ. Econ. Policy*, 16, 325–355. <https://doi.org/10.24136/eq.2021.012>
- Marik, V. (2016). *Prumysl 4.0 - Vyzva pro Ceskou republiku*. Prague: Management Press, 13–18.
- Markarian, G. & Santalo, J. (2014). Product market competition, information and earnings management. *Journal of Business Finance and Accounting*, 41 (3), 572–599. <https://doi.org/10.1111/jbfa.12064>
- Martín-Peana, M. L., Sanchez-Lopez, J. M., & Diaz-Garrido, E. (2019). Servitization and digitalization in manufacturing: The influence on firm performance. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 35(3), 564–574. <https://doi.org/10.1108/JBIM-03-2018-0119>
- Martinez-Martinez, D., Andrades, J., Larran, M., Muriel, M. J., & Sancho, M. P. L. (2021). Determinants of earnings management in Spanish SMEs and its relationship with CSR: the relevance of sector life cycle stage. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 28 (3), 399–428. <https://doi.org/10.1108/JSBED-07-2020-0257>

- McKee, T.E. (2000). Developing a Bankruptcy Prediction Model via Rough Sets Theory. *International Journal of Intelligent Systems in Accounting Finance and Management*, 9 (3), pp. 159-173. [https://doi.org/10.1002/1099-1174\(200009\)9:33.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/1099-1174(200009)9:33.0.CO;2-C)
- Meek, G. K., Rao, R. P., & Skousen, C. J. (2007). Evidence on factors affecting the relationship between CEO stock option compensation and earnings management. *Review of Accounting and Finance*, 6 (3), 304. <https://doi.org/10.1108/14757700710778036>
- Mehmann, J. & Teuteberg, F. (2016). The fourth-party logistics service provider approach to support sustainable development goals in transportation – A case study of the German agricultural bulk logistics sector. *Journal of Cleaner Production*, 126, 382–393. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.095>
- Mergel, I., Edelman, N. & Haug, N. (2019). Defining digital transformation: Results from expert interviews. *Gov. Inf. Q.* 36, 101358.
- Michna, A., & Kmeciak, R. (2020). Open-Mindedness Culture, Knowledge-Sharing, Financial Performance, and Industry 4.0 in SMEs. *Sustainability*, 12(21): 9041. <https://doi.org/10.3390/su12219041>
- Minarik, M., Zabojsnik, S. & Pasztorova, J. (2022). Sources of Value-Added in V4 automotive GVCs: The Case of Transport and Storage Services and Firm Level Technology Absorption. *Central European Business Review*, 11 (3), 24. <https://doi.org/10.18267/j.cebr.301>
- Moeuf, A., Pellerin, R., Lamouri, S., Tamayo-Giraldo, S., & Barbaray, R. (2018). The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 56(3), 1118-1136.
- Mongrut, S., & Winkelried, D. (2019). Unintended effects of IFRS adoption on earnings management: the case of Latin America. *Emerging Markets Review*, 38, 377–388. <https://doi.org/10.1016/j.ememar.2018.11.004>
- Montenegro, T. M., & Rodrigues, L. L. (2020). Determinants of the attitudes of Portuguese accounting students and professionals towards earnings management. *Journal of Academic Ethics*, 18 (3), 301–332. <https://doi.org/10.1007/s10805-020-09376-z>
- Mures, M., García, A., & Vallejo, M. (2012). Cross-industry analysis of business failure: differential factors. *Pecunia: Revista De La Facultad De Ciencias Económicas Y Empresariales*, 1, 53-83. <https://doi.org/10.18002/pec.v0i2012.1107>
- Nagy, J., Olah, J., Erdei, E., Mate, D., & Popp, J. (2018). The Role and Impact of Industry 4.0 and the Internet of Things on the Business Strategy of the Value Chain—The Case of Hungary. *Sustainability*, 10(10): 3491. <https://doi.org/10.3390/su10103491>
- Nagy, M., & Lázároiu, G., (2022). Computer Vision Algorithms, Remote Sensing Data Fusion Techniques, and Mapping and Navigation Tools in the Industry 4.0-Based Slovak Automotive Sector. *Mathematics*. 10 (19), 35-43. <https://doi.org/10.3390/math10142452>
- Nagy, M., Lázároiu, G., & Valaskova, K. (2023). Machine Intelligence and Autonomous Robotic Technologies in the Corporate Context of SMEs: Deep Learning and Virtual Simulation Algorithms, Cyber-Physical Production Networks, and Industry 4.0-Based Manufacturing Systems. *Applied Sciences*. 13 (3): 16-81. <https://doi.org/10.3390/app13031681>
- Nica, E. (2021). Urban Big Data Analytics and Sustainable Governance Networks in Integrated Smart City Planning and Management. *Geopolitics, History, and International Relations*, 13, 93–106. <https://doi.org/10.22381/GHIR13220217>
- Nylen, D., & Holmström, J. (2015). Digital innovation strategy: A framework for diagnosing and improving digital product and service innovation. *Business Horizons*, 58, 57-67.
- Oduro, S., De Nisco, A., Mainolfi, G. (2023). Do digital technologies pay off? A meta-analytic review of the digital technologies/firm performance nexus. *Technovation*, 128: 102836. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2023.102836>
- Oesterreich, T.D. & Teuteberg, A. (2016). Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. *Computers in Industry*, 83, 121-139. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2016.09.006>
- Ohlson, J. A. (1980). Financial ratios and the probabilistic prediction of bankruptcy. *Journal of accounting research*, 109-131. <https://doi.org/10.2307/2490395>
- Palacios-Manzano, M., Gras-Gil, E., & Santos-Jean, J. M. (2021). Corporate social responsibility and its effect on earnings management: an empirical research on Spanish firms. *Total Quality Management & Business Excellence*, 32 (7-8), 921–937. <https://doi.org/10.1080/14783363.2019.1652586>
- Pavlinek, P. & Zenka, J. (2016) Value creation and value capture in the automotive industry: Empirical evidence from Czechia. *Environ. Plan.* 48, 937–959. <https://doi.org/10.1177/0308518X1561993>
- Pepe, M. S. (2003). *The Statistical Evaluation of Medical Tests for Classification and Prediction*. Oxford University Press, New York. ISBN 978-0-19-850984-4.
- Peters, M.A. (2022). Poststructuralism, and the Post-Marxist Critique of Knowledge Capitalism: A Personal Account. *Rev. Contemp. Philos.* 21, 21–37. <https://doi.org/10.22381/RCP2120222>
- Pisar, P. & Bilkova, D. (2019). Controlling as a tool for SME management with an emphasis on innovations in the context of Industry 4.0. *Equilibrium. Quarterly Journal of Economics and Economic Policy*, 14, 763–785. <https://doi.org/10.24136/eq.2019.035>
- Popescu, G.H.; Valaskova, K. & Horak, J. (2022). Augmented Reality Shopping Experiences, Retail Business Analytics, and Machine Vision Algorithms in the Virtual Economy of the Metaverse. *Journal of Self-Governance and Management Economics*, 67–81. <https://doi.org/10.22381/jsme10220225>
- Postula, M., & Raczkowski, K. (2020). The impact of public finance management on sustainable development and competitiveness in EU Member States. *Journal of Competitiveness*, 12 (1), 125–144. <https://doi.org/10.7441/joc.2020.01.08>
- Potocan, V., Mulej, M., & Nedelko, Z. (2021). Society 5.0: balancing of Industry 4.0, economic advancement and social problems. *Kybernetes*, 50(3), 794-811. <https://doi.org/10.1108/K-12-2019-0858>
- Premti, A., & Smith, G. (2020). Earnings management in the pre-IPO process: Biases and predictors. *Research in International Business and Finance*, 52, 101120. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2019.101120>

- Pucci, T., Casprini, E., Zanni, L., & Bonaccorsi, A. (2023). Profiting from the digital integration of the value chain and digital competencies: does open innovation matter for manufacturing SMEs? *Technology Analysis & Strategic Management*. Early access. <https://doi.org/10.1080/09537325.2023.2262054>
- Pustylnick, I. (2015). Use of Z-Score in Detection of Revenue Manipulations. Proceedings of the 21st International Conference on Economics and Management. 21st International Conference on Economics and Management, Brno, Czech Republic. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2577473>
- Pustylnick, I. (2017). Comparison of liquidity based and financial performance based indicators in financial analysis. *Oeconomia Copernicana*, 8 (1), 83–97. <https://doi.org/10.24136/oc.v8i1.6>
- Qi, Q., & Tao, F. (2018). Digital twin and big data towards smart manufacturing and Industry 4.0: 360-degree comparison. *IEEE Access*, 6, 3585–3593.
- Ragazou, K., Passas, I., Garefalakis, A., & Zopounidis, C. (2023). Business intelligence model empowering SMEs to make better decisions and enhance their competitive advantage. *Discover Analytics*, 1(2).
- Ravi, K. P. & Ravi, V. (2007). Bankruptcy prediction in banks and firms via statistical and intelligent techniques – A review. *European Journal of Operational Research*, 180 (1). 1-28.
- Razali, W. A., & Arshad, R. (2014). Disclosure of corporate governance structure and the likelihood of fraudulent financial reporting. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 145, 243–253. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.06.032>
- Ribeiro-Navarette, B., Martin, J.M.M., Guaita-Martinze, J.M., & Simon-Moya, V. (2023). Analysing cooperatives' digital maturity using a synthetic indicator. *International Journal of Information Management*, 72: 102678. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102678>
- Ribeiro-Navarrete, S., Botella-Carrubi, D., Palacios-Marques, D., & Orero-Blat, M. (2021). The effect of digitalization on business performance: An applied study of KIBS. *Journal of Business Research*, 126(1), 319-326. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.12.065>
- Rossini, M., Costa, F., Tortorella, G.L. & Portioli-Staudacher, A. (2019). The interrelation between Industry 4.0 and lean production: an empirical study on European manufacturers. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 102(9-12), 3963-3976
- Rußmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. Boston Consulting Group.
- Ruttimann, B. G. & Stockli, M. T. (2016). Lean and Industry 4.0 - Twins, Partners, or Contenders? A Due Clarification Regarding the Supposed Clash of Two Production Systems. *Journal of Science Service and Management*, 9 (6), 485–500. <https://doi.org/10.4236/jssm.2016.96051>
- Sadiq M., Pantamee A. A., Mohamad S., Aldeehani M. T., & Ady S. U. (2020). Corporate governance and earnings management: Evidence from listed non-financial firms. *Polish Journal of Management Studies*, 22 (2), 456–469. <https://doi.org/10.17512/pjms.2020.22.2.30>
- Said, M., Shaheen, A. M., Ginidi, A. R., El-Sehiemy, R. A., Mahmoud, K., Lehtonen, M. & Darwish, M.M.F. (2021). Estimating Parameters of Photovoltaic Models Using Accurate Turbulent Flow of Water Optimizer. *Processes*, 9 (4), 627. <https://doi.org/10.3390/pr9040627>
- Samadhiya, A., Agrawal, R., Luthra, S., Kumar, A., Garza-Reyes, J.A., & Srivastava, D.K. (2023). Total productive maintenance and Industry 4.0 in a sustainability context: exploring the mediating effect of circular economy. *International Journal of Logistics Management*, 34(3): 818-846. <https://doi.org/10.1108/IJLM-04-2022-0192>
- Saona, P., Muro, L., San Martin, P., & Baier-Fuentes, H. (2019). Board of director's gender diversity and its impact on earnings management: an empirical analysis for select European countries. *Technological and Economic Development of Economy*, 25 (4), 634–663. <https://doi.org/10.3846/tede.2019.9381>
- Savova, K. (2021). Variable application of accounting standards – current aspects. *Ekonomicko-manazerske spektrum*, 15 (1), 111–122. <https://dx.doi.org/10.26552/ems.2021.1.111-122>
- Savvakis, G. A., Kenourgios, D., & Trakadas, P. (2024). Digitalization as a driver of European SMEs' financial performance during COVID-19. *Finance Research Letters*, 67, 105848.
- Sayidah, N., Assagaf, A., & Faiz, Z. (2020). Does earnings management affect financial distress? Evidence from state-owned enterprises in Indonesia. *Cogent Business & Management*, 17 (1), 1832826. <https://doi.org/10.1080/23311975.2020.1832826>
- Scafarto, V., Dalwai, T., Ricci, F., & della Corte, G. (2023). Digitalization and firm financial performance in healthcare: The mediating role of intellectual capital efficiency. *Sustainability*, 15(5), 4031. <https://doi.org/10.3390/su15054031>
- Schot, J. & Steinmueller, W.E. (2018). Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. *Res. Policy*, 47, 1554–1567.
- Schumacher, A., Erol, S., & Sihm, W. (2016). A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. *Procedia CIRP*, 52, 161-166.
- Schwab, K. (2016). The Fourth Industrial Revolution; Crown: New York, NY, USA, Volume 91.
- Schwab, K. (2016). The Fourth Industrial Revolution. *Cologne: World Economic Forum*, 2, 10–15.
- Sharifabadi, M.R., Mirhaj, M. & Izadinia, N. (2017). The impact of financial ratios on the prediction of bankruptcy of small and medium companies. *Quid-Investigation Cienca y Tecnologia*. 1, 164-173. <https://doi.org/10.3390/risks9110200>
- Siddiqui, F.H., Thaheem, M.J. & Abdekhodae, A. (2023). A review of the digital skills needed in the construction industry: Towards a taxonomy of skills. *Buildings*, 13(11), 2711. <https://doi.org/10.3390/buildings13112711>
- Siekelova, A., Androniceanu, A., Durana, P., & Frajtova Michalikova, K. (2020). Earnings Management (EM), initiatives and company size: an empirical study. *Acta Polytechnica Hungarica*, 17 (9), 41–56.
- Sjodin, D.R., Parida, V., Leksell, M. & Petrovic, A. (2018). Smart Factory Implementation and Process Innovation. *Res.-Technol. Manag.* 61, 22–31. <https://doi.org/10.1080/08956308.2018.1471277>
- Skare, M., Gil-Alana, L.A., Claudio-Quiroga, G. & Prziklas Druzeta, R. (2021). Income inequality in China 1952-2017: Persistence and main determinants. *Oeconomia Copernic*. 12, 863–888. <https://doi.org/10.24136/oc.2021.028>

- Skordoulis, M., Ntanos, S., Kyriakopoulos, G.L. (2020)., Environmental Innovation, Open Innovation Dynamics and Competitive Advantage of Medium and Large-Sized Firms. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. 6, 195.
- Sony, M. (2019). Key ingredients for evaluating Industry 4.0 readiness for organizations: A literature review. *Benchmarking: An international Journal*. 27, 2213–2232.
- Souza, J. A. S, Costa, W. B., Almeida, J. E. F., & Bortolon, P. M. (2013). Determinants and consequences of delisting in earnings management. *Revista Evidenciacao Contabil & Financas*, 1 (1), 38–57. <https://doi.org/10.18405/recfin20130103>
- Stafenova, N. & Kucharcikova, A. (2023). Digitalization in the human capital management. *Systems*, 11(7), 337. <https://doi.org/10.3390/systems11070337>
- Stark, J. (2016). *Product Lifecycle Management (Volume 2): The Devil is in the Details*. 3rd ed. Cham: Springer, 10–20.
- Sun, W. S., & Sun, J. (2008). Analysis on factors influencing managers' earnings management intentions. In H. Zhang & R. Zhao (Eds.). *Logistic research and practice in China*. Marrickville: Orient Academic Forum.
- Susanto, Y. K., Pirzada, K., & Adrianne, S. (2019). Is tax aggressiveness an indicator of earnings management? *Polish Journal of Management Studies*, 20 (2), 516–527. <http://dx.doi.org/10.17512/pjms.2019.20.2.43>
- Švábová, L., Ďurana, P. & Ďurica, M. (2022). *Deskriptívna a induktívna štatistika*. Žilina: EDIS
- Svabova, L., Tesarova, E.N., Durica, M. & Strakova, L. (2021). Evaluation of the impacts of the COVID-19 pandemic on the development of the unemployment rate in Slovakia: Counterfactual before-after comparison. *Equilib. Q. J. Econ. Econ. Policy*, 16, 261–284. <https://doi.org/10.24136/eq.2021.010>
- Taffler, J. (1983). The assessment of company solvency and performance using a statistical model. *Accounting and Business Research*, 15 (52):295-308.
- Taffler, R. & Harvey-Cook, J. (1988), Graduate recruitment procedures in the accountancy profession. *Education + Training*, 30 (2), 13–15. <https://doi.org/10.1108/eb017398>
- Tang, Y.M., Chau, K.Y., Fatima, A., & Waqas, M. (2022). Industry 4.0 technology and circular economy practices: business management strategies for environmental sustainability. *Environmental Science and Pollution Research*, 29: 49752–49769. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19081-6>
- Tao, F., Qi, Q., Wan, L. & Nee, A.Y.C. (2019). Digital Twins and Cyber-Physical Systems toward Smart Manufacturing and Industry 4.0: Correlation and Comparison. *Engineering*, 5, 653–661. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2019.01.014>
- Tbalvandani, M. R., & Nashtei, R.A. (2017). Investigating the earnings quality characteristics and earnings management type in bankrupt and distressed companies (Case study: companies listed on Tehran Stock Exchange). *Helix*, 7 (2), 907–915.
- Thanh, S. D., Canh, N. P. M. & Ha, N. T. T. (2020). Debt structure and earnings management: a non-linear analysis from an emerginf economy. *Finance Research Letters*, 35, 101283. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.08.031>
- The Digital Europe Programme. Available online: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/digital-programme> (accessed on 7 December 2024).
- Tian, S., Yu, Y., & Guo, H. (2015). Variable selection and corporate bankruptcy forecasts. *Journal of Banking & Finance*, 52(C). 89-100. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2014.12.003>
- Tinoco, M. H., & Wilson, N. (2013). Financial distress and bankruptcy prediction among listed companies using accounting, market and macroeconomic variables. *International Review of Financial Analysis*, 30, 394–419. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2013.02.013>
- TouchIT. (2024). *Digitalizuje tretina podnikov: Slovenské malé a stredné firmy zaostávajú*. TouchIT.sk. Retrieved from <https://touchit.sk/digitalizuje-tretina-podnikov-slovenske-male-a-stredne-firmy-zaostavaju/688240>
- Ukko, J., Nasiri, M., Saunila, M., & Rantala, T. (2019). Sustainability strategy as a moderator in the relationship between digital business strategy and financial performance. *Journal of Cleaner Production*, 236, 117-626. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117626>
- Vaidya, S., Prashant, A. & Santosh, B. (2018). Industry 4.0 – A Glimpse. *Procedia Manufacturing*, 20, 233–238. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.034>
- Valaskova, K., Gajdosikova, D., & Belas, J. (2023). Bankruptcy prediction in the post-pandemic period: A case study of Visegrad Group countries. *Oeconomia Copernicana*, 14(1), 253-293. <https://doi.org/10.24136/oc.2023.007>
- Valaskova, K., Klietstik, T., & Kovacova, M. (2018). Management of financial risks in Slovak enterprises using regression analysis. *Oeconomia Copernicana*, 9(1), 105–121. <https://doi.org/10.24136/oc.2018.006>
- Valaskova, K., Nagy, M., & Grecu, G. (2024). Digital twin simulation modeling, artificial intelligence-based Internet of Manufacturing Things systems, and virtual machine and cognitive computing algorithms in the Industry 4.0-based Slovak labor market. *Oeconomia Copernicana*, 15(1), 95-143. <https://doi.org/10.24136/oc.2024.004>
- Valaskova, K., Nagy, M., Zabochnik, S. & Lazaroiu, G. Industry 4.0 (2022). Wireless Networks and Cyber-Physical Smart Manufacturing Systems as Accelerators of Value-Added Growth in Slovak Exports. *Mathematics*, 10, 2452. <https://doi.org/10.3390/math10142452>.
- van Eck and Waltman (2020) Van Eck, Nees Jan, and Ludo Waltman. 2020. VOSviewer Manual for version 1.6.14. Available online: <https://www.vosviewer.com/getting-started> (accessed on 25 October 2019).
- Van Eck, N. J., Waltman, L., Dekker, R. & Van der Berg, J. (2010). A comparison of two techniques for bibliometric mapping: Multidimensional scaling and VOS. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61, 2405–16.
- Verhof, P.C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Dong, J.Q., Fabian, N. & Haenlein, M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *J. Bus. Res.* 122, 889–901. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>
- Vinerean, S., Budac, C., Baltador, L.A. & Dabija, D.-C. (2022). Assessing the Effects of the COVID-19 Pandemic on M-Commerce Adoption: An Adapted UTAUT2 Approach. *Electronics*, 11, 1269. <https://doi.org/10.3390/electronics11081269>
- Vlckova, M., Zeman, P & Alina, J. (2019). Analysis of the financial indicators in the enterprises affected by industry 4.0. *Liberec Economic forum*, 346-352

- Volker, P. (2014). Augmented Reality in the Smart Factory: Supporting Workers in an Industry 4.0. Environment. *IEEE Emerging Technology and Factory Automation (ETFA)*, 3, 1–4.
- Waweru, N. M., & Prot, N. P. (2018). Corporate governance compliance and accrual earnings management in eastern Africa: evidence from Kenya and Tanzania. *Managerial Auditing Journal*, 33 (2), 171–191. <https://doi.org/10.1108/MAJ-09-2016-1438>
- Wijayana, S., & Gray, S. J. (2019). Institutional factors and earnings management in the Asia-Pacific: is IFRS adoption making a difference? *Management International Review*, 59 (2), 307–344. <https://doi.org/10.1007/s11575-018-0371-1>
- Xia, G., Yu, Z., Peng, X. (2023). How Does Enterprise Digital Transformation Affect Total Factor Productivity? Based on the Information Intermediary Role of Analysts' Attention. *Sustainability*, 15, 8601. <https://doi.org/10.3390/su15118601>
- Xiao, X., & Liu, Y. (2010). Analysis of audit opinion affecting factors-from the perspective of earnings management. In K. L. Zhu, H. Zhang (Eds.). *Statistic application in scientific and social reformation*. Marrickville: Aussino Academic Publishing House, 569–574.
- Xu, C., Zhang, H., Hao, J., & Guo, L. (2021). Real earnings management in bankrupt firms. *Journal of Corporate Accounting and Finance*, early access, January 2021. <https://doi.org/10.1002/jcaf.22483>
- Yang, F. & Gu, S. (2021). Industry 4.0, a revolution that requires technology and national strategies. *Complex Intell. Syst.* 7, 1311–1325.
- Yang, Z. B., Zhang, Y. F., & Zhang, T. (2023). Leveraging digitalization and servitization to improve financial performance. *Production Planning & Control*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/09537287.2023.2201234>
- Ye, C.S.; Ye, Q.; Shi, X.P. & Sun, Y.P. (2020). Technology gap, global value chain and carbon intensity: Evidence from global manufacturing industries. *Energy Policy*, 137, 111094. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111094>
- Yu, Z., Khan, S.A.R., & Umar, M. (2021). Circular economy practices and industry 4.0 technologies: A strategic move of automobile industry. *Business Strategy and the Environment*, 31(3): 796-809. <https://doi.org/10.1002/bse.2918>
- Zabojnik, S. (2015). *Selected Problems of International Trade and International Business*; Econom: Bratislava, Slovakia, 28–61.
- Zavadská, Z. & Zavadský, J. (2020). *Industry 4.0 and intelligent technologies in the development of enterprise production management*. Banská Bystrica: Matej Bel University. ISBN 978-80-557-1732-6
- Zeng, H. X., Ran, H. X., Zhou, Q., Jin, Y. L., & Cheng, X. (2022). The financial effect of firm digitalization: Evidence from China. *Technological Forecasting and Social Change*, 183, 121951. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121951>
- Zhong, R., Xu, X., Klotz, E. & Newman, S. T. (2021). Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review. *Engineering*. 3 (5), 616–630. <https://doi.org/10.1016/J.ENG.2017.05.015>
- Zhou, H. D., Wang, Q., Wang, L., Zhao, X. D., & Feng, G. Z. (2023). Digitalization and third-party logistics performance: Exploring the roles of customer collaboration and government support. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 53(4), 467-488.
- Zhou, K., Liu, T., & Zhou, L. (2015). Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges. In 2015 12th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD) (pp. 2147-2152). IEEE.
- Zhou, Y., Ock, Y. S., Alnafrh, I., & Dagestani, A. A. (2023). What aspects explain the relationship between digital transformation and financial performance of firms? *Journal of Risk and Financial Management*, 16(11), 479. <https://doi.org/10.3390/jrfm16110479>

VÝPIS PUBLIKAČNEJ ČINNOSTI DOKTORANDA

Počet záznamov spolu: 34

Menný zoznam publikácií:

V2 Vedecký výstup publikačnej činnosti ako časť editovanej knihy alebo zborníka

Počet výstupov: 6

V2_001 The employment implications of Industry 4.0 in Slovakia / Nagy, Marek [Autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 50%] ; Valášková, Katarína [Autor, ZUZPEDKEK, 50%] ; International Scientific Days 2024 [16.05.2024-17.05.2024, Nitra, Slovensko]. – [angličtina]. – [OV 080]. – [ŠO 6213]. – [príspevok z podujatia]. – [recenzované]. – DOI 10.15414/2024.9788055228167.314-321.

In: International Scientific Days 2024 : From Field to Finance: Addressing Economic Challenges [elektronický dokument] : conference proceedings / Hallová, Marcela [Zostavovateľ, editor] ; Savov, Radovan [Zostavovateľ, editor] ; Horská, Elena [Zostavovateľ, editor]. – st. vyd. – Nitra (Slovensko) : Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2024. – ISBN (online) 978-80-552-2816-7, s. 314-321 [online]

V2_002 An evaluation of the competitiveness of the Slovak automotive industry via digitalization and the adaptability of the population to Industry 4.0 / Nagy, Marek [Korešpondenčný autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 90%] ; Valášková, Katarína [Autor, ZUZPEDKEK, 10%] ; Business and Management 2024, 14 [16.05.2024-17.05.2024, Vilnius, Litva]. – [angličtina]. – [OV 080]. – [ŠO 6213]. – [príspevok z podujatia]. – [recenzované]. – DOI 10.3846/bm.2024.1154.

In: New trends in the contemporary economics, business and management [elektronický dokument] / [bez zostavovateľa] [Zostavovateľ, editor]. – 1. vyd. – Vilnius (Litva) : Vilniaus Gedimino technikos universitetas, 2024. – ISBN (online) 978-609-476-363-2. – ISSN 2029-4441. – ISSN (online) 2029-929X, s. 484-492 [online]

V2_003 Indications of advanced social and economic growth in V4 corporate performance frameworks / Nagy, Marek [Korešpondenčný autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 70%] ; Valášková, Katarína [Autor, ZUZPEDKEK, 30%] ; Business and management 2023, 13 [11.05.2023-12.05.2023, Vilnius, Litva]. – [angličtina]. – [OV 080]. – [ŠO 6213]. – [príspevok z podujatia]. – [recenzované]. – DOI 10.3846/bm.2023.976.

In: Business and management 2023 [textový dokument (print)] [elektronický dokument] / [bez zostavovateľa] [Zostavovateľ, editor]. – 1. vyd. – Vilnius (Litva) : Vilniaus Gedimino technikos universitetas, 2023. – ISBN 978-609-476-333-5. – ISBN (online) 978-609-476-334-2. – ISSN 2029-4441. – ISSN (online) 2029-929X, s. 24-31 [tlačená forma] [online]

V2_004 Social and economic growth indicators in V4 corporate performance frameworks = Indikátory sociálneho a ekonomického rastu v rámci podnikovej výkonnosti krajín V4 / Nagy, Marek [Korešpondenčný autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 90%] ; Valášková, Katarína [Autor, ZUZPEDKEK, 10%]. – [slovenčina]. – [OV 080]. – [ŠO 6213]. – [príspevok].

In: Zborník vedeckých prác z projektu Implementačný rámec a business model internetu vecí v inteligentnom priemysle a doprave [elektronický dokument] / [bez zostavovateľa] [Zostavovateľ, editor] ; Belás, Jaroslav [Recenzent] ; Klieštik, Tomáš [Recenzent] ; Musa, Hussam [Recenzent] ; Musová, Zdenka [Recenzent] ; Štefko, Róbert [Recenzent] ; Tumpach, Miloš [Recenzent]. – 1.

vyd. – Žilina (Slovensko) : Žilinská univerzita v Žiline, 2023. – ISBN (online) 978-80-554-1991-6, s. 125-136 [CD-ROM]

V2_005 Assembly workshop label – a persistent issue for the many industries in the world of innovation. Is Industry 4.0 a solution? / Palčák, Ľubomir [Autor, 15%] ; Nagy, Marek [Korešpondenčný autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 70%] ; Valášková, Katarína [Autor, ZUZPEDKEK, 15%] ; Globalization and its socio-economic consequences, 22 [12.10.2022-13.10.2022, Rajecké Teplice, Slovensko]. – [angličtina]. – [OV 080]. – [ŠO 6213]. – [príspevok z podujatia].

In: Globalization and its socio-economic consequences [elektronický dokument] : 22th international scientific conference / Klieštik, Tomáš [Zostavovateľ, editor] ; Belás, Jaroslav [Recenzent] ; Čepel, Martin [Recenzent] ; Čorejová, Tatiana [Recenzent] ; Ďurana, Pavol [Recenzent]. – 1. vyd. – Žilina (Slovensko) : Žilinská univerzita v Žiline, 2022. – ISBN (online) 978-80-8154-332-6, s. 1069-1078 [online]

V2_006 Industry 4.0 and lean manufacturing techniques in global value chains / Nagy, Marek [Korešpondenčný autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 70%] ; Valášková, Katarína [Autor, ZUZPEDKEK, 30%] ; Globalization and its socio-economic consequences, 22 [12.10.2022-13.10.2022, Rajecké Teplice, Slovensko]. – [angličtina]. – [OV 080]. – [ŠO 6213]. – [príspevok z podujatia].

In: Globalization and its socio-economic consequences [elektronický dokument] : 22th international scientific conference / Klieštik, Tomáš [Zostavovateľ, editor] ; Belás, Jaroslav [Recenzent] ; Čepel, Martin [Recenzent] ; Čorejová, Tatiana [Recenzent] ; Ďurana, Pavol [Recenzent]. – 1. vyd. – Žilina (Slovensko) : Žilinská univerzita v Žiline, 2022. – ISBN (online) 978-80-8154-332-6, s. 1001-1011 [online]

V3 Vedecký výstup publikačnej činnosti z časopisu

Počet výstupov: 25

V3_001 Predictive maintenance algorithms, artificial intelligence digital twin technologies, and Internet of Robotic Things in big data-driven Industry 4.0 manufacturing systems / Nagy, Marek [Autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 30%] ; Figura, Marcel [Autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 44%] ; Valášková, Katarína [Autor, ZUZPEDKEK, 25%] ; Lăzăroiu, George [Korešpondenčný autor, 1%]. – [angličtina]. – [OV 080]. – [ŠO 6213]. – [článok]. – [recenzované]. – DOI 10.3390/math13060981. – WOS CC ; CCC ; SCO ; SCIE.

In: *Mathematics* [elektronický dokument] . – Bazilej (Švajčiarsko) : Multidisciplinary Digital Publishing Institute. – ISSN (online) 2227-7390. – Roč. 13, č. 6 (2025), art. no. 981, s. [1-28] [online]. – Nordic List: 1 - 2024 ; IF: 2.3 - 2023 ; SNIP: 0,913 - 2023 ; SJR: 0,475 - 2023 ; CiteScore: 4 - 2023 ; AIS: 0.374 - 2023

2023, AIS - Mathematics - Q3; 2023, JCI - Mathematics - Q1; 2023, JIF - Mathematics - Q1; 2023, Scimago - Computer science (miscellaneous) - Q2; 2023, Scimago - Engineering (miscellaneous) - Q2; 2023, Scimago - Mathematics (miscellaneous) - Q2

V3_002 Digital twin-based cyber-physical manufacturing systems, extended reality metaverse enterprise and production management algorithms, and Internet of Things financial and labor market technologies in generative artificial intelligence economics / Lăzăroiu, George [Korešpondenčný autor, 6%] ; Gedeon, Tom [Autor, 6%] ; Rogalska, Elżbieta [Autor, 6%] ; Valášková, Katarína [Autor, ZUZPEDKEK, 15%] ; Nagy, Marek [Autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 15%] ; Musa, Hussam [Autor, UMBEF04, 10%] ; Zvaríková, Katarína [Autor, ZUZPEDKEK, 10%] ; Poliak, Miloš [Autor, ZUZPEDCMD, 10%] ; Horák, Jakub [Autor,

6%] ; Crețoiu, Raluca Ionela [Autor, 2%] ; Krulický, Tomáš [Autor, 2%] ; Ionescu, Luminița [Autor, 2%] ; Popa, Cătălin [Autor, 2%] ; Hurloiu, Lăcrămioara Rodica [Autor, 2%] ; Nistor, Filip [Autor, 2%] ; Avram, Laurenția Georgeta [Autor, 2%] ; Braga, Viorica [Autor, 2%]. – text. – [angličtina]. – [OV 080]. – [ŠO 6213]. – [článok]. – [recenzované]. – DOI 10.24136/oc.3183. – CCC ; WOS CC ; SSCI ; SCO.

In: *Oeconomia Copernicana* [textový dokument (print)] [elektronický dokument] . – Toruň (Poľsko) : Uniwersytet Mikołaja Kopernika. Wydział Nauk Ekonomicznych i Zarządzania. Katedra Ekonomii. – ISSN 2083-1277. – ISSN (online) 2353-1827. – Roč. 15, č. 3 (2024), s. 837-870 [tlačená forma] [online]. – IF: 7.6 - 2023 ; SNIP: 1,545 - 2023 ; SJR: 0,987 - 2023 ; CiteScore: 13,7 - 2023 ; AIS: 0.570 - 2023

2023, AIS - Economics - Q2; **2023, JCI** - Economics - Q1; **2023, JIF** - Economics - Q1; **2023, Scimago** - Business and international management - Q1; **2023, Scimago** - Development - Q1; **2023, Scimago** - Economics, econometrics and finance (miscellaneous) - Q1; **2023, Scimago** - History - Q1

V3_003 Cognitive digital twin-based Internet of Robotic Things, multi-sensory extended reality and simulation modeling technologies, and generative artificial intelligence and cyber-physical manufacturing systems in the immersive industrial metaverse / Lăzăroiu, George [Korešpondenčný autor, 6%] ; Gedeon, Tom [Autor, 2%] ; Valášková, Katarína [Autor, ZUZPEDKEK, 15%] ; Vrbka, Jaromír [Autor, 2%] ; Šuleř, Petr [Autor, 2%] ; Zvaríková, Katarína [Autor, ZUZPEDKEK, 9%] ; Kramárová, Katarína [Autor, ZUZPEDKEK, 8%] ; Rowland, Zuzana [Autor, 2%] ; Stehel, Vojtěch [Autor, 2%] ; Gajanová, Ľubica [Autor, ZUZPEDKEK, 8%] ; Horák, Jakub [Autor, 2%] ; Grupač, Marián [Autor, ZUZFHVMKD, 9%] ; Caha, Zdeněk [Autor, 2%] ; Blažek, Roman [Autor, ZUZPEDKEK, 8%] ; Kovalová, Erika [Autor, ZUZPEDKEK, 8%] ; Nagy, Marek [Autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 15%]. – [angličtina]. – [OV 080]. – [ŠO 6213]. – [článok]. – [recenzované]. – DOI 10.24136/eq.3131. – ESCI ; SCO ; WOS CC.

In: *Equilibrium* [textový dokument (print)] [elektronický dokument] : quarterly journal of economics and economic policy. – Olštýn (Poľsko) : Institute of Economic Research. – ISSN 1689-765X. – ISSN (online) 2353-3293. – Roč. 19, č. 3 (2024), s. 719-748 [tlačená forma] [online]. – IF: 5.0 - 2023 ; SNIP: 0,946 - 2023 ; SJR: 0,624 - 2023 ; CiteScore: 9,2 - 2023 ; AIS: 0.351 - 2023

2023, AIS - Economics - Q3; **2023, JCI** - Economics - Q1; **2023, JIF** - Economics - Q1; **2023, Scimago** - Economics and econometrics - Q2; **2023, Scimago** - Economics, econometrics and finance (miscellaneous) - Q1

V3_004 Eco-innovation : analysis of EU member states performance in the EU Eco-Innovation Index 2013–2022 / Juračka, Denis [Autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 50%] ; Nagy, Marek [Autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 30%] ; Zvaríková, Katarína [Autor, ZUZPEDKEK, 15%] ; Popescu, Gheorghe [Autor, 5%]. – [angličtina]. – [OV 070]. – [ŠO 6213]. – [článok]. – [recenzované]. – DOI 10.3390/systems12110452. – SCO ; CCC ; WOS CC ; SSCI.

In: *Systems* [elektronický dokument] . – Bazilej (Švajčiarsko) : Multidisciplinary Digital Publishing Institute. – ISSN (online) 2079-8954. – Roč. 12, č. 11 (2024), art. no. 452, s. [1-23] [online]. – IF: 2.3 - 2023 ; SNIP: 0,722 - 2023 ; SJR: 0,431 - 2023 ; CiteScore: 2,8 - 2023 ; AIS: 0.375 - 2023

2023, AIS - Social sciences, interdisciplinary - Q2; **2023, JCI** - Social sciences, interdisciplinary - Q1; **2023, JIF** - Social sciences, interdisciplinary - Q1; **2023, Scimago** - Computer networks and communications - Q3; **2023, Scimago** - Control and systems engineering - Q3; **2023, Scimago** - Information systems and management - Q2; **2023, Scimago** - Modeling and simulation - Q3; **2023, Scimago** - Software - Q3

V3_005 A meta-analysis of innovation management in scientific research : unveiling the frontier / Juračka, Denis [Autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 60%] ; Nagy, Marek [Autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 30%] ; Valášková, Katarína [Korešpondenčný autor, ZUZPEDKEK, 5%] ; Nica, Elvira [Autor, 5%]. – [angličtina]. – [OV 080]. – [ŠO 6213]. – [článok]. – [recenzované]. – DOI 10.3390/systems12040130. – CCC ; SCO ; WOS CC ; SSCI.

In: *Systems* [elektronický dokument] . – Bazilej (Švajčiarsko) : Multidisciplinary Digital Publishing Institute. – ISSN (online) 2079-8954. – Roč. 12, č. 4 (2024), s. [1-21] [online]. – IF: 2.3 - 2023 ; SNIP: 0,722 - 2023 ; SJR: 0,431 - 2023 ; CiteScore: 2,8 - 2023 ; AIS: 0.375 - 2023

2023, AIS - Social sciences, interdisciplinary - Q2; **2023, JCI** - Social sciences, interdisciplinary - Q1; **2023, JIF** - Social sciences, interdisciplinary - Q1; **2023, Scimago** - Computer networks and communications - Q3; **2023, Scimago** - Control and systems engineering - Q3; **2023, Scimago** - Information systems and management - Q2; **2023, Scimago** - Modeling and simulation - Q3; **2023, Scimago** - Software - Q3

V3_006 Digital twin simulation modeling, artificial intelligence-based Internet of Manufacturing Things systems, and virtual machine and cognitive computing algorithms in the Industry 4.0-based Slovak labor market / Valášková, Katarína [Korešpondenčný autor, ZUZPEDKEK, 48%] ; Nagy, Marek [Autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 48%] ; Grecu, Gheorghe [Autor, 4%]. – [angličtina]. – [OV 080]. – [ŠO 6213]. – [článok]. – [recenzované]. – CCC ; WOS CC ; SCO.

In: *Oeconomia Copernicana* [textový dokument (print)] [elektronický dokument] . – Toruň (Poľsko) : Uniwersytet Mikołaja Kopernika. Wydział Nauk Ekonomicznych i Zarządzania. Katedra Ekonomii. – ISSN 2083-1277. – ISSN (online) 2353-1827. – Roč. 15, č. 1 (2024), s. 95-143 [tlačená forma] [online]. – IF: 7.6 - 2023 ; SNIP: 1,545 - 2023 ; SJR: 0,987 - 2023 ; CiteScore: 13,7 - 2023 ; AIS: 0.570 - 2023

2023, AIS - Economics - Q2; **2023, JCI** - Economics - Q1; **2023, JIF** - Economics - Q1; **2023, Scimago** - Business and international management - Q1; **2023, Scimago** - Development - Q1; **2023, Scimago** - Economics, econometrics and finance (miscellaneous) - Q1; **2023, Scimago** - History - Q1

V3_007 Unlocking the sharing economy: redefining consumer behaviour in Slovakia / Nagy, Marek [Autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 40%] ; Juračka, Denis [Autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 40%] ; Valášková, Katarína [Autor, ZUZPEDKEK, 20%]. – [angličtina]. – [OV 080]. – [ŠO 6213]. – [článok]. – [recenzované]. – SCO.

In: *Theoretical and Empirical Researches in Urban Management* [textový dokument (print)] . – Bukurešť (Rumunsko) : Academia de Studii Economice din Bucuresti. – ISSN 2065-3913. – ISSN (online) 2065-3921. – Roč. 19, č. 2 (2024), s. 55-72 [tlačená forma]. – SNIP: 0,843 - 2023 ; SJR: 0,279 - 2023 ; CiteScore: 2,5 - 2023

2023, Scimago - Geography, planning and development - Q3; **2023, Scimago** - Urban studies - Q2

V3_008 Evaluating financial health and stability in the energy industry : analyzing key indicators in times of crisis / Nagy, Marek [Autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 40%] ; Juračka, Denis [Autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 40%] ; Nica, Elvira [Autor, 10%] ; Popescu, Gheorghe [Autor, 10%]. – [angličtina]. – [OV 080]. – [ŠO 6213]. – [článok]. – [recenzované]. – DOI 10.62222/ZIFH1168.

In: *Journal of business sectors* [elektronický dokument] . – Trenčín (Slovensko) : European center for economic & social research. – ISSN (online) 2989-3445. – Roč. 2, č. 2 (2024), s. 1-10 [online]

V3_009 The role of Industry 4.0 in the context of economic performance of enterprises : a literature review / Valášková, Katarína [Korešpondenčný autor, ZUZPEDKEK, 50%] ; Nagy, Marek [Autor,

[Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 50%]. – [angličtina]. – [OV 080]. – [ŠO 6213]. – [článok]. – [recenzované]. – DOI 10.2478/jec-2024-0023. – SCO.

In: *Economics and Culture* [textový dokument (print)] [elektronický dokument] : Scientific Journal. – ISSN 2255-7563. – ISSN (online) 2256-0173. – Roč. 21, č. 2 (2024), s. 123-137 [tlačená forma] [online]

V3_010 Drivers of S&P 500's profitability : implications for investment strategy and risk management / Nagy, Marek [Korešpondenčný autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 35%] ; Valášková, Katarína [Autor, ZUZPEDKEK, 35%] ; Kovalová, Erika [Autor, ZUZPEDKEK, 25%] ; Macura, Marcel [Autor, 5%]. – [angličtina]. – [OV 080]. – [ŠO 6213]. – [článok]. – [recenzované]. – DOI 10.3390/economies12040077. – WOS CC ; SCO ; ESCI.

In: *Economies* [elektronický dokument] . – Bazilej (Švajčiarsko) : Multidisciplinary Digital Publishing Institute. – ISSN 2227-7099. – Roč. 12, č. 4 (2024), s. [1-24] [online]. – IF: 2.1 - 2023 ; SNIP: 0,999 - 2023 ; SJR: 0,497 - 2023 ; CiteScore: 4 - 2023 ; AIS: 0.311 - 2023

2023, AIS - Economics - Q3; 2023, JCI - Economics - Q2; 2023, JIF - Economics - Q2; 2023, Scimago - Development - Q2; 2023, Scimago - Economics, econometrics and finance (miscellaneous) - Q2

V3_011 Global value chains and Industry 4.0 in the context of lean workplaces for enhancing company performance and its comprehension via the digital readiness and expertise of workforce in the V4 nations / Klieštík, Tomáš [Autor, ZUZPEDKEK, 25%] ; Nagy, Marek [Autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 50%] ; Valášková, Katarína [Autor, ZUZPEDKEK, 25%]. – [angličtina]. – [OV 080]. – [ŠO 6213]. – [článok]. – [recenzované]. – DOI 10.3390/math11030601. – WOS CC ; SCIE ; SCO ; CCC.

In: *Mathematics* [elektronický dokument] . – Bazilej (Švajčiarsko) : Multidisciplinary Digital Publishing Institute. – ISSN (online) 2227-7390. – Roč. 11, č. 3 (2023), s. [1-21] [online]. – IF: 2.3 - 2023 ; SNIP: 0,913 - 2023 ; SJR: 0,475 - 2023 ; CiteScore: 4 - 2023 ; Nordic List: 1 - 2023 ; AIS: 0.374 - 2023

2023, AIS - Mathematics - Q3; 2023, JCI - Mathematics - Q1; 2023, JIF - Mathematics - Q1; 2023, Scimago - Computer science (miscellaneous) - Q2; 2023, Scimago - Engineering (miscellaneous) - Q2; 2023, Scimago - Mathematics (miscellaneous) - Q2

V3_012 Macro-economic development of the EU countries in the context of performance and competitiveness of SMEs / Valášková, Katarína [Korešpondenčný autor, ZUZPEDKEK, 50%] ; Nagy, Marek [Autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 50%]. – [angličtina]. – [OV 080]. – [ŠO 6213]. – [článok]. – [recenzované]. – DOI 10.3846/bmee.2023.18958. – WOS CC ; ESCI ; SCO.

In: *Business, Management and Economics Engineering* [textový dokument (print)] [elektronický dokument] . – Vilnius (Litva) : Vilniaus Gedimino technikos universitetas. – ISSN 2669-2481. – ISSN (online) 2669-249X. – Roč. 21, č. 1 (2023), s. 124-139 [tlačená forma] [online]. – IF: 0.9 - 2023 ; SNIP: 0,564 - 2023 ; SJR: 0,267 - 2023 ; CiteScore: 3,2 - 2023 ; AIS: 0.112 - 2023

2023, AIS - Business - Q4; 2023, AIS - Economics - Q4; 2023, AIS - Management - Q4; 2023, JCI - Business - Q3; 2023, JCI - Economics - Q3; 2023, JCI - Management - Q3; 2023, JIF - Business - Q4; 2023, JIF - Economics - Q3; 2023, JIF - Management - Q4; 2023, Scimago - Business and international management - Q3; 2023, Scimago - Development - Q3; 2023, Scimago - Economics, econometrics and finance (miscellaneous) - Q3; 2023, Scimago - Management of technology and innovation - Q3; 2023, Scimago - Management science and operations research - Q4; 2023, Scimago - Strategy and management - Q3

V3_013 An analysis of the financial health of companies concerning the business environment of the V4 countries / Nagy, Marek [Autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 60%] ; Valášková,

Katarína [Autor, ZUZPEDKEK, 40%]. – [angličtina]. – [OV 080]. – [ŠO 6213]. – [článok]. – [recenzované]. – DOI 10.2478/foli-2023-0009. – SCO.

In: *Folia Oeconomica Stetinensia* [textový dokument (print)] [elektronický dokument] . – Štetín (Poľsko) : Uniwersytet Szczeciński, Varšava (Poľsko) : De Gruyter Poland. – ISSN 1730-4237. – ISSN (online) 1898-0198. – Roč. 23, č. 1 (2023), s. 170-193 [tlačená forma] [online]. – SNIP: 0,2 - 2023 ; SJR: 0,164 - 2023 ; CiteScore: 1 - 2023

2023, Scimago - Business, management and accounting (miscellaneous) - Q4; **2023, Scimago** - Economics, econometrics and finance (miscellaneous) - Q4; **2023, Scimago** - Marketing - Q4; **2023, Scimago** - Organizational behavior and human resource management - Q4

V3_014 Assessment of the financial position of businesses operating within a certain sector of the national economy / Nagy, Marek [Korešpondenčný autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 90%]; Valášková, Katarína [Autor, ZUZPEDKEK, 10%]. – [angličtina]. – [OV 080]. – [ŠO 6213]. – [článok]. – [recenzované]. – DOI 10.54933/jmbrp-2023-15-2-1.

In: *Journal of management and business* [textový dokument (print)] [elektronický dokument] : research and practice. – Prešov (Slovensko) : Prešovská univerzita v Prešove. – ISSN 1338-0494. – ISSN (online) 1339-9381. – Roč. 15, č. 2 (2023), s. 1-15 [tlačená forma] [online]

V3_015 Machine intelligence and autonomous robotic technologies in the corporate context of SMEs : deep learning and virtual simulation algorithms, cyber-physical production networks, and Industry 4.0-based manufacturing systems / Nagy, Marek [Korešpondenčný autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 60%]; Lăzăroiu, George [Korešpondenčný autor, 10%]; Valášková, Katarína [Autor, ZUZPEDKEK, 30%]. – [angličtina]. – [OV 080]. – [ŠO 6213]. – [článok]. – [recenzované]. – DOI 10.3390/app13031681. – CCC ; SCO ; WOS CC.

In: *Applied sciences* [elektronický dokument] . – Bazilej (Švajčiarsko) : Multidisciplinary Digital Publishing Institute. – ISSN (online) 2076-3417. – Roč. 13, č. 3 (2023), s. [1-35] [online]. – IF: 2,5 - 2023 ; SNIP: 0,924 - 2023 ; SJR: 0,508 - 2023 ; CiteScore: 5,3 - 2023 ; Nordic List: 1 - 2023 ; AIS: 0.428 - 2023

2023, AIS - Chemistry, multidisciplinary - Q2; **2023, AIS** - Engineering, multidisciplinary - Q2; **2023, AIS** - Materials science, multidisciplinary - Q3; **2023, AIS** - Physics, applied - Q3; **2023, JCI** - Chemistry, multidisciplinary - Q2; **2023, JCI** - Engineering, multidisciplinary - Q2; **2023, JCI** - Materials science, multidisciplinary - Q3; **2023, JCI** - Physics, applied - Q2; **2023, JIF** - Chemistry, multidisciplinary - Q2; **2023, JIF** - Engineering, multidisciplinary - Q1; **2023, JIF** - Materials science, multidisciplinary - Q3; **2023, JIF** - Physics, applied - Q2; **2023, Scimago** - Computer science applications - Q3; **2023, Scimago** - Engineering (miscellaneous) - Q2; **2023, Scimago** - Fluid flow and transfer processes - Q2; **2023, Scimago** - Instrumentation - Q2; **2023, Scimago** - Materials science (miscellaneous) - Q2; **2023, Scimago** - Process chemistry and technology - Q3

V3_016 Evaluation of the financial standing of businesses in a certain sector of the national economy / Krasteva, Nadezhda [Autor, 20%]; Nagy, Marek [Korešpondenčný autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 80%]. – [angličtina]. – [OV 080]. – [ŠO 6213]. – [článok]. – [recenzované]. – DOI 10.26552/ems.2022.2.18-36.

In: *Ekonomicko-manadžerske spektrum* [textový dokument (print)] [elektronický dokument] : vedecký časopis Fakulty prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov Žilinskej univerzity v Žiline. – Žilina (Slovensko) : Žilinská univerzita v Žiline. Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov. – ISSN 1337-0839. – ISSN (online) 2585-7258. – Roč. 16, č. 2 (2022), s. 18-36 [tlačená forma] [online]

V3_017 Computer vision algorithms, remote sensing data fusion techniques, and mapping and navigation tools in the Industry 4.0-based Slovak automotive sector / Nagy, Marek [Korešpondenčný autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 80%] ; Lăzăroiu, George [Autor, 20%]. – [angličtina]. – [OV 080]. – [ŠO 6213]. – [článok]. – [recenzované]. – DOI 10.3390/math10193543. – CCC ; SCO ; WOS CC.

In: *Mathematics* [elektronický dokument] . – Bazilej (Švajčiarsko) : Multidisciplinary Digital Publishing Institute. – ISSN (online) 2227-7390. – Roč. 10, č. 19 (2022), s. [1-22] [online]. – IF: 2,4 - 2022 ; SNIP: 1,008 - 2022 ; SJR: 0,446 - 2022 ; CiteScore: 3,5 - 2022 ; Nordic List: 1 - 2022 ; AIS: 0.369 - 2022

2022, AIS - Mathematics - Q4; 2022, JCI - Mathematics - Q1; 2022, JIF - Mathematics - Q1; 2022, Scimago - Computer science (miscellaneous) - Q2; 2022, Scimago - Engineering (miscellaneous) - Q2; 2022, Scimago - Mathematics (miscellaneous) - Q2

V3_018 Industry 4.0 wireless networks and cyber-physical smart manufacturing systems as accelerators of value-added growth in Slovak exports / Valášková, Katarína [Korešpondenčný autor, ZUZPEDKEK, 25%] ; Nagy, Marek [Autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 40%] ; Zábojník, Stanislav [Autor, EUBOBFKMO, 25%] ; Lăzăroiu, George [Autor, 10%]. – [angličtina]. – [OV 080]. – [ŠO 6213]. – [článok]. – [recenzované]. – DOI 10.3390/math10142452. – CCC ; SCO ; WOS CC.

In: *Mathematics* [elektronický dokument] . – Bazilej (Švajčiarsko) : Multidisciplinary Digital Publishing Institute. – ISSN (online) 2227-7390. – Roč. 10, č. 14 (2022), s. [1-21] [online]. – IF: 2,4 - 2022 ; SNIP: 1,008 - 2022 ; SJR: 0,446 - 2022 ; CiteScore: 3,5 - 2022 ; Nordic List: 1 - 2022 ; AIS: 0.369 - 2022

2022, AIS - Mathematics - Q4; 2022, JCI - Mathematics - Q1; 2022, JIF - Mathematics - Q1; 2022, Scimago - Computer science (miscellaneous) - Q2; 2022, Scimago - Engineering (miscellaneous) - Q2; 2022, Scimago - Mathematics (miscellaneous) - Q2

V3_019 Chasing up the value-added by implementing newest trends of industry 4.0 - Evidence from Slovak automotive industry / Nagy, Marek [Autor, 50%] ; Zábojník, Stanislav [Autor, EUBOBFKMO, 25%] ; Valášková, Katarína [Autor, ZUZPEDKEK, 25%]. – [angličtina]. – [OV 080]. – [ŠO 6213]. – [článok]. – [recenzované]. – DOI 10.36708/Littera_Scripta2022/1/10.

In: *Littera Scripta* [textový dokument (print)] [elektronický dokument] . – České Budějovice (Česko) : Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích. – ISSN 1802-503X. – ISSN (online) 1805-9112. – Roč. 15, č. 1 (2022), s. 142-158 [tlačená forma] [online]

V3_020 Earnings management detection : practical application of Benford's law in business practice / Gajdošíková, Dominika [Korešpondenčný autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 45%] ; Nagy, Marek [Autor, 45%] ; Valášková, Katarína [Autor, ZUZPEDKEK, 10%]. – [angličtina]. – [OV 080]. – [ŠO 6213]. – [článok]. – [recenzované]. – DOI 10.54933/jmbrp-2022-14-1-1.

In: *Journal of management and business* [textový dokument (print)] [elektronický dokument] : research and practice. – Prešov (Slovensko) : Prešovská univerzita v Prešove. – ISSN 1338-0494. – ISSN (online) 1339-9381. – Roč. 14, č. 1 (2022), s. 1-11 [tlačená forma] [online]

V3_021 The effect of CSR policy on earnings management behavior : evidence from Visegrad publicly listed enterprises / Nagy, Marek [Autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 34%] ; Valášková, Katarína [Autor, ZUZPEDKEK, 33%] ; Ďurana, Pavol [Autor, ZUZPEDKEK, 33%]. – [angličtina]. – [OV 080]. – [ŠO 6213]. – [článok]. – [recenzované]. – DOI 10.3390/risks10110203. – SCO ; WOS CC.

In: *Risks* [elektronický dokument] . – Basel (Švajčiarsko) : Multidisciplinary Digital Publishing Institute. – ISSN 2227-9091. – Roč. 10, č. 11 (2022), s. [1-14] [online]. – IF: 2.2 - 2022 ; SNIP: 1,04 - 2022 ; SJR: 0,439 - 2022 ; CiteScore: 3,1 - 2022 ; AIS: 0.396 - 2022
2022, AIS - Business, finance - Q2; **2022, JCI** - Business, finance - Q2; **2022, Scimago** - Accounting - Q2; **2022, Scimago** - Economics, econometrics and finance (miscellaneous) - Q2; **2022, Scimago** - Strategy and management - Q3

V3_022 Earnings management : conceptual and detection framework [Earnings management : koncepčný a detekčný rámec] / Nagy, Marek [Autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 100%]. – [slovenčina]. – [OV 080]. – [ŠO 6213]. – [článok]. – [recenzované].

In: *PHD Progress* [textový dokument (print)] : vedecký časopis študentov doktorandského štúdia Fakulty prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov Žilinskej univerzity v Žiline. – Žilina (Slovensko) : Žilinská univerzita v Žiline. Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov. – ISSN 1339-1712. – Roč. 10, č. 2 (2022), s. 20-27 [tlačená forma]

V3_023 Virtual clones of cyber-physical production systems, workspace digital twins, and multi-sensor fusion technologies in the interactive industrial metaverse / Nagy, Marek [Autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 40%] ; Kubala, Pavol [Autor, 20%] ; Tucmeanu, Elena Roxana [Autor, 20%] ; Corpodean, Horea [Korešpondenčný autor, 20%]. – [angličtina]. – [OV 080]. – [ŠO 6213]. – [článok]. – [recenzované]. – DOI 10.22381/emfm17420222.

In: *Economics, Management, and Financial Markets* [elektronický dokument] [textový dokument (print)] . – New York (USA) : Addleton Academic Publishers. – ISSN 1842-3191. – ISSN (online) 1938-212X. – Roč. 17, č. 4 (2022), s. 27-42 [tlačená forma] [online]

2020, Scimago - Business and international management - Q2; **2020, Scimago** - Economics, econometrics and finance (miscellaneous) - Q1; **2020, Scimago** - Sociology and political science - Q1; **2020, Scimago** - Strategy and management - Q2

V3_024 Metaverse-based industrial services, ambient intelligence and simulation modeling tools, and brain-inspired cognitive and empathetic computing systems across 3D digital twin factories / Nagy, Marek [Autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 40%] ; Kubala, Pavol [Autor, 20%] ; Tucmeanu, Elena Roxana [Autor, 20%] ; Miša, Anamaria [Korešpondenčný autor, 20%]. – [angličtina]. – [OV 080]. – [ŠO 6213]. – [článok]. – [recenzované]. – DOI 10.22381/jsme10420221.

In: *Journal of Self-Governance and Management Economics* [elektronický dokument] [textový dokument (print)] . – New York (USA) : Addleton Academic Publishers. – ISSN 2329-4175. – ISSN (online) 2377-0996. – Roč. 10, č. 4 (2022), s. 9-23 [tlačená forma] [online]

2020, Scimago - Business and international management - Q1; **2020, Scimago** - Economics, econometrics and finance (miscellaneous) - Q1; **2020, Scimago** - Philosophy - Q1; **2020, Scimago** - Political science and international relations - Q1

V3_025 The growth of research in earnings management phenomenon / Nagy, Marek [Korešpondenčný autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 80%] ; Valášková, Katarína [Autor, ZUZPEDKEK, 20%]. – [angličtina]. – [OV 080]. – [ŠO 6213]. – [článok]. – [recenzované]. – DOI 10.2478/mdke-2022-0023.

In: *Management dynamics in the knowledge economy* [elektronický dokument] [textový dokument (print)] . – Varšava (Poľsko) : De Gruyter Poland, Bukurešť (Rumunsko) : National university of political studies and public administration. – ISSN 2286-2668. – ISSN (online) 2392-8042. – Roč. 10, č. 4 (2022), s. 360-375 [online] [tlačená forma]

P1 Pedagogický výstup publikačnej činnosti ako celok
Počet výstupov: 3

P1_001 Dlhové financovanie [textový dokument (print)] [skriptum] : praktikum / Valášková, Katarína [Autor, ZUZPEDKEK, 34%] ; Gajdošíková, Dominika [Autor, ZUZPEDKEK, 33%] ; Nagy, Marek [Autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 33%] ; Ďurana, Pavol [Recenzent] ; Šofranková, Beáta [Recenzent]. – 1. vyd. – Žilina (Slovensko) : Žilinská univerzita v Žiline, 2025. – 131 s. [10,35 AH] [tlačaná forma]. – [slovenčina]. – [OV 080]. – [ŠO 6213]. – ISBN 978-80-554-2182-7

P1_002 Behaviorálne financie [textový dokument (print)] [skriptum] / Valášková, Katarína [Autor, ZUZPEDKEK, 50%] ; Nagy, Marek [Autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 50%] ; Zvaríková, Katarína [Recenzent] ; Širá, Elena [Recenzent]. – 1. vyd. – Žilina (Slovensko) : Žilinská univerzita v Žiline, 2025. – 97 s. [8,30 AH] [tlačaná forma]. – [slovenčina]. – [OV 080]. – [ŠO 6213]. – ISBN 978-80-554-2181-0

P1_003 Modelovanie finančných rizík [textový dokument (print)] [učebnica pre vysoké školy] / Valášková, Katarína [Autor, ZUZPEDKEK, 34%] ; Gajdošíková, Dominika [Autor, ZUZPEDKEK, 33%] ; Nagy, Marek [Autor, [Interný doktorand]ZUZPEDKEK, 33%] ; Jenčová, Sylvia [Recenzent] ; Sedliačiková, Mariana [Recenzent]. – 1. vyd. – Žilina (Slovensko) : Žilinská univerzita v Žiline, 2025. – 289 s. [16,05 AH] [tlačaná forma]. – [slovenčina]. – [OV 080]. – [ŠO 6213]. – ISBN 978-80-554-2194-0

Skupina V - Vedecký výstup publikačnej činnosti (V1, V2, V3)

Počet výstupov: 31

V2 Vedecký výstup publikačnej činnosti ako časť editovanej knihy alebo zborníka (6)

V3 Vedecký výstup publikačnej činnosti z časopisu (25)

Skupina O - Odborný výstup publikačnej činnosti (O1, O2, O3)

Počet výstupov: 0

Skupina P - Pedagogický výstup publikačnej činnosti (P1, P2)

Počet výstupov: 3

P1 Pedagogický výstup publikačnej činnosti ako celok (3)

Skupina U - Umelecký výstup publikačnej činnosti (U1, U2, U3)

Počet výstupov: 0

Skupina D - Dokument práv duševného vlastníctva (D1)

Počet výstupov: 0

Skupina I - Iný výstup publikačnej činnosti (I1, I2, I3)

Počet výstupov: 0

Skupina A1 - Knižné publikácie charakteru vedeckej monografie (AAA, AAB, ABA, ABB, ABC, ABD)

Počet výstupov: 0

Skupina A2 - Ostatné knižné publikácie (ACA, ACB, BAA, BAB, BCB, BCI, CAA, CAB, EAI, EAJ, FAI)

Počet výstupov: 0

Skupina B - Publikácie v karentovaných časopisoch alebo registrované vo WoS a Scopus (ADC, ADD, BDC, BDD, CDC, CDD, ADM, ADN, BDM, BDN)

Počet výstupov: 0

Skupina P - Patenty (AGJ)

Počet výstupov: 0

Skupina D - Ostatné sledované publikácie (ACC, ACD, ADE, ADF, AEC, AED, AEG, AEH, AFA, AFB, AFC, AFD, AFE, AFF, AFG, AFH, AEM, AEN, BBA, BBB, BCK, BDA, BDB, BDE, BDF, BEE, BEF, BFA, BFB, CBA, CBB, CDE, CDF)

Počet výstupov: 0

Skupina O - Iné, nesledované publikácie (AFK, AFL, AGI, CAI, CAJ, CEC, CED, CGC, CGD, CIA, CIB, CJA, CJB, CKA, CKB, DAI, EDI, EDJ, GAI, GHG, GII)

Počet výstupov: 0

Ostatné - mimo kategórií MŠSR

Počet výstupov: 0

ŠTATISTIKA ZÁZNAMOV: 34

Podľa kategórie EPC od roku 2022

Počet všetkých záznamov: 34

V2 - Vedecký výstup publikačnej činnosti ako časť editovanej knihy alebo zborníka: 6

V3 - Vedecký výstup publikačnej činnosti z časopisu: 25

P1 - Pedagogický výstup publikačnej činnosti ako celok: 3

Podľa typu dokumentu

článok: 25

príspevok: 1

príspevok z podujatia: 5

skriptum: 2

učebnica pre vysoké školy: 1

Podľa krajiny vydania

Počet domácich vydání: 12

Počet zahraničných vydání: 22

Podľa oblasti výskumu

070 Právo a medzinárodné vzťahy: 1

080 Ekológia a manažment: 33

Podľa študijného odboru

6213 ekonómia a manažment: 34

Podľa podujatia

Počet všetkých konferenčných publikácií a príspevkov: 5

Z toho na domácich podujatiach: 3

Z toho na zahraničných podujatiach: 2

Podľa projektov

Počet publikácií s naviazaným projektom: 28

Podľa databáz a citačných indexov (obsahuje čakateľov)

CCC Current Content Connect: 9

OA Open access: 2

SCO SCOPUS: 16

WOS CC Web of Science Core Collection: 13

ESCI Emerging Sources Citation Index: 3

SCIE Science Citation Index Expanded: 2

SSCI Social Sciences Citation Index: 3

Podľa metrík

AIS: 6

CiteScore: 7

IF: 6

Nordic List: 4

SJR: 7

SNIP: 7

Podľa kvartilov

Počet záznamov s kvartilom AIS: 6

Z toho Q2: 2

Z toho Q3: 2

Z toho Q4: 3

Počet záznamov s kvartilom JCI: 6

Z toho Q1: 3

Z toho Q2: 2

Z toho Q3: 2

Počet záznamov s kvartilom JCR: 5

Z toho Q1: 4

Z toho Q2: 1

Z toho Q3: 2

Z toho Q4: 1

Počet záznamov s kvartilom Scimago: 7

Z toho Q2: 5

Z toho Q3: 3

Z toho Q4: 2