

Digitizácia, digitalizácia a digitálna transformácia v priemysle - systematický prehľad literatúry

Laura Lachvajderová ¹, Jaroslava Kádárová ¹, Marek Kliment ¹, Martin Trebuňa ¹

¹ Technická univerzita, Strojnícka fakulta - Ústav priemyselného inžinierstva, manažmentu a inžinierstva prostredia

Park Komenského 9, 042 00 Košice, Slovensko

laura.lachvajderova@tuke.sk

jaroslava.kadarova@tuke.sk

marek.kliment@tuke.sk

martin.trebuna@tuke.sk

Abstrakt: Tento príspevok prináša výskumnú agendu digitálnej transformácie s novými perspektívami, založenú na systematickom prehľade literatúry, ktorá umožní preskúmať všetky aspekty existujúcej literatúry a empirické dôkazy. Prehľad literatúry ponúka interný prehľad vedeckých výstupov, ktoré môžu byť užitočné pre ďalší výskum a v konečnom dôsledku ušetrí čas pri hľadaní vhodných zdrojov pre zvolenú tému. Recenzia literatúry je založená na piatich otázkach vedeckého výskumu, ktoré naznačujú smer preskúmania. Cieľom tejto štúdie je poskytnúť základ pre budúce štúdie, ktoré môžu budúcim štúdiám pomôcť lepšie porozumieť digitálnej transformácii a jej charakteristikám. Výstupom článku je vysvetlenie postupu pri vykonávaní tejto recenzie literatúry a tiež vyhodnotenie dostupných zdrojov vo vedeckej databáze Scopus pomocou softvéru Publish or Perish.

1 Úvod

Prudký rozvoj technológií, ako aj veľa zmien na celosvetovom trhu viedli k vzniku nového trendu – digitálna transformácia (DT). Myšlienka digitálnej transformácie sa rozdeľuje na „digitálne“ a „transformácia“. Pojem „digitálny“ sa používa rovnako ako „informačné technológie“. V súčasnosti je pojem „digitálny“ synonymom pre rýchlosť zmien, ku ktorým v dnešnom svete dochádza rýchlym prijatím technológie. Pojem „transformácia“ znamená, že digitálne použitie integrálne umožňuje nové typy inovácií a tvorivosti v konkrétnej oblasti. V dnešnej dobe sa spoločnosti menia vďaka novým informačným a komunikačným technológiám, ale len málokto pochopil, ako využiť výhody tohto javu. DT je nevyhnutná pre všetky podniky bez ohľadu na ich veľkosť a sektor činnosti. Okrem dematerializácie pracovných procesov umožňuje optimalizovať svoje operácie a zvyšovať výkon, efektívnosť a konkurencieschopnosť prijatím nového spôsobu riadenia, nových nástrojov a nových pracovných metód. DT sa stala významnou témou záujmu a strategickou otázkou pre všetky podniky. Ponúka im nové príležitosti, ktoré

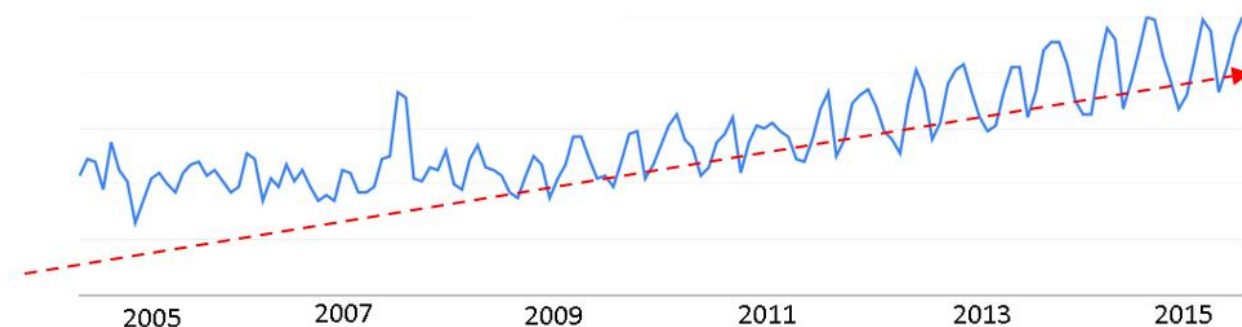
presahujú ich tradičné činnosti, a to zrýchlením ich rastu a vytvorením udržateľných konkurenčných výhod a bezpečnosti prevádzky [1].

V posledných rokoch sa veľké množstvo štúdií pokúsilo definovať riešenie úspešného riadenia DT. Stále však chýba dostatok pokynov pre podniky, ako sa riadiť týmito radikálnymi zmenami. Henriette a kol. ukázali systematický prehľad literatúry o slabostiach a príležitostiach digitálnej transformácie, napríklad o digitálnych schopnostiach, obchodných modeloch, skúsenostiach so zákazníkmi a prevádzkových procesoch [2]. Joao Reis a kol. sa venovali prehľadu literatúry a pokynmi pre budúci výskum s cieľom definovať pojem digitálna transformácia, ktorá poskytuje všeobecný prehľad literatúry spolu s návrhmi pre budúci výskum [3].

Tento dokument poskytuje výskumnú agendu DT s novými perspektívami, založenú na systematickej metóde kontroly literatúry, ktorá umožní preskúmať všetky aspekty existujúcej literatúry a empirické dôkazy.

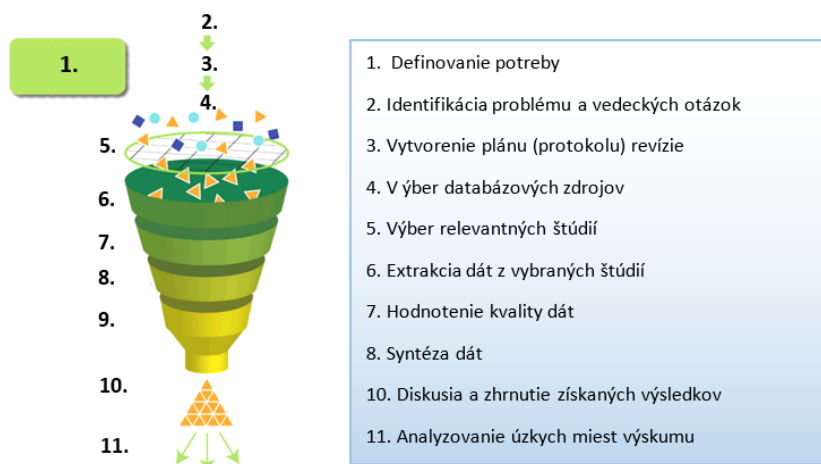
2 Metodika

Povedomie o systematickej revízii (obrázok 1) má vo výskumnej oblasti rastúci charakter, nakoľko prináša relevantné zdroje dát poskytujúce priestor pre budúci výskum. [4]



Obrázok 1 - Povedomie metodiky systematickej revízie vo výskume, Zdroj: Google Trends

Cieľom tejto štúdie je preskúmať literatúru o digitalizácii a digitálnej transformácii. Použila sa na to systematická metóda nadväzujúca na protokol Okoli a Schabram z roku 2010 (obrázok 2) [5], na preskúmanie veľkého počtu recenzovaných prác publikovaných v rokoch 2015 až 2020, z ktorých bolo možné extrahovať veľké množstvo dokumentov týkajúcich sa digitalizácie a digitálnej transformácie, a tieto boli vybrané pre analýzu. Systematické preskúmanie pomohlo zhromaždiť všetky relevantné informácie týkajúce sa DT a digitalizácie prostredníctvom jej dôsledného a presne definovaného prístupu. Jeho cieľom je obmedziť systematické chyby (zaujatosť), hlavne pokusom o identifikáciu, hodnotenie a syntézu všetkých relevantných štúdií pomocou konkrétnej metodológie.



Obrázok 2 - Postup systematickej revízie, Zdroj: Vlastné spracovanie

Koncept použitý v tomto výskume pozostáva z kvantitatívnej aj kvalitatívnej analýzy na zníženie potenciálneho skreslenia. Kvalitatívny koncept sa sústreďuje na obsah literatúry a kvantitatívny koncept založený na bibliometrickom prehľade pomocou bezplatného analytického softvérového programu „Publish or Perish“. Na získanie citácií sa použila digitálna vedecká databáza Scopus, potom sa citácie analyzovali a vytvorili následnú štatistiku: celkový počet príspevkov, celkový počet citácií, priemerný počet citácií na príspevok, priemerný počet citácií na autora, priemerný počet príspevkov na autora, priemerný počet citácií za rok, Hirschov h-index a súvisiace parametre, Eggheho g-index, Súčasný h-index, vekovo vážená citovanosť, dve variácie jednotlivých h-indexov, analýza počtu autorov na článok. Oba tieto koncepty sa pri uskutočňovaní tejto štúdie navzájom dopĺňali.

2.1 Identifikácia a stratégia výskumu

Pre dosiahnutie cieľov sa uplatnil koncept systematického preskúmania. Skôr ako sa začalo postupovať podľa protokolu, ako prvý krok tejto štúdie sa vykonala špecifikácia problému a preformuloval sa cieľ v podobe jasných, štruktúrovaných a jednoznačných výskumných otázok (RQ). DT, ako aj jej vplyv na priemyselné podniky, sú osobitne zaujímavé. Z tohto dôvodu sa preskúmali nasledujúce otázky:

RQ1: Ktoré publikačné databázy sú primárnym cieľom pre tému DT?

RQ2: Ako sa v priebehu času zmenila frekvencia publikácií na tému DT?

RQ3: Aký je najčastejší typ príspevku (konferencia/časopis)?

RQ4: Ako môžeme definovať DT v kontexte priemyselného podniku?

RQ5: Aký má vplyv DT na priemyselné podniky?

Metóda vyhľadávania použitá v štúdiu sa nazýva logické vyhľadávanie (AND / OR). Vyhľadávanie literatúry sa zameriavalo na vedecké články publikované v angličtine v rokoch 2015 až 2020. Skupina relevantných kľúčových slov bola vybraná prostredníctvom predchádzajúcich článkov a článkov v rovnakom odbore alebo s podobným rozsahom. Použité kľúčové slová sú uvedené v

tabuľke 1. V rôznych zloženiach výrazov sa hľadali kľúčové slová, abstrakty a názvy. Použitý vyhľadávací reťazec je: [(“Digital transformation” OR “Industry 4.0” OR “Industrie 4.0” OR “Smart Factory” OR “Digitalization”)AND (“transformation” OR “management” OR “change” OR “strategy”)].

Tabuľka 1 - Hľadané výrazy a kľúčové slová

„OR“		„OR“
„Digital“ „Industry 4.0“ „Industrie 4.0“ „Smart factory“ „Digitalization“	„AND“	„transformation“ „management“ „change“ „strategy“

Prostredníctvom digitálnej knižnice Scopus sa uskutočnil prieskum pomocou rôznych metód so špecifickou konfiguráciou vyhľadávacieho reťazca. Scopus je považovaný za jednu z najväčších databáz citácií a abstraktov z recenzovaných bibliografií a kvalitných webových stránok a má široké pokrytie rôznych odborov a tém. Zahŕňa inteligentné nástroje pre analýzu.

Tabuľka 2 - Systematický proces vyhľadávania

SCOPUS	
Kritériá	Filtre
Vymedzenie	Téma (názov, abstrakt, kľúčové slová)
Typ dokumentu	Články a zborníky z konferencií
Jazyk	Anglický
Rok	2015-2020

2.2 Posúdenie kvality výskumu

Počiatočný výber príspevkov nebol obmedzený a do výsledkov bol zahrnutý príspevok z iných výskumných oblastí, pretože sme neuplatnili žiadne obmedzenia. Keďže cieľom tohto prieskumu je poskytnúť komplexný prehľad oblastí výskumu, ktoré sa zameriavajú na problémy týkajúce sa kontextov DT a digitalizácie, a preskúmať ich vplyv na priemyselné podniky, výsledky vyhľadávania sa spresnili podľa niektorých kvalitatívnych opatrení. Najskôr bola vykonaná manuálna kontrola obsahu celých článkov, abstraktov a názvu. Potom sa definovali výberové kritériá, ktoré štúdie sú zahrnuté alebo vylúčené.

Kritéria zaradenia:

- Článok by sa mal týkať DT alebo digitalizácie, a musí sa týkať výskumnej otázky.
- Publikácia musí mať transparentnú metodológiu.
- Výskum musí pochádzať z dôveryhodných zdrojov a časopisov.
- Rok vydania príspevkov musí byť zverejnený v rokoch 2015 až 2020.
- Príspevok musí byť napísaný v anglickom jazyku.

Kritéria vylúčenia:

- Štúdia je redakčná, hlavná myšlienka, názorová, konzultačná, workshopová, súhrnná správa, poster alebo príspevok, ako sú nepublikované články, diplomové práce a knihy. Takéto dokumenty boli vylúčené, pretože tieto články zvyčajne nie sú recenzované.
- Štúdie, ktorých celý text nie je k dispozícii.

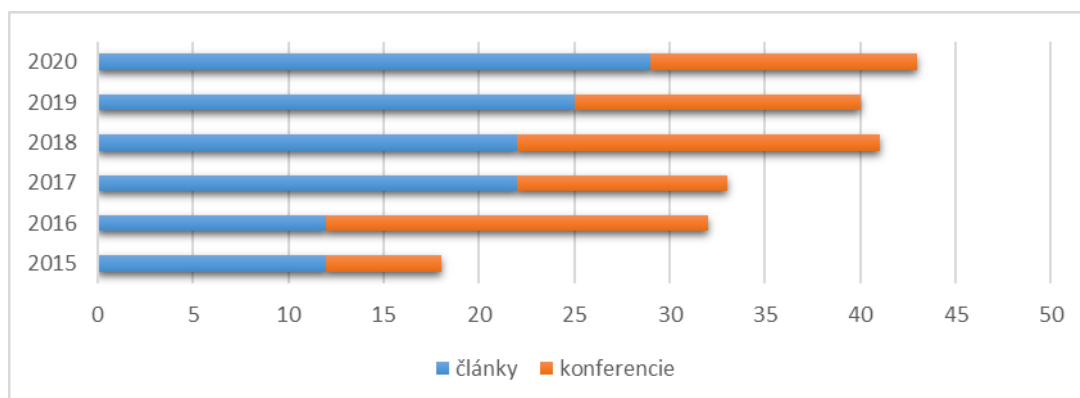
Aplikácia vyhľadávacieho reťazca v databáze Scopus umožnila vygenerovať 245 článkov. Fáza filtrovania článkov sa zahájila uplatnením kritérií zaradenia. Vyhľadávanie sa zameralo na články v časopisoch a konferenčné príspevky publikované v rokoch 2015 - 2020 v anglickom jazyku. Potom sa na základe ich názvu, kľúčových slov, abstraktu a možno celého textu boli schopní vybrať články, ktoré umožnia odpovedať na výskumné otázky.

3 Výsledky výskumu

Výskyt článkov podľa roku vydania

Od roku 2015 do roku 2020 sa ročne objaví veľké množstvo článkov o DT a digitalizácii. Od roku 2016 až po 2018 sa počet článkov výrazne zvýšil s nárastom o viac ako 20 článkov ročne. Počet príspevkov publikovaných po roku 2018 sa zdvojnásobil, čo len dokazuje, že digitalizácia sa stala dôležitou oblasťou vedeckého výskumu. 52% z celkového počtu výstupov predstavujú články v časopisoch a 48% tvoria zborníky z konferencií. Tieto údaje demonštruje graf (obr. 3), ktorý ilustruje 207 prác publikovaných v priebehu

rokov. Obrázok 3 ukazuje, že najvyššie percento publikovaných článkov (14%) v roku 2020 a najnižšie (6%) v roku 2015.



Obrázok 3 - Výskyt publikovaných vedeckých výstupov v jednotlivých rokoch (n=207), Zdroj: Vlastné spracovanie

Publikácia článkov podľa krajiny vydania

Je potrebné poznamenať, že krajiny, ktoré prispeli najviac, sú takzvané priemyselné krajiny ako Nemecko, USA, Rusko s 34%, 18% a 7%. Nie je prekvapením, že na čele rebríčka sú USA a Nemecko. Tieto krajiny, ovplyvnené hlavne veľkosťou svojich trhov, majú tiež silný vzdelávací a výskumný systém, ako aj prostredie priaznivé pre podnikanie. Za týmito gigantmi nasleduje Rusko, Veľká Británia a Austrália. Aj keď sú výsledky digitalizácie v týchto krajinách menej viditeľné ako v Spojených štátoch a Nemecku, tieto krajiny majú v základoch robustnú infraštruktúru, prepojenia a odborné znalosti pre rozvoj.

Tabuľka 3 - Najväčší percentuálny podiel publikácie článkov podľa krajín, Zdroj: vlastné spracovanie

Krajina	Klasifikácia
Nemecko	34%
USA	18%
Rusko	7%
Veľká Británia	7%
Austrália	6%

5 najlepších autorov v okruhu podľa citačného čísla

Jednou z ďalších úloh bolo extrahovať 5 najlepších autorov podľa ich citácií (tabuľka 4.). Aby to bolo konkrétnejšie, software „Publish or Perish“ zobrazuje výsledky databázy Scopus usporiadané podľa celkového vplyvu a dopadu.

Berie do úvahy rôzne metriky vrátane celkového počtu citácií. Najvplyvnejšie príspevky sa zamerali na stratégiu digitálnej transformácie a pokúsili sa pomôcť odborníkom, usmerniť ich a dopomôcť k tomu, aby podniky mohli čeliť výzvam a rizikám digitálnej transformácie a digitalizácie.

Tabuľka 4 - Zoznam piatich najlepších autorov podľa počtu citácií v danej oblasti, Zdroj: Vlastné spracovanie

Autor	Publikácia	Názov príspevku	Počet citácií	Citácie/rok
C.Matt a kol. (2015)	Business and information systems Engineering	Digital Transformation Strategies	372	62,00
B. Chen a kol. (2017)	IEEE Access	Smart Factory of Industry 4.0	262	65,5
T. Hess a kol. (2016)	MIS Quarterly Executive	Options for formulating a digital transformation strategy	252	50,40
A.G. Frank a kol. (2019)	International Journal of Production Economics	Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies	250	125,00
L.S. Dalenogare a kol. (2018)	International Journal of Production Economics	The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance	216	72,00

Publikácia príspevkov podľa časopisu

Časopis, ktorý mal najväčší počet publikácií v oblasti digitálnej transformácie a digitalizácie, bol MIS Quarterly Executive, čo je časopis, ktorý podporuje praktický výskum v oblasti IS a šíri výsledky tohto výskumu oveľa relevantnejším spôsobom pre odborníkov z praxe.

Tabuľka 5 - Zoznam piatich časopisov s najväčším počtom publikácií pre danú oblasť, Zdroj: Vlastné spracovanie

Názov časopisu	Počet	% z 207
MIS Quarterly Executive	15	7,24
International Journal of Production Research	8	3,86
Procedia Manufacturing	7	3,38
Technological Forecasting and Social Change	6	2,9
Computers in Industry	5	2,41

Podobné vyhľadávanie sa uskutočnilo v databáze Scopus s iným pojmom ako „digitalization“, „Industry 4.0“, „smart factory“ s rovnakými filtrami. Výsledkom bolo veľké množstvo článkov (cca 40 000), zborníkov z konferencie a pod., preto je pre túto štúdiu ako správna voľba software "Publish or Perish", ktorý je vo vyhľadávaní vysoko citlivý a zredukuje počet článkov pre zadanú oblasť.

4 Diskusia

DT je jednou z tém, ktorá bude dlhodobo obsadzovať študijnú agendu a riadenie mnohých podnikov. Je to trvalý trend, ktorý neustále obnovujú nové generácie digitálnych technológií. DT môžu charakterizovať tri charakteristiky.

Prvá charakteristika vyjadruje to, že DT je nezvratná. [11] Nové digitálne technológie alebo koncepty zavádzania nových technológií môžu byť na začiatku ich uvedenia na trh menej účinné ako už existujúce technológie. Situácia sa však zlepšuje, keď dôjde k zrelosti transformácie, ktorá odstráni vopred stanovené riešenia z ich dominantného postavenia na trhu. Používateľ digitálnej inovácie sa tak nechce vzdať komfortu, ktorý mu poskytuje jej použitie. Zrieknutie sa používania nových technológií je pre mnoho ľudí nemysliteľné. [12]

Po druhé, DT je nevyhnutná. [13] Súčasný spoločenský a hospodársky kontext si vyžaduje inovatívne využitie digitálnych technológií na riešenie výziev urbanizácie a globalizácie hospodárskych činností. V súčasnosti sú všetky podniky vyzvané, aby uskutočnili túto transformáciu, aby lepšie integrovali nový digitálny ekosystém a dosiahli tento skok k modernizácii. Pokrok v digitálnych technológiách teraz umožňuje podnikom vyvíjať riešenia zložitých výziev. DT dosiahla hranicu zrelosti, ktorá pomáha vyriešiť veľa doteraz neriešiteľných problémov.

Tretia charakteristika vyjadruje to, že procesy DT sú stále neisté, ale nevyhnutné a prebiehajú mimoriadne rýchlo. [14] Rýchle tempo vývoja digitálnych technológií a ich účinky v mnohých odvetviach sťažujú predvídanie, ktoré spoločnosti uspejú v transformácii. Tiež je možné zaznamenať zrýchlenie inovácií a zmien. Konkurencieschopnosť sa už dávno

prestala spoliehať iba na fyzický produkt, ale skôr sa spolieha na jeho integráciu do ekosystému inteligentných služieb. [15]

DT je nevyhnutná, nezvratná a prebieha mimoriadne rýchlo. Tieto tri charakteristiky ilustrujú skutočnosť, že DT hospodárstva a podniku je proces, ktorý sa nedá zastaviť a je v plnej expanzii. Aj keď je to v procese hlboké všeobecnej úpravy ekonomiky a sveta práce, digitalizácia sprevádza hlboké a rýchle zmeny odborov. Možnosti, ktoré ponúkajú nové digitálne technológie, tlačia na spoločnosti, aby neustále vyhodnocovali svoj potenciál pre rozvoj existujúcich obchodných modelov. [16] [17]

5 Záver

DT je oblasť, o ktorú sa akademická literatúra zaujíma najviac, ale stále si vyžaduje hlbšie vymedzenie konceptu, lepšie pochopenie požiadaviek, ale aj strategickú orientáciu z dlhodobého hľadiska. Na to, aby sa mohla poskytnúť lepšia charakteristika pre výskum aj prax, a teda aby sa oblasť DT štrukturalizovala, vykonalo sa systematické preskúmanie.

V tomto prieskume sa vykonala systematický prehľad literatúry o DT a digitalizácii. Výsledky tejto štúdie ukazujú, že stále existuje veľké množstvo dokumentov, ktoré sa ju snažia preskúmať. Nájdené zdroje preto prispievajú k prebiehajúcej výskumu a zameriavajú sa na lepšiu charakteristiku, analýzu oblasti a umožňujú zdôrazniť pochopenie DT v podnikoch a určiť užitočné výskumné smernice pre budúce akademické projekty.

Za vybraný počet rokov (2015-2020) bolo v rôznych digitálnych knižniciach publikovaných veľké množstvo článkov, ale na hodnotenie kvality sa použilo iba 207 článkov patriacich do digitálnej knižnice Scopus. Prostredníctvom tejto štúdie sa našli nové zaujímavé výskumné príležitosti pre budúci výskum. V konečnom dôsledku tento prehľad literatúry vyvolal vysoký záujem o podporu pre ďalšiu prácu, ktorá by mohla odborníkom poskytnúť cenné informácie a podporiť nový výskum a tak získať ďalšie akademické poznatky.

Podakovanie

Tento článok vznikol implementáciou VEGA 1/0340/21 Vplyv pandémie a následnej hospodárskej krízy na rozvoj digitalizácie podnikov a spoločnosti na Slovensku a KEGA 009TUKE-4/2020 Prenos digitalizácie do vzdelávania v štúdiu Program Podnikový manažment a ekonomika.

Použitá literatúra

- [1] ARRIBAS V., JOSÉ A. 3D Technology in Fashion: From Concept to Consumer. *Journal of Fashion Marketing and Management*. 2018, 22(2), 240-251. ISSN: 1361-2026.

- [2] HENRIETTE, E., FEKI, M., BOUGHZALA, L.. The Shape of Digital Transformation: A Systematic Literature Review. In: *Mediterranean Conference on Information Systems*. Samos, Greece, 2015, 431-443.
- [3] REIS, J. P. M., & AMORIM, M., & MELAO, N. Digital Transformation: A Literature Review and Guidelines for Future Research. In: *Trends and Advances in Information Systems and Technologies*. 2018, 746, 411-421.
- [4] REICHERT, R. Big Data: Medienkultur Im Umbruch. In: *Datenflut und Informationskanäle*. Innsbruck, Österreich, Innsbruck University Press, 2014. p. 37-54.
- [5] OKOLI, CH., SCHABRAM, K. A Guide to Conducting A Systematic Literature Review of Information Systems Research. *SSRN Electronic Journal*. 2010.
- [6] MATT, CH., HESS, T., BENLIAN, A. Digital Transformation Strategies. *Business and Information Systems Engineering*. 2015, 57(5), p. 339-343. ISSN 18670202.
- [7] CHEN, B., WAN, J., SHU, L., LI, S., MUKHERJEE, M., YIN, B. Smart Factory of Industry 4.0: Key Technologies, Application Case, and Challenges. *IEEE Access Journal*. 2017, 6.
- [8] HESS, T; MATT, C; BENLIAN, A; WIESBOCK, F (2016). Options for Formulating a Digital Transformation Strategy. *MIS Quarterly Executive*, 15/2(131), p. 123-139.
- [9] FRANK, A. G., DALENOGARE, L. S., AYALA, N. F. Industry 4.0 Technologies: Implementation Patterns in Manufacturing Companies. *International Journal of Production Economics*. 2019, 210, p. 15–26.
- [10] DALENOGARE, L. S., BENITEZ, G. B., AYALA, N. F., FRANK, A. G. The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics, Elsevier*. 2018, 204(C), p. 383-394.
- [11] SCHWERTNER, K. Digital Transformation of Business. *Trakia Journal of Science*. 2017, 15(1), p. 388–393. ISSN 1313-3551.
- [12] WESTERMAN, G. Revamping Your Business Through Digital Transformation. *MIT Sloan Management Review*. 2015, 56(3), p. 2-5. ISSN 15329194.
- [13] OLCOTT, D. Ethics and Education in the Digital Age: Global Perspectives and Strategies for Local Transformation in Catalonia. *RUSC Universities and Knowledge Society Journal*. 2015, 12(2), p. 59-72. ISSN 1698580X.
- [14] ROBINSON, S. Locating the Digital in Digital Journalism Studies: Transformations in Research. *Digital Journalism*. 2019, 7(3), p. 368-377. ISSN 21670811.
- [15] FUSKO, M., BUCKOVA, M., KRAJCOVIC, M., SVITEK, R. The strategy for implementation of the digitization in factories. *Transportation Research Procedia*. 2019, 40, p. 1045-1052. ISSN 2352-1465.

- [16] BUCKOVA, M., KRAJCOVIC, M., EDL, M. Computer Simulation and Optimization of Transport Distances of Order Picking Processes. *Procedia Engineering*. 2017, 192, p. 69-74. ISSN 1877-7058.
- [17] FUSKO, M., RAKYTA, M., KRAJCOVIC, M., DULINA, L., GASO, M., GRZNAR, P. Basics of Designing Maintenance Processes in Industry 4.0. *MM Science Journal*. 2018, p. 2252-2259. ISSN 1803-1269.