

NÁVRH VYUŽITIA EXPONENCIÁLNYCH LOGISTICKÝCH TECHNOLOGIÍ V ČASE PANDÉMIE COVID-19

Vladimír Klapita¹

Anotácia:

Príspevok pojednáva o možnosti využívania exponenciálnych logistických technológií v krízových situáciách akými sú napríklad pandémia Covid 19. Pri pandémii je dôležité obmedziť kontakty na minimum, avšak taktiež je dôležité udržať prijateľnú mieru zásobovania obyvateľstva. V príspevku je uvedená všeobecná analýza exponenciálnych logistických technológií, ale najmä možnosti ich využitia z pohľadu realizácie logistických reťazcov, resp. ich segmentu súvisiaceho so skladovaním a distribúciou v čase pandémie. Medzi exponenciálne technológie sa radia také, ktorých výkonnosť sa každý rok zdvojnásobuje, pričom však ich cena klesá na polovicu. V príspevku uvedená analýza a následné praktické využitie sa týka len tých vybraných logistických technológií, ktoré súvisia s dopravnou logistikou, podporou automatizácie a bezpečnou mobilitou (napr. drony a automaticky riadené vozidlá). Tieto technológie sú doplnené o tie, ktoré sa stávajú súčasťou nového prístupu k logistike a bezprostredne súvisia s nástupom Priemyslu 4.0. v logistike (napr. internet vecí, umelá inteligencia a digitálne dvojča).

Kľúčové slová:

Logistika, exponenciálne technológie, skladovanie, pandémia Covid 19, internet vecí, drony v logistike.

1. ÚVOD

Jedným zo základných pilierov Industry 4.0 sú exponenciálne technológie. Exponenciálne technológie sú také, ktorých výkonnosť a/alebo rýchlosť sa musí každým rokom zdvojnásobiť, pričom zároveň obvykle ich cena klesá na polovicu. Tieto technológie, ktoré sú postavené na základoch primárnych technológií sa stali neoddeliteľnou súčasťou nového prístupu k ponímaniu logistiky.

Medzi exponenciálne logistické technológie patria najmä tie, ktoré úzko súvisia s automatizáciou a robotizáciou či už vo výrobe, skladovaní alebo v distribúcii. Niektoré z exponenciálnych logistických technológií sú už dnes každodennou súčasťou výroby a distribúcie ako napríklad digitálne dvojča, robotizácia a automatizácia napr. v podobe automaticky riadených vozidiel (AGV), drony, internet vecí (IoT) a pod. Iné exponenciálne technológie sa zatiaľ úspešne vyvíjajú, testujú a čakajú na svoje širšie uplatnenie v praxi. Ide napr. o nanotechnológie, rozšírenú realitu, umelú inteligenciu a ďalšie.

V príspevku je uvedená všeobecná analýza vybraných exponenciálnych logistických technológií, ale najmä možnosti ich využitia z pohľadu realizácie logistických reťazcov, resp. ich segmentu súvisiaceho so skladovaním a distribúciou v čase pandémie Covid-19. Pri

¹ doc. Ing. Vladimír Klapita, CSc. Katedra železničnej dopravy, F – PEDAS, Žilinská univerzita v Žiline
e-mail: vladimir.klapita@uniza.sk

pandémii je dôležité obmedziť kontakty na minimum, avšak taktiež je dôležité udržať výrobu a distribúciu [1]. Aplikácia exponenciálnych technológií v čase pandémie je zložitý proces, ktorý si okrem iného vyžaduje v mnohých prípadoch aj legislatívne úpravy súvisiace s obmedzovaním niektorých práv a slobôd obyvateľov.

2. ANALÝZA VYBRANÝCH EXPONENCIÁLNYCH LOGISTICKÝCH TECHNOLOGIÍ

Exponenciálne technológie tvoria špecifickú kategóriu v oblasti technológií. Vzhľadom na násobné zvyšovanie ich výkonnosti a znižovanie ich ceny dostali označenie exponenciálne. Nie je explicitne určené aký časový interval je potrebný na znásobenie výkonnosti technológií, avšak v tejto súvislosti často používaný Moorov zákon hovorí o intervale 18 mesiacov. V súčasnosti je však už platnosť tohto zákona prehodnocovaná a možno hovoriť o intervale 1 rok [11]. Kategória týchto technológií sa vzhľadom na ich vývoj stále rozširuje. V súčasnosti tu možno zaradiť najmä umelú inteligenciu, internet vecí, rozšírenú a virtuálnu realitu, automatizáciu riadenia vozidiel, drony, digitálne dvojča, nanotechnológie a vicaro ďalších rozvíjajúcich sa technológií. Exponenciálne technológie sa stali neoddeliteľnou súčasťou nového prístupu k logistike v rámci realizácie Industry 4.0. [2].

Pre riešenie problémov súvisiacich s aplikáciou exponenciálnych technológií bola vytvorená koncepcia 6D [3], ktorá je založená na nasledujúcich na seba nadväzujúcich charakteristikách systému:

- *Digitizing* – informačná a dátová základňa, ktorú možno digitalizovať a následne riadiť pomocou počítačov.
- *Deception* – po digitalizácii je spočiatku nárast výkonnosti technológie pomerne malý, pretože exponenciálna funkcia je rastúca až vtedy, keď reálna konštanta dosiahne aspoň minimálnu celočíselnú hodnotu. Po jej prekročení sa technológia stáva výkonnejšou a žiadanejšou.
- *Disruption* - po prekročení hodnoty integrovaného prvku sa naruší efektívnosť trhu a trhové náklady novej technológie, čo spôsobí narušenie existujúcich technológií. Trh sa tejto zmene prispôbi, avšak treba na to určitý čas [4].
- *Dematerialization* - technológia je vo fáze, keď jej cena (exponenciálne) klesá až na úroveň vynaložených nákladov, čo prispieva k jej širšej dostupnosti na trhu.
- *Demonetization* – trh sa prispôbil novej nižšej cene, technológia sa stala dostupnejšou a preto dochádza k jej masovému rozšíreniu.
- *Democratization* - po prejdení všetkých predchádzajúcich krokov sa technológia posunula od dostupnosti len pre privilegovaných k dostupnosti pre širokú verejnosť.

Výber analyzovaných technológií vychádza z Gartnerovej analýzy, ktorá uvádza 10 strategických technologických trendov (Top 10 Strategic Technology Trends for 2019) [5]. V nasledujúcej časti budú z tejto množiny analyzované len tie vybrané exponenciálne technológie, ktoré bezprostredne súvisia so skúmanou oblasťou, t.j. možnosťou ich aplikácie v logistických reťazcoch v čase pandémie Covid-19.

Vybraných bolo päť logistických technológií, ktoré okrem už spomenutej podmienky tiež spĺňajú podmienky uvedené v anotácii, t.j. súvis s dopravnou logistikou a zavádzaním princípu Priemysel 4.0. do praxe.

Analyzované budú tieto technológie:

- Internet vecí (Internet of Things - IoT)
- Umelá inteligencia (Artificial intelligence - AI)
- Automaticky riadené vozidlá (Automated guided vehicles - AGV)
- Drony (Drones)
- Digitálne dvojča (Digital Twins - DTW)

2.1. Internet vecí

Internet vecí (IoT) je technológia, ktorá spája jednotlivé zariadenia (stroje, objekty) prostredníctvom internetu bez účasti človeka. Základom technológie je zber údajov z veľkého počtu miest, ktorý sa uskutočňuje prostredníctvom rôznych senzorov alebo snímačov. Ďalším krokom je spracovanie a zdieľanie údajov prostredníctvom internetu. Údaje sa vyhodnotia a následne použijú na konkrétny účel [6].

Internet vecí nachádza svoje uplatnenie vo všetkých článkoch logistického reťazca. Vo výrobe, kde sa pomocou internetu vecí dajú zhromažďovať a spracovávať informácie o všetkých krokoch výrobného procesu. V skladovaní možno riadiť všetky procesy súvisiace s manipuláciou s materiálom, akými sú napríklad zakladanie tovaru, vyskladovanie, nakládka a vykládka a pod. V distribúcii ide o spracovanie a vyhodnotenie množstva údajov súvisiacich s optimalizáciou dodania tovaru. V čase pandémie internet vecí napomáha k zamedzeniu šíreniu vírusu tým, že sa nevyžaduje priamy kontakt medzi na seba naviazujúcimi subsystémami logistického reťazca, dokonca ani priamym kontaktom vo vnútri subsystému. Napríklad v subsystéme skladovanie sú procesy vďaka zberu údajov riadené automatizovane bez priamej účasti človeka. Podobne je tomu aj v subsystéme distribúcia, kde IoT aktívne napomáha k distribúcii bez priameho kontaktu medzi dodávateľom a odberateľom. Môže to byť napríklad systém balíkomatov, kde distribúcia funguje non-stop, balíkomaty sú dobre dostupné, bezpečné a flexibilné. Tento systém ktorého základom je práve IoT môže v čase pandémie zohrávať kľúčovú úlohu pri distribúcii zásielok obyvateľom. Internet vecí je v čase prebiehajúcej Industry 4.0. veľkým prínosom, avšak treba dbať na kybernetickú bezpečnosť [7].

Medzi hlavné výhody a nevýhody aplikácie technológie IoT v čase pandémie patria:

Výhody: redukcia logistických nákladov, dostupnosť a rýchlosť dodania, non-stop distribúcia, bezkontaktná platba, bezkontaktné doručenie zásielky, bezpečnosť a diskretnosť, flexibilita a informovanosť o procesoch [8].

Nevýhody: priestor pre kybernetické hrozby, strata či odcudzenie dát, neúmyselné zdieľanie údajov, zložitosť zavedenia v niektorých procesoch [9].

Z uvedených výhod a nevýhod je zrejmé, že v čase riešenia problémov súvisiacich s pandemickou situáciou zohráva technológia IoT dôležitú úlohu nielen v distribúcii, ale aj v ostatných subsystémoch logistického reťazca, ako napr. výroba, skladovanie a doprava.

2.2. Umelá inteligencia

Umelá inteligencia (AI) sa súhrnne vzťahuje na zariadenia a systémy, ktoré napodobňujú ľudské správanie pri vykonávaní úloh. Zbieraním údajov a získavaním nových informácií možno tieto zariadenia a systémy opakovane zlepšovať. Cieľom umelej inteligencie nie je nahradiť človeka, ale len zvýšiť jeho schopnosti a užitočnosť. Princípom je napodobniť

a prekonať spôsob, akým ľudia vnímajú a fungujú vo svete. Umelá inteligencia sa stala všeobecnou technológiou pre aplikácie, ktoré kedysi vyžadovali ľudský zásah. Táto technológia zahŕňa strojové a hĺbkové učenie, ktoré sa často zamieňajú s pojmom umelá inteligencia. Strojové a hĺbkové učenie je funkčný prostriedok umelej inteligencie, pomocou ktorého možno vykonávať rôzne analýzy [10].

Hlavné ciele umelej inteligencie v logistike smerujú k dosiahnutiu proaktívneho, prediktívneho, automatizovaného a personalizovaného logistického procesu v operatívnych činnostiach, kontaktu so zákazníkmi, pochopeniu situácie a výhodných nákladov v administratívnej oblasti. Technológie sa môžu zamerať na rozpoznávanie obrazu v logistických operáciách s cieľom sledovať stav zariadení a zásielok, poskytovať úplne autonómnu prepravu alebo predvídať výkyvy v preprave skôr, ako nastanú. Ďalšou aplikáciou umelej inteligencie v logistike je analýza obrovského množstva štruktúrovaných a neštruktúrovaných údajov, ktoré vznikajú počas celého logistického procesu. Hlavnými oblasťami logistiky, kde možno aplikovať umelú inteligenciu sú: prognózy a plánovanie, skladovanie a robotika, prevádzková efektívnosť a služby zákazníkom [11].

Výhody AI: zníženie počtu ľudských chýb, minimálne riziko chybovosti, dostupnosť 24 hodín 7 dní v týždni, nestranné rozhodnutia a pod.

Nevýhody: vysoké počiatočné náklady, čiastočne znížená kreativita, sociálne problémy, ako napr. riziko nezamestnanosti [12].

2.3. Automaticky riadené vozidlá

Automatizované riadené vozidlo (AGV) je zariadenie, ktoré nepotrebuje na riadenie človeka, ale je riadené počítačom. Tento mobilný robot sa používa na prepravu materiálu alebo na vykonávanie špecifických dopravných úloh. Je to vhodný nástroj na realizáciu pravidelne sa opakujúcich materiálových tokov [13].

AGV sa orientuje v priestore a ovláda pomocou navigácie. Je to základná funkcia robota, ktorá určuje jeho smer a rýchlosť pohybu v reálnom čase. Vhodný typ navigácie sa vyberá na základe úloh, ktoré mobilný robot vykonáva. Automatizované riadené vozidlo je síce investične náročnejšie ako motorový vozík s obsluhou, avšak ich zavedenie do procesov prináša úsporu najmä v oblasti mzdových nákladov. Táto výhoda sa prejavuje najmä pri viaczmennej prevádzke [14].

Výhody používania AGV v logistike sú: eliminuje ľudské chyby, pracuje presnejšie, je efektívnejšie a spoľahlivejšie ako človek. Medzi ďalšie výhody patrí flexibilita pri riešení zmien požiadaviek, vyššia bezpečnosť a nepretržitá prevádzka.

Medzi **nevýhodami** patria: vysoká počiatočná investícia, vyššie náklady na údržbu, nevhodnosť pre občasné jednorázové úlohy a pod. [15].

2.4. Drony

Dron je bezpilotné lietadlo alebo tiež lietadlo bez posádky, ktoré môže mať rôzne tvary, veľkosti a vlastnosti. Môže byť riadený na diaľku, lietať autonómne na základe vopred naprogramovaných letových plánov alebo využívať zložitejšie dynamické autonómne systémy. Drony boli pôvodne vytvorené na vojenské účely, keď sa používali ako zbrane. V súčasnosti sú však užitočné aj v civilnej sfére na doručovanie tovaru, vyhľadávanie, filmovanie a

fotografovanie. Okrem toho sa drony používajú v logistike (napríklad pri inventarizácii), v doprave alebo vo výrobnom priemysle [16].

Možnosťou využitia dronov v čase pandémie bezkontaktné doručovanie zásielok. Ďalšie využitie je v oblasti bezpečnosti a monitorovania kritických oblastí, kde sa drony môžu používať na kontrolu budov, zaparkovaných nákladných vozidiel alebo kontajnerov, monitorovanie kritických oblastí a pod. [17].

Výhody dronov sú: úspora nákladov, monitorovanie ťažko dostupných oblastí, kontrola stavu zásob, znižovanie emisií a pod.

Nevýhody: obmedzená nosnosť, legislatívny rámec, nedefinované letecké trasy, zneužitie dronov na špionáž [16].

2.5. Digitálne dvojča

Digitálne dvojča predstavuje len jednu z niekoľkých kybernetických vrstiev, ktoré umožňujú konvergenciu fyzického prostredia s virtuálnym. V rámci kyberneticko-fyzikálnych systémov dochádza k previazaniu fyzických a softvérových komponentov, pričom každý operuje v iných priestorových a časových rozsahoch, avšak navzájom spolupracujú [18].

Technológia digitálneho dvojčata je rozšírená o funkcie, ktoré umožňujú objektu fungovať samostatne a komunikovať s inými digitálnymi dvojčatami vo virtuálnom priestore. Tento typ digitálneho dvojčata sa nazýva inteligentný informačný agent, pretože má určitú formu umelej inteligencie. Výsledkom je, že agent je schopný prevziať iniciatívu, sám pôsobiť na prostredie a objekty v ňom a rozhodovať o postupnosti operácií s cieľom dosiahnuť čo najefektívnejší výsledok, a to predovšetkým optimálnym spôsobom.

Technológia digitálnych dvojčiat má v logistickom sektore veľký potenciál. Zapojenie digitálnych dvojčiat spôsobí výrazné zlepšenie logistických operácií, optimalizáciu plánovania, organizácie a prevádzky dodávateľských reťazcov, od konkrétnych zariadení a zásielok až po celkové globálne dodávateľské siete. Takisto zvýši úroveň rozhodovania vo fyzickom svete, čím zásadne zmení dodávateľské reťazce a logistické procesy. Digitálne dvojča sa môže používať aj v skladoch a distribučných centrách. Tu sa nielen optimalizuje koncepcia a usporiadanie, ale aj zefektívňuje prevádzka automatizovaných systémov a zvyšuje produktivita zamestnancov. Najvyššou úrovňou aplikácie technológií je digitálne dvojča celého dodávateľského reťazca. Implementácia technológie v takomto rozsahu je veľmi náročná úloha, a preto si vyžaduje veľmi úzku spoluprácu všetkých partnerov v celom reťazci [19].

Výhody: zvýšenie efektivity a produktivity, možnosť testovania nových systémov pred ich zavedením, úspora a zníženie nákladov, skrátenie času uvedenia nových produktov na trh, prediktívna údržba, simulácia procesov mimo realitu.

Nevýhody: problémy so zabezpečením potrebných údajov, vysoké náklady na implementáciu technológie, závislosť na bezpečnom internetovom pripojení [20].

3. ZHODNOTENIE EXPONENCIÁLNYCH TECHNOLOGIÍ

Každú z uvedených technológií možno použiť v konkrétnych subsystémoch logistiky, každá z uvedených technológií prispieva k zvýšeniu výkonnosti, efektivity a automatizácii procesov.

Vybrané analyzované technológie možno využiť na riešenie problémov súvisiacich s pandémiou Covid-19, avšak každá technológia má pre aplikáciu v tejto oblasti iný prínos. V nasledujúcej tabuľke (Tab. 1) sú zhrnuté ťažiskové oblasti, ktoré v čase pandémie jednotlivé technológie zvládajú riešiť.

Tab. 1. Aplikácia technológii na oblasti riešenia problémov v čase pandémie

<i>Technológia</i>	<i>Oblasť riešenia v čase pandémie</i>
Internet vecí	<ul style="list-style-type: none"> • Obmedzenie fyzických kontaktov. • Automatizácia procesov. • Aktívna pomoc pri bezkontaktnéj distribúcii (balíkomaty a pod.). • Zber a vyhodnocovanie údajov.
Umelá inteligencia	<ul style="list-style-type: none"> • Termovízne monitorovanie osôb na verejných miestach. • Identifikácia rizikových subjektov. • Sledovanie pohybu osôb. • Predikcia šírenia nákazy. • Regulácia dezinformácii na sociálnych sieťach.
Automaticky riadené vozidlá	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminácia personálnych kontaktov. • Práca v rizikovom prostredí. • Bezkontaktná distribúcia.
Drony	<ul style="list-style-type: none"> • Humanitárna pomoc. • Monitoring lokalít. • Lokalizácia osôb • Vyhonocovanie rizikových oblastí • Distribúcia zdravotníckej pomoci, dodávky jedál. • Monitorovanie pohybu obyvateľstva.
Digitálne dvojča	<ul style="list-style-type: none"> • Simulácia problémových procesov. • Návrh optimálneho rozhodovania v krízových situáciách. • Predykovanie chýb v systéme.

Zdroj: autor

Z tabuľky a predchádzajúcej analýzy je zrejmé, že aplikácia logistických technológií v čase pandémie je nielen možná, ale aj nevyhnutná. Aplikáciou vhodných logistických technológií možno vyriešiť značnú časť problémových oblastí súvisiacich s pandémiou Covid-19. Tiež je potrebné si uvedomiť, že logistické technológie dokážu značne zvýšiť účinnosť ich vhodnou kombináciou. Ako vysoko účinná sa javí napríklad kombinácia umelej inteligencie s dronmi, alebo s automaticky riadenými vozidlami.

V boji proti pandémie Covid-19 môžu logistické technológie zohrať dôležitú úlohu. Treba si však uvedomiť, že výsledok činnosti musí byť zhodný s hodnotami akými sú transparentnosť, zodpovednosť, vysvetliteľnosť, auditovateľnosť a sledovateľnosť a neutralita alebo spravodlivosť. Pri absencii legislatívy EÚ týkajúcej sa nasadzovania niektorých technológií (napr. drony), resp. ich súčastí (automatizácia, robotizácia) treba osobitnú pozornosť venovať potrebe zavedenia určitej schémy etického riadenia týchto technológií [21].

Širšiemu nasadeniu niektorých technológií bránia všeobecne platné nariadenia o ochrane údajov, pričom to nemusia byť len osobné údaje, ale aj zhromažďovanie, používanie a zdieľanie údajov z dôvodov verejného záujmu napr. v oblasti verejného zdravia. V blízkej budúcnosti je potrebné zaviesť také osobitné predpisy, ktoré by bolo možné použiť len dočasne v núdzových situáciách tak, aby bola po zrušení núdzového stavu poskytnutá plná ochrana osobných údajov.

4. ZÁVER

Exponenciálne technológie sa v poslednom čase stali rýchlo žiadanými z hľadiska ich prínosov pre implementáciu v logistike. Z množiny možných logistických technológií bolo vzhľadom na stanovené kritériá akými sú súvis s dopravnou logistikou, podpora automatizácie, bezpečná mobilita a Priemysel 4.0. vybraných päť logistických technológií. Určite jestvuje viacero ďalších logistických technológií ktoré by mohli patriť do tohto výberu a ktoré by pravdepodobne tiež pomohli pri riešení krízových situácii aké spôsobila pandémia. Výber bol však vzhľadom na rozsah príspevku limitovaný.

Na základe analýzy jednotlivých technológií, ich výhod a nevýhod boli navrhnuté aplikácie, ktoré do určitej miery dokážu riešiť konkrétne problémy a to nielen v logistických reťazcoch, ale aj v krízových situáciách akou pandémia nepochybne je. Tak ako sa šíri pandémia koronavírusu (Covid-19), technologické aplikácie a iniciatívy sa množia v snahe kontrolovať situáciu, liečiť pacientov účinným spôsobom a uľahčiť úsilie zdravotníckych pracovníkov. Logistické technológie nemôžu suplovať zdravotnícke a politické opatrenia, ale môžu zohrať dôležitú úlohu v núdzových situáciách akou je aj pandémia Covid- 19. Paradoxne táto epidémia predstavuje vynikajúcu príležitosť pre tvorcov politik a regulačných opatrení, aby sa zamysleli nad platnou legislatívou, etickou správnosťou a efektívnosťou zavádzania logistických technológií v čase krízy.

PodĎakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Identifikácia a možnosti implementácie nových technologických opatrení v doprave pre dosiahnutie bezpečnej mobility v čase pandémie spôsobenej ochorením COVID-19 (kód ITMS: 313011AUX5), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

- [1] KRITIKOS, M. 2020. Ten technologies to fight coronavirus – In depth analysis. European Union, EPRS – European Parliamentary Research Service, Scientific Foresight Unit, PE 641.543. Brussels, 2020. ISBN 978-92-823-9958-3.
- [2] MAJSTROVIC, V. a kol. 2019. Industry 4.0 programs worldwide. Proceedings of the 4th International Conference on the Industry 4.0 Model for Advanced Manufacturing. Dostupné na: https://doi.org/10.1007/978-3-030-18180-2_7
- [3] HORN, Ch. 2018. The six Ds of Exponential Growth. Singularity university. Dostupné na: <https://www.linkedin.com/pulse/six-ds-exponential-growth-christof-horn/>

- [4] HEČI, D. 2020. Moorov zákon: geniálna vízia, ktorej koniec je za dverami. Quanta magazín. Dostupné na: <https://quanta.sk/moorov-zakon-genialna-vizia-ktorej-koniec-je-za-dverami/>
- [5] CEARLEY, D. et al. 2020. Gartner Top Strategic Technology Trends For 2020. Dostupné na: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2020>.
- [6] JELÍNEK, L. 2017. Internet věcí v průmyslu a logistice. Systm OnLine. Dostupné na: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyrobby/internet-veci-v-prumyslu-a-logistice.htm>
- [7] KOŘOUSKOVÁ, B. 2022. Internet věcí (IoT): Definice, příklady využití, produkty. Rascasone. Dostupné na: <https://www.rascasone.com/cs/blog/iot-internet-veci-definice-produktyhistorie>
- [8] 5 příkladů, jak internet věcí mění svět logistiky. Techrepublic - digibiz. Dostupné na: <https://digibiz.cz/5-prikladu-jak-internet-veci-meni-svet-logistiky/>
- [9] Internet věcí (IoT) v dodavatelském řetězci. Dostupné na: <https://www.zetes.com/cs/technologie-produkty/internet-veci-iot-v-dodavatelskem-retezci>
- [10] ČOPÁK, J. a kol. 2019. AI – Umělá inteligencia. Dostupné na: <https://www.alza.sk/ai-umela-inteligencia#prinosy-v-telefonoch>
- [11] KUMARI, S., POLKE, N. 2018. Implementation issues of augmented reality and virtual reality: A survey. International Conference on Intelligent Data Communication Technologies and Internet of Things (ICICI) 2018.
- [12] Umělá inteligence v logistice: Další krok v procesu digitalizace. Dostupné na: <https://m.systemonline.cz/business-intelligence/umela-inteligence-v-logistice>.
- [13] LAŠ, J. 2022. Úvod do priemyselnej robotiky. Daily automation. Dostupné na: <https://www.dailyautomation.sk/uvod-do-priemyselnej-robotiky/>
- [14] Automated guided vehicle (AGV) neboli automaticky řízené vozíky. 2021. Dostupné na: <https://dreamland-robots.cz/automated-guided-vehicle/>
- [15] 11 kinds of AGV navigation methods Future fusion navigation is the trend. 2021. Dostupné na: <http://www.agvblog.com/233.html>
- [16] Drony – revoluce, budoucnost, nebo „jen“ užitečný pomocník? 2021. Dostupné na: <https://www.logisticaakademie.cz/blog/aktuality/drony-revoluce-budoucnost-nebo-jen-uzitecny-pomocnбудoucnost-nebo-jen-uzitecny-pomocnik>
- [17] The use of drones in logistics. 2021. Dostupné na: <https://www.stocklogistic.com/en/the-use-of-drones-in-logistics/>
- [18] Digitální dvojče v průmyslové praxi - živě, netradičně a interaktivně. 2021. Dostupné na: <https://www.ncp40.cz/aktuality/digitalni-dvojce-v-prumyslove-praxi>.
- [19] SLOUKA, D. 2017. Exponenciální technologie jsou slibné, ale dočkáme se jich vůbec někdy? Dostupné na: <https://www.computerworld.cz/clanky/exponencialni-technologie-jsou-slibne-ale-dockame-se-jich-vubec-nekdy/>
- [20] Digitální dvojčata mají velký potenciál i pro využití v logistice. 20214. Dostupné na: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyrobby/digitalni-dvojcata-v-logistice.htm>
- [21] Top 10 technologických trendů v logistice a SCM pro příští roky. 2021. Dostupné na: <https://logistika.ihned.cz/c1-66400420-top-10-technologicky-trendu-v-logistice-a-scm-pro-pristi-roky>.