

# AUTOMATION AND ROBOTIZATION AS A PART OF THE INDUSTRY INITIATIVE 4.0

Naděžda Klabusayová<sup>1</sup>

---

## Abstract

Automation and robotisation are an integral part of the digital industry 4.0. The subject of the article is research on the use of the autonomous mobile robots (AMR) in industry 4.0., in distribution and commerce, including research by manufacturers – leaders in the production of AMR. In addition, the article focuses on the research on the global market for AMR and research on the articles from major global robotics agencies such as Interact Analysis, Business Wire and Berkshire Hathaway Company, Technavio Research. One of the conclusions from the market research is that the post epidemic situation of the COVID-19 pandemic will lead to a very significant increase in the AMR market. This is due to significant increases in the e-commerce market, where robots are very efficient in use, as well as the transfers of production and distribution from the countries with low labour prices such as China to the countries where the cost of labour is high and can largely be substituted by robots, for example in the distribution centres, manufacturing, etc.

## Keywords

Industry 4.0, Digitisation, Automatization, Robotization, Autonomous Mobile Robots

---

## I. Úvod

V Davosu v roce 2016 na setkání WEF vytvořil Klaus Schwab (Klaus, Schwab, 2016), zakladatel Světového ekonomického fóra, termín „Čtvrtá průmyslová revoluce“, v jejíž centru pozornosti stojí průmyslová výroba. Východiska čtvrté průmyslové revoluce vyvolávají potřebu přechodu od izolovaně využívané počítačové a robotické podpory výrobních či administrativních úloh k systémům, kde jednotlivé prvky vzájemně komunikují a ovlivňují se. Umělá inteligence a robotika pozitivním a významným způsobem mění to, jak pracujeme, žijeme tím, že nahrazujeme opakující se a velmi složité úkoly a pomáháme sami sobě s rozhodováním.

Příspěvek se zaměřuje na problematiku Průmyslu 4.0 v České republice, EU i ve světě, která se za posledních pět let stupňuje a pro stále více resortů a institucí i konkrétních expertů se stává tématem, které je nutné řešit. Dlouhodobým cílem iniciativy Průmysl 4.0 je zmobilizovat podnikatelskou sféru, klíčové resorty a sociální partnery k implementaci informačních technologií, kybernetických systémů, systémů umělé inteligence a k aktivnímu zapojení při automatizaci a robotizaci do všech odvětví hospodářství, což by vedlo k posílení jejich konkurenceschopnosti. Pokrok ve vývoji robotů rychle pokračuje a jsou využíváni univerzálnější inteligentní roboti, přičemž se v poslední době velmi dynamicky rozvíjí oblast Autonomních robotů (AMR – Autonomous Mobile Robots), kteří se využívají nejen ve výrobních společnostech, ale také v distribuci, skladování aj.

Obecným cílem příspěvku je zhodnocení vývoje v oblasti přechodu na Průmysl 4.0, zvláště s ohledem na využívání autonomních mobilních robotů. Specifickým cílem je poskytnout ucelený pohled a srovnání při používání autonomních mobilních robotů v ČR a EU, v distribuci a obchodu, výrobců – leaderů ve výrobě autonomních mobilních robotů na podkladě údajů z rešerší různých literárních zdrojů, článků či webových portálů významných světových agentur zabývajících se robotikou, jako jsou Interact Analysis, Business Wire a Berkshire Hathaway company, Technavio Research, průzkum souvislosti mezi pandemií, robotickou automatizací a predikcí vývoje na trzích s AMR.

---

<sup>1</sup> PRIGO University, Vítězslava Nezvala 801, 76001 Havířov, Czech Republic, E-mail: nadezda.klabusayova@prigo.cz.

Pro ucelenější vysvětlení diskutované problematiky jsou definovány navazující výzkumné otázky, které pomohou nasměrovat a objasnit to, jakou roli má v současné době čtvrtá průmyslová revoluce v kontextu automatizace a robotizace. Jedná se o následující výzkumné otázky:

1. Jakou roli hraje automatizace a robotizace v iniciativě Průmysl 4.0?
2. Jak si stojí Česká republika v používání průmyslových a servisních (autonomních) robotů v průmyslových odvětvích a službách ve srovnání se zeměmi V4 a EU 27?
3. Povede post epidemická situace týkající se pandemie COVID-19 k růstu trhu s AMR?

## II. Rešerše literatury

Čtvrtá průmyslová revoluce mění zásadním způsobem povahu průmyslu, energetiky, obchodu, logistiky a dalších částí hospodářství. Například Brynjolfsson (2015) předvídá, že stroje budou dle předpovědí využívat kyberneticko-fyzikální systémy, které převzou opakující se a jednoduché činnosti, které do té doby vykonávali lidé formou zaměstnání.

Iniciativa na podporu průběhu čtvrté průmyslové revoluce se např. v SRN nazývá „Industrie 4.0“<sup>1</sup>, v ČR používáme termín „Průmysl 4.0“. V anglicky mluvících zemích je Průmysl 4.0, ve smyslu transformace průmyslové výroby, někdy spojován s pojmy, jako jsou “smart manufacturing” (reálné a efektivní využití znalostí a technologií v průmyslu), “industrial internet” (jedná se o propojení velkých dat, analytických nástrojů a bezdrátových technologií s průmyslovým vybavením) nebo s pojmem „internet of things“ (propojení všech elektronických zařízení a dat, které vytváří). (Strandhagen, 2017).

Automatizace výroby, digitální plánování logistiky nebo energeticky úsporné zásobovací infrastruktury jsou jen některými pozitivními důsledky transformace výroby (Simoens, 2019). Digitalizace a automatizace průmyslu, a celé řady dalších odvětví, představuje významný potenciál a přínos pro celé národní hospodářství a společnost jako takovou, ale také může přinést případné hrozby, které bude nutné řešit (ABB, 2018).

Technická řešení a díla, technologické kapacity a možnosti rozvoje se musí rozvíjet ruku v ruce s domýšlením a anticipací jejich rozmanitých dopadů, nesmí vzniknout paralelní multi rychlostní světy. Naopak, tyto světy musí být provázány, reagovat na sebe, komunikovat spolu, jak říká profesor Tondl (2015), musí být sladěny. Průmysl 4.0 je dnes již globální koncept, který se dotkne společnosti podobně jako předcházející průmyslové revoluce. Před společností tak leží nové úkoly, a to především realizace politických opatření, která budou minimalizovat negativní dopady této „digitální“ revoluce, a naopak využijí výhody, které Průmysl 4.0 může přinášet (Kotýnková, 2015).

Potůček (2016) si myslí, že čtvrtou průmyslovou revoluci, především případné důsledky při implementaci myšlenek Průmyslu 4.0 lze považovat z dlouhodobého hlediska za důležitý a společensky významný politický problém. Sociální problémy můžeme definovat jako stav společnosti, který je z pohledu některých aktérů nežádoucí. Maynard (Maynard, 2015) zase vidí v čtvrté průmyslové revoluci příslib kladného ovlivnění transformativních sociálních, ekonomických a environmentálních aspektů.

Dle studie Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj z roku 2019, patří Česká republika mezi ty vůbec nejvíce ohrožené země čtvrtou průmyslovou revolucí v Evropě, a to především z důvodu rizik spojených s technologickou nezaměstnaností (OECD, 2019). I přesto, dle dalších mezinárodních srovnání, expertních šetření i informativních studií patří právě Česká republika mezi nejaktivnější státy, co se týče řešení čtvrté průmyslové revoluce (Petrillo, 2018).

Díky prudkému rozvoji v oblasti komunikačních technologií, informačních a výpočetních technologií, ve sféře metod a technik kybernetiky a umělé inteligence a v oblasti nových materiálů a biotechnologií v systémech využívajících počítačovou a robotickou podporu, dochází k propojení

<sup>1</sup> Germany Trade and Invest. (2014)

světa reálných fyzických objektů (strojů, zařízení, robotů, výrobků, lidí). V něm může být každá fyzická jednotka v té či oné podobě dostatečně zastupována, virtuálně reprezentována a její chování bude simulováno softwarovým modulem. Iniciativa Průmysl 4.0 je velmi často zaměňována za digitalizaci nebo napojení strojů na internet. Jednou ze součástí konceptu Průmysl 4.0, jejímž hlavním efektem je nárůst produktivity výroby podniků, je i robotizace průmyslu autonomními roboty. Pro iniciativu Průmysl 4.0 je totiž klíčovým aspektem to, že autonomní jednotky v rámci složitých výrobních systémů tvoří jen výrobní stroje a jejich nástroje, výrobní úseky, částečně zpracované výrobky, dávky vstupního materiálu, ale také zejména transportní vozíky, pásy a roboty.

Mezi další významné faktory ovlivňující činnost společnosti a tím i formu a tempo implementace průlomových technologií patří nedostatek pracovníků v požadované kvalifikační struktuře, nestabilní poptávka zákazníků, rostoucí požadavky na individualizaci produktů a rostoucí konkurenční tlak (Macurová et al., 2017). Potřeba kvalifikovaných pracovníků do budoucna nadále poroste, ale jsou finančně nákladní a nejsou běžně k dispozici. FORD (2017) uvádí, že stále rostoucí cena lidské práce vede firmy k automatizaci výroby, což bude v dlouhodobém horizontu vytlačovat především méně kvalifikované zaměstnance z trhu práce. V souvislosti s robotizací se zvyšují požadavky na počet a kvalifikaci pracovníků specialistů, kteří připravují, seřizují, programují či jinak nastavují robotické procesy. Cílem je opět zvýšení efektivity podporovaného procesu a snížení nároku na počty lidské pracovní síly.

Roboti a robotizace výroby se měly stát zásadním pomocníkem v Průmyslu 4.0, v němž cílem digitálně propojených procesů je snaha vyrábět výrobky flexibilněji, s vyšší energetickou účinností, s ohledem na přírodní zdroje, a také na míru a představu zákazníka (Kuka, 2019). V případě použití autonomních robotů dojde k úspoře pracovní síly, rutinní činnosti bude vykonávat robot a člověk bude stále více fungovat jako ten, kdo výrobní procesy nastavuje, dohlíží na ně i na jejich kvalitu. Trendem ovšem není výroba standardizovaných produktů v obrovských objemech s použitím strojů a lidské práce, ale takzvaná „personalizovaná výroba“ za použití nejnovější techniky a precizních robotů, která si udrží relativně nízké náklady. (Rynt, 2019). V současné době má Průmysl 4.0 jako komplexní agendu priorit a cílů v oblasti technologického pokroku a rozvoje ve svém programu většina zemí Evropy, ale i Asie a Ameriky a lze očekávat, že v následujících letech bude tento trend pokračovat v celosvětovém měřítku, a efektivní průmyslová výroba a usnadnění služeb skrze digitalizaci bude stále častěji diskutovaným tématem (Strandhagen, 2017).

Fenomén Průmysl 4.0 je velmi heterogenní, rozsáhlý a často diskutovaný. Zasahuje do mnoha oborů a oblastí, které jsou v posledních letech poznamenány koronavirovou pandemií. Nagel (Nagel, 2020) konstatuje, že pandemie COVID-19 urychlila změny hospodářství směrem k průmyslu 4.0. Také Hedvičáková a Král (Hedvičáková a Král, 2021) upozorňují, že současná ekonomická situace vytváří obecný tlak na zvyšování výkonnosti. A neefektivní využívání výrobních faktorů povede v důsledku pandemie Covid-19 v mnoha průmyslových odvětvích k problémům a dlouhodobé ekonomické neudržitelnosti.

### III. Autonomní mobilní roboti a jejich využití v Průmyslu 4.0

Autonomní mobilní roboti (AMR) se používají v rámci řešení pro přepravu výrobků, zboží, zásob ve výrobě, skladech, distribučních centrech apod. Autonomní mobilní roboti se používají jako náhrada nejrůznějších způsobů přepravy, kde nahrazují dopravníky, např. klasické pásové dopravníky, různé válečkové dráhy apod. Hlavní výhodou autonomních mobilních robotů je vysoká míra flexibility, tj. možnost zvyšování potřebného výkonu a objemu přepravy při nižším nároku počtu obsluhy ve srovnání s klasickými způsoby přepravy. Cílem a konečným výsledkem je dosáhnout vysokou efektivitu podporovaných procesů při optimalizaci nákladů.

Procesy třídění položek jsou právě tím celosvětově nejdynamičtěji se rozvíjejícím segmentem využití robotů. Klasickým řešením pro třídění jsou třídící linky na bázi dopravníků a trati s určenými místy pro nakládku a vykládku. Nakládku a vykládku buď fyzicky zajišťují pracovníci, nebo v případě vyšší automatizace systému dopravníků dohlížejí na místa vykládky. Při využití robotů výrazně klesá

náročnost na počet manipulačních pracovníků. V případě využití robotů, se jedná o větší počet robotů pohybujících se na speciálně vyrobené platformě, například na bázi ocelového plechu, ve které je zabudovaný systém čidel pro orientaci robotů. Platforma může být víceúrovňová i v několika patrech nad sebou, nebo se také používá kombinace s válečkovými drahami, kdy se pomocí válečkových drah přiváží položky na třídění apod.

Pro každý návrh třídění je vždy potřebné mít definované minimální a maximální rozměry a hmotnosti zásilek, které lze na daném pracovišti třídít. Z tohoto pohledu jsou pak navrženy odpovídající komponenty, tj. platforma, velikost robotů, počet robotů, počet nabíjecích stanic apod. Počet robotů se odvíjí od požadované kapacity třídícího pracoviště a vždy se navrhuje jak s rezervou pro případné rozšíření kapacity, tak s rezervou pro dobíjení robotů, případné opravy apod.

V případě použití třídění pomocí robotů jsou hlavními přínosy:

- Vysoká efektivita práce robotů v reálném čase s rychlou implementací změn.
- Využití prostoru a kapacity místa, kde je vybudováno třídící zařízení. Proti klasickým válečkovým drahám se uvádí cca potřeba o 25 procent méně místa.
- Na stejném prostoru lze proti klasickým tratím vytvořit více míst vykládky.
- S tím souvisí možnost víceúrovňového designu třídících ploch, kdy roboty mohou pracovat ve více patrech v rámci jednoho prostoru.
- Ve srovnání s klasickými třídícími linkami variabilita výkonu spočívající v možnosti navýšení počtu robotů ve špičkách tzn. vysoká modularita řešení s možnostmi expanze a rekonfigurace.
- Flexibilita, kdy lze měnit počty robotů pro daný typ zásilek, paralelizovat nebo osamostatňovat.
- Uvádí se, že implementace systému třídění pomocí robotů trvá obvykle 1/2 času proti tradičním systémům pevných tratí.
- Odolnost systému proti poruchám, roboty lze zaměňovat a nahrazovat, klíčové komponenty systému jsou zálohované a/nebo zdvojené (napájení, servery, infrastruktura...) a robustnost řešení.
- Celé řešení je tvořeno rozebíratelnou konstrukcí, kterou lze demontovat a přenést.
- Z pohledu lidských zdrojů dochází k úspoře obsluhy na výstupních místech, jelikož roboty mohou ukládat zboží do košů bez obsluhy s použitím skluzů. Pro transport vytříděných položek umístěných ve výstupních koších, lze použít transportní roboty.
- Z pohledu údržby jsou definovány plány běžné a celkové údržby včetně předepsaných kontrol. Náročnost je obdobná jako u klasických tratí, velkou výhodou je již zmiňována modularita a nahraditelnost.
- Investiční náročnost. Ve světě se uvádí, že návratnost investic je rychlejší než při obdobném řešení pomocí klasické třídící linky. Je to dáno především tím, že cena lidské práce je zde vysoká a dochází k úspoře počtu pracovníků. Při zatím „levné“ ceně práce pracovníků v našich podmínkách, k jejichž úspoře dochází (manipulační pracovníci s nižšími kvalifikačními předpoklady), je návratnost pomalejší.

#### **IV. Významní výrobci autonomních mobilních robotů**

Autonomní mobilní roboty lze rozdělit podle nosnosti do dvou základních kategorií, přičemž roboty s vyšší nosností se používají jak na třídění, tak na transport. Roboty s nižší nosností jsou nejčastěji používány jako roboty třídící.

V oblasti AMR jsou vedoucími společnostmi na trhu robotů s vyššími nosnostmi společnosti Fetch Robotics a Mobile Industrial Robots, jejichž popis se základními charakteristikami je uveden níže. Tyto roboty se používají buď pro třídění a ukládání hmotných zásilek a také jako transportní roboti,

kdy převážejí různé komponenty mezi definovanými místy. Mají rozpoznávání okolí řešené pomocí zabudovaných kamer, takže se mohou pohybovat po běžném zpevněném povrchu například v hale, skladu, distribučním centru apod. a nevyžadují zabudovanou technologii v podlaze.

### Fetch Robotics

Společnost vznikla v roce 2014 jako start-up v San Jose, USA. Nyní je podle hodnocení společnosti IDC leaderem mezi výrobci autonomních robotů.<sup>1</sup> Společnost Fetch Robotics vyrábí roboty různých velikostí, přičemž největší mají nosnost cca 70 kg. Hlavními zákazníky jsou nadnárodní společnosti, jako např. DHL, americké společnosti RK Logistics Group, Arrow a další. Stručný výčet pozice na trhu společnosti Fetch Robotics, zákazníků a partnerů je uveden v Tabulce 1.

**Tabulka 1 Fetch Robotics**

Pozice na trhu	No.1, Leader
Hlavní zákazníci	DHL (Nizozemí), Zara/Inditex (Španělsko) BMW (Německo) Ryder (USA), CEVA (Švýcarsko), RK Logistics Group (USA) Arrow (eCommerce, elektro, USA)
Produkty	HMIShelf - boxy, regály (do 77kg), CartConnect - regály (do 77kg), RollerTop - pro boxy (do 77kg)
Partneři pro prodej	Silman Industries, Storage Solutions (USA) Partnerství s Honeywell, SAP IMR Systems (Belgie, Německo, Lucembursko) Hans Schourup AS (Dánsko)

*Zdroj: Fetchrobotics.(2020)*

*Zdroj: Growjo.(2020)*

### Mobile Industrial Robots (MIR)

Společnost vznikla v roce 2013 v Dánsku a v současnosti jí patří 2. místo mezi výrobci autonomních robotů podle hodnocení společnosti IDC.<sup>2</sup>

Společnost MIR vyrábí roboty různých velikostí, od nosnosti cca 100 kg po 1 tunu a má zákazníky v cca 40 státech světa.

Hlavními zákazníky jsou zejména společnosti ze segmentu automotive, jako je např. Ford, Visteon a další, jejichž stručný výčet uvádí Tabulka 2.

<sup>1</sup> IDC. (2019)

<sup>2</sup> IDC. (2019)

**Tabulka 2 Mobile Industrial Robots (MIR)**

Pozice na trhu	No.2, Leaders*
Hlavní zákazníci	Whirlpool (Polsko), Stera (Finsko), Ford ( Španělsko), Honeywell Safety (Velká Británie), Visteon (automotive, Mexiko) Visteon (automotive Slovensko) Johnsons Control-Hitachi ( Španělsko), Kamstrup(industry, Dánsko), Hospital of Southern Jutland (Dánsko), Elod Medtech(industry-healthcare, Dánsko)
Produkty	MiR 100, 200, 500, 1000 MiR Hook 100, 200, MiR Pallet Rack,
Partneři pro prodej	170 distributorů ve 40 zemích, ČR/SR: Amtech DREAMland

*Zdroj: Mobile Industrial Robots. (2021)*

*Zdroj: Growjo.(2020)*

Jak je zřejmé z výše uvedeného, mezi dvě vedoucí společnosti na trhu v oblasti AMR se řadí jedna americká a jedna evropská společnost. Obě společnosti vyrábějí převážně autonomní mobilní roboty s vyšší nosností s navigací pomocí kamer a používají se jak pro třídění, tak pro transport větších, rozměrnějších a hmotnějších položek a zásilek (desítky až stovky kg).

Další skupinou AMR jsou roboti specializovaní na třídění položek, zboží, zásilek apod. s nižší nosností. Podmínkou je provoz na speciálních platformách pokrytých navigačními body, kdy platforma je např. ocelový plech širší 1 metru, délky desítek metrů podle dispozice prostoru pro třídění. Tvar platformy může být ve tvaru písmen E, F, I. Autonomní mobilní roboti se orientují pomocí čidel a bodů na platformě, kde je tzv. „magic carpet“ – magický koberec, což je soustava orientačních bodů.

Typickým využitím autonomních mobilních robotů s nižší nosností, tj. do max. desítek kg, je třídění zásilek typu obálka, karton, krabice, plastový obal apod. Používají se u zásilkových služeb, pošty, spedičních firem, e-shopů aj. Mezi přední světové výrobce se řadí společnosti Libao Robotics z Číny a Tomkins Robotics z USA.

### **Libiao Robotics**

Společnost vznikla v roce 2005 v Číně, úplný název je Zhejiang LiBiao Robot Co.,Ltd. Patří k předním výrobcům autonomních mobilních robotů používaných pro třídění v Číně. Uvádí celkový počet prodaných robotů přes 10 000 ks, další údaje jsou v Tabulce 3.

**Tabulka 3 Libiao Robotics**

Pozice na trhu	Leader na trhu v Číně, dodává do USA
Hlavní zákazníci	Zásilkové služby, pošty: Nanjing Postal Parcel Center (Čína) Hangzhou EMS Center (Čína) JD Jinan Dispatch Center (Čína) U.S. Post USA Obchody: Walmart, (USA) K-mart (USA)
Produkty	Small collection robots - nosnost 10 kg Large collection robots – nosností 20-30kg
Způsob prodeje	Přímý prodej a partneři

*Zdroj: Libiaorobotics.(2021)*

### **Tomkins Robotics**

Výrobce robotů z USA z Floridy, dodává autonomní mobilní roboty pro třídění. Modelové řady robotů zahrnují škálu od malých robotů až do 60 kg nosnosti. Stručný výčet pozice na trhu společnosti Tomkins Robotics, zákazníků, a produktů je uveden v Tabulce 4.

**Tabulka 4 Tomkins Robotics**

Pozice na trhu	Leader na trhu v USA
Hlavní zákazníci	Nordstrom (USA)
Produkty	tSort – nosnost 15 kg tSort Plus – nosnost 30 kg tSort Mini – nosnost 3 kg
Způsob prodeje	Přímý prodej a partneři

*Zdroj: Tompkins Robotics. (2021).*

Výše uvedení výrobci autonomních mobilních robotů představují současné leadery, trh AMR se velmi rychle rozvíjí, a v současné době existují desítky dalších společností.

## **V. Robotika a její využití v ČR a EU**

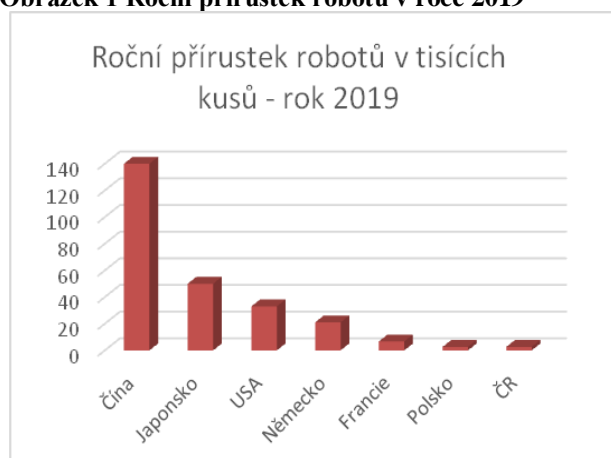
I přes velké investiční výdaje, zhruba ve třetině velkých českých firem se již roboti vyskytují a nejčastěji se zapojují do automatizovaných výrobních činností. Z hlediska typů robotů je pro firmy v ČR charakterističtější využívání průmyslových robotů. Dle údajů Českého statistického úřadu průmyslové nebo servisní roboty využívala v letech 2018-2020 jedna třetina firem v ČR. Z pohledu absolutního počtu je nově Česká republika z pohledu počtu instalovaných robotů na 15. místě na světě za asijskými zeměmi, USA a vyspělými evropskými státy, což představuje např. přírůstek 2,6 tisíc kusů v roce 2019.

**Tabulka 5** Roční přírůstek robotů v tisících kusů - rok 2019

Pořadí	Stát	počet
1	Čína	140
2	Japonsko	50
3	USA	33
5	Německo	21
7	Francie	6,7
14	Polsko	2,6
15	ČR	2,6

Zdroj: *International Federation of Robotics. (2020), vlastní úprava*

**Obrázek 1** Roční přírůstek robotů v roce 2019



Zdroj: *International Federation of Robotics. (2020), vlastní zpracování*

V Evropě v mezinárodním srovnání<sup>1</sup> jsou české firmy ve využívání robotů přibližně na průměru EU 27. Přibližně třetina (33,4%) českých firem používá průmyslové a servisní roboty (viz tabulka 6). Z pohledu použití se jedná o průmyslové (výrobní) a servisní (autonomní) roboty, přičemž průmyslové roboty představují cca 20% a servisní roboty, (které jsou většinou nazývány autonomními mobilními roboty) představují cca 13%.<sup>2</sup>

**Tabulka 6** Podíl firem používající průmyslové a servisní roboty na celkovém počtu firem v % v dané odvětvové skupině v roce 2020

Odvětví	%
Zpracovatelský průmysl	18,1
Stavebnictví	1,8
Velkoobchod a maloobchod; opravy a údržba motorových vozidel	3,0
Doprava a skladování	2,1
Ubytování, stravování a pohostinství	2,4
Informační a komunikační činnosti	0,8
Profesní, vědecké a technické činnosti	1,8
Administrativní a podpůrné činnosti	3,3
Celkem	33,4

Zdroj: *Český statistický úřad. (2020), vlastní zpracování*

<sup>1</sup> Eurostat. (2020)

<sup>2</sup> Český statistický úřad. (2020)

V tabulce 6 jsou uvedeny procentuální podíly používání robotů podle odvětví průmyslu a služeb. Je použito třídění odvětví dle ČSÚ, z něhož vyplývá, že nejvyšší podíl z pohledu využívání robotů má zpracovatelský průmysl a v rámci něj pak automobilní průmysl. V rámci automobilního průmyslu jsou nejvíce rozšířeny průmyslové statické roboty, které vykonávají výrobní operace v rámci výroby automobilů.

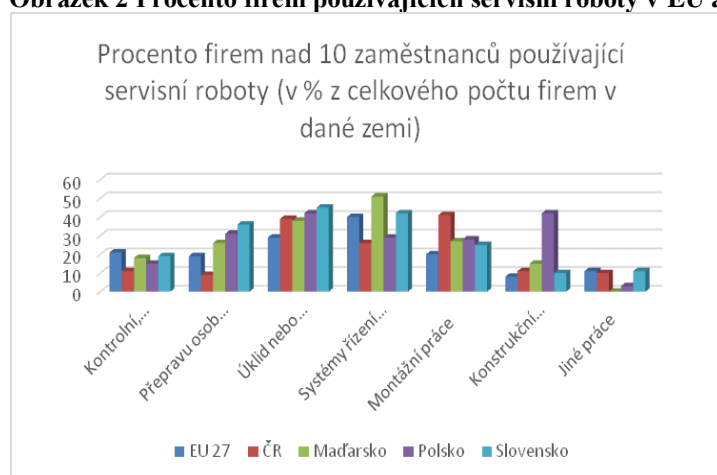
Následující tabulka 7 a obrázek 2 ukazují srovnání České republiky s celkovým průměrem EU 27 (již bez VB) a státy V4 v používání servisních robotů.<sup>1</sup> Srovnání se týká firem nad 10 zaměstnanců používajících servisní roboty a je uvedeno v procentech z celkového počtu firem v dané zemi.

**Tabulka 7 Procento firem nad 10 zaměstnanců používající servisní roboty v roce 2020**

Použití servisních robotů pro:	EU 27	ČR	Maďarsko	Polsko	Slovensko
Kontrolní, bezpečnostní nebo inspekční práce	21	11	18	15	19
Přepravu osob nebo zboží	19	9	26	31	36
Úklid nebo likvidaci odpadu	29	39	38	42	45
Systémy řízení skladu	40	26	51	29	42
Montážní práce	20	41	27	28	25
Konstrukční práce nebo opravy	8	11	15	42	10
Jiné práce	11	10	0	3	11

Zdroj: Eurostat. (2021), vlastní zpracování

**Obrázek 2 Procento firem používajících servisní roboty v EU a zemích V4 v roce 2020**



Zdroj: Eurostat. (2021), vlastní zpracování

Struktura odvětví je dána metodikou sledování v rámci Eurostat. Z dat je patrný trend, kdy Česká republika má vysoký podíl robotů pro montážní práce (ČR 41% podíl z celkového počtu firem, průměr EU 20%), přičemž ostatní státy mají podíl výrazně nižší. Je to dáno zejména odvětvím výroby a montáží automobilů, které je v České republice proti srovnávaným zemím výrazně více rozvinuto.

## VI. Predikce trhu s AMR v souvislosti s pandemií COVID-19

Poptávka na trzích po autonomních mobilních robotech výrazně roste, což lze doložit následujícími vybranými rešeršemi. V následujícím textu je popsán vývoj a predikce růstu trhu s autonomními mobilními roboty mezi lety 2018 až 2024 a také v souvislosti s pandemií COVID-19.

<sup>1</sup> Eurostat. (2021)

## Rok 2018 - Portál Business Wire, a Berkshire Hathaway company

Business Wire, společnost Berkshire Hathaway, je globálním lídrem v distribuci tiskových zpráv a zveřejňování předpisů. Je důvěryhodným zdrojem pro zpravodajské organizace, veřejnost, novináře, investiční a marketingové profesionály, regulační úřady aj. a poskytuje zprávy přímo do redakčních systémů a předních online zpravodajských zdrojů. Je vyhledávaným zdrojem bezpečné a přesné distribuce novinek a multimédií, které se pohybují na trhu.

Business Wire, společnost Berkshire Hathaway publikovala v prosinci 2018 zprávu o průzkumu trhu s autonomními mobilními roboty od společnosti Technavio Research.<sup>1</sup> Technavio Research je jednou z nevlivnějších společností zabývajících se průzkumem trhu a poradenstvím na světě. Technavio Research je založeno na čtyřech jednoduchých principech: snadno přístupné zprávy, robustní pokrytí odvětví, zaměření na nové a nově vznikající technologie a konkurenceschopné ceny. V jeho databázi je uvedeno více než 5 000 zpráv o průzkumu trhu, které pokrývají více než 100 průmyslových odvětví, včetně technologií, zdravotnictví, maloobchodu, energetiky, letectví a automobilového průmyslu.

Hlavním sdělením zprávy Business Wire, a Berkshire Hathaway company byl předpokládaný nárůst trhu s AMR v období let 2018 až 2022 o 24% CAGR.<sup>2</sup> Efekt nárůstu CAGR o 24% je zobrazen na Obrázku 3.

Obrázek 3 Compound Annual Growth Rate



Zdroj: Business Wire, a Berkshire Hathaway. (2018).

## Rok 2019 - Portál Interact Analysis

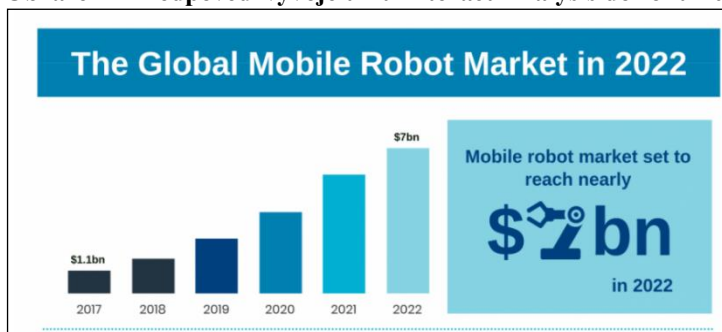
Interact Analysis je nadnárodní poskytovatel výzkumu trhu pro Inteligentní automatizaci (Intelligent Automation sector).<sup>3</sup> Dne 18. 5. 2018 zveřejnil portál Interact Analysis informaci, že poptávka po AMR roste. V roce 2017 byla hodnota tržeb s AMR cca 1 miliarda USD. Podle předpovědi by měla v roce 2022 dosáhnout až 7 miliard USD. Důvodem mají být rostoucí požadavky na automatizaci výroby, rostoucí sektor e-commerce s výrazným nárůstem objemů zboží dodávaného prostřednictvím spedičních společností a v neposlední řadě nedostatek pracovní síly ve skladech a logistice. Předpověď vývoje tržeb za autonomní mobilní roboty podle společnosti Interact Analysis z roku 2018 ilustruje Obrázek 4.

<sup>1</sup> Technavio. (2018)

<sup>2</sup> CAGR je zkratka pro Compound Annual Growth Rate, což je složená roční míra růstu. Je ukazatelem růstu, který měří míru návratnosti investic po celou dobu trvání investice. Jedná se o geometrický průměr tempa růstu. Je to pro forma číslo, které ukazuje, co přináší investice na základě ročního součtu. CAGR se běžně používá k určování toho, jak dobře si firma vede na silně konkurenčním trhu. Představuje růst organizace a pomocí CAGR se snadno zjišťuje tempo růstu nebo jeho nedostatek. Za dobrý je obvykle považován růst tržeb o 5–10% u společností s velkou kapitalizací, zatímco růst tržeb o více než 10% je dosažitelnější u společností se střední a malou kapitalizací.

<sup>3</sup> Interactanalysis. (2018).

Obrázek 4 Předpověď vývoje trhu Interact Analysis do roku 2022



Zdroj: Interactanalysis. (2018).

### Rok 2020 - Portál Interact Analysis

Dne 23. 9. 2020 publikoval portál Interact Analysis zprávu: Trh mobilních robotů se v roce 2020 zvýší o 24% navzdory pandemii COVID-19:<sup>1</sup>

- „Mobilní roboti zaútočí na logistický sektor, přičemž do roku 2024 se předpokládá 10ti násobné zvýšení investic
- COVID-19 bude významným hnacím motorem v dlouhodobém růstu mobilních robotů
- Prodej AMR je nastaven tak, aby radikálně překonal výnosy AGV. “

Společnost Interact Analysis pouze rok po předpovědi vývoje trhu předpovídá, že příjmy v roce 2020 porostou téměř o čtvrtinu navzdory vlivu pandemie COVID 19 a dosáhnou 2,4 miliardy USD. Pro rok 2021 predikuje růst o dalších 50% a předvídá, že dopad pandemie COVID 19 povede k vyšší poptávce po mobilní automatizaci.

Ve zprávě se také píše o trhu s AGV (Automated Guided Vehicle) tj. trhu s přepravními roboty pro manipulaci s materiálem, zbožím aj. AGV jsou průmyslové bezobslužné roboty zajišťující přepravu zboží, materiálu apod. Interact Analysis odhaduje pro rok 2020 u výnosů z trhu AGV nárůst o 11%, kdežto u automatických mobilních robotů o 45%. Důvodem je jednodušší použití automatických mobilních robotů, kteří mají menší nároky na vybudovanou infrastrukturu (pojezdové plochy, nabíjecí a parkovací stanice apod.).

Rozvoj AMR bude zejména v oblasti e-commerce. Interact Analysis totiž predikuje přesuny klíčových výrobních z Číny do jiných států jako dopad postpandemické situace.

Odhady rozvoje AMR robotů podle Interact Analysis:

- Logistický sektor<sup>2</sup> bude v roce 2024 investovat do autonomních mobilních robotů 9 miliard USD (v roce 2020 přibližně 1 miliardu USD).
- Výrobní sektor bude investovat do autonomních mobilních robotů 5 miliard USD v roce 2024.

Ash Sharma, hlavní ředitel výzkumu společnosti Interact Analysis, říká: „*Boom internetového nakupování kvůli pandemickému objemu elektronického obchodování šel přes noc o 5 let dopředu, což vede k tomu, že společnosti urychlily plány automatizace. To, co společnosti plánovaly na období 2024–2025, se nyní děje v důsledku koronaviru. Společnosti si uvědomují, že musí méně spoléhat na lidskou práci, a že musí zvýšit odolnost a efektivitu výroby a skladování.*“<sup>3</sup>

### Rok 2020 - Portál Technavio Research

V prosinci 2020 publikovala společnost Technavio<sup>4</sup> zprávu o „Autonomním trhu mobilních robotů, rozdělení podle koncových uživatelů a geografie - prognóza a analýza na období 2020–2024“. Jak

<sup>1</sup>Interactanalysis. (2020)

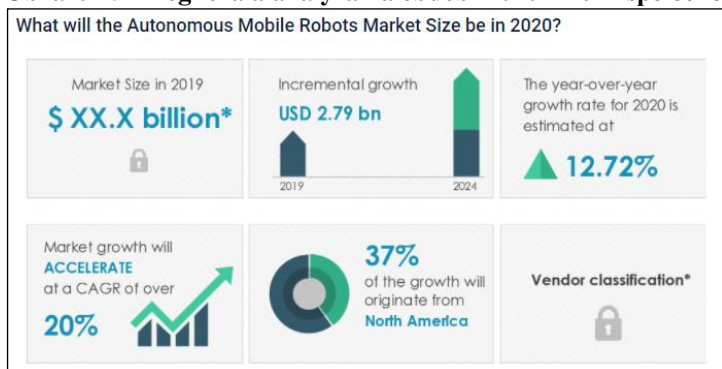
<sup>2</sup> (pozn. není zde zahrnuta společnost Amazon, jelikož neposkytuje data)

<sup>3</sup> Technavio.(2018)

<sup>4</sup> Technavio (2018)

ukazuje Obrázek 5, nárůst trhu s autonomními mobilními roboty za období 2020-2024 se predikuje na 2,79 miliardy USD a CAGR (Compound Annual Growth Rate ) se odhaduje ve výši 20%.

**Obrázek 5 Prognóza a analýza na období 2020 – 2024 společnosti Technavio**



Zdroj: Technavio. (2018)

Protože zpráva o globálním trhu autonomních mobilních robotů byla publikována koncem roku 2020, jsou v ní zachyceny i vlivy způsobené globální pandemickou situací v souvislosti s pandemií COVID-19. Zpráva rovněž hodnotila posun ve spotřebitelském chování a identifikovala a zkoumala nadcházející trendy. Ve zprávě o analýze trhu autonomních mobilních robotů jsou rozebírány klíčové faktory, jako je návratnost investic autonomních mobilních robotů a dopad rychle se rozvíjejících regionů na poptávku po autonomních mobilních robotech.

## VII. Závěr

Cílem předkládaného článku bylo zhodnocení vývoje v oblasti přechodu na Průmysl 4.0, zvláště s ohledem na využívání autonomních mobilních robotů. Role, kterou hraje v kontextu Průmyslu 4.0 automatizace a především robotizace, jak vyplývá z obsahu příspěvku, je velmi pozitivní, a nezbytně nutná. Velkým přínosem autonomních robotů je, že nejsou v reálném čase řízeny člověkem, mohou fungovat na základě předchozího naprogramování, případně s vývojem nových technologií mohou být schopny naučit se nebo získat nové poznatky o způsobu plnění svých pracovních úkolů a přizpůsobení se měnícímu okolnímu prostředí. Přínosem, spojeným s autonomními roboty, je jejich schopnost monitorovat svůj aktuální stav i stav okolí a případná predikce možných závad. Pro efektivní využití autonomních robotů je potřeba různých technologií, nicméně jejich implementace do výrobních provozů a továren umožní flexibilitu, značně zproduktivní výrobu, která se tak stane výrazně rychlejší a bude eliminována možnost lidské chyby. Rozvoj robotizace však bude třeba zároveň podpořit budováním potřebné infrastruktury na všech úrovních. Robotizace průmyslu autonomními roboty je jednou z metod, jejímž cílem je zvýšení produktivity práce, což se ovšem nebude omezovat jen na sektor průmyslu a hromadnou výrobu. S větším procentem robotizace v podnicích je spojena i úspora pracovních sil a s tím spojená změna struktury pracovního trhu, organizace práce, apod.

Důležitým faktorem pro rozhodování o robotizaci je odhad nákladů souvisejících se zavedením a provozováním robotů ve srovnání s cenou obdobné práce, kterou doposud zastávali pracovníci používající jinou technologii. Zapojení robotů do výroby umožňuje firmám přenechat jim úkony, které vyžadují fyzicky náročnou práci, jsou příliš stereotypní nebo zahrnují práci v nečistém či nebezpečném prostředí. Ve třetině velkých českých firem se roboti již vyskytují a zapojují se nejčastěji do automatizovaných výrobních činností. České firmy jsou v mezinárodním srovnání využívání robotů v EU 27 a také V4 přibližně na průměru. Z údajů, které poskytuje ČSÚ a Eurostat lze konstatovat (i přesto, že údaje za všechny členské státy nejsou úplné, protože otázka o využití robotiky byla nepovinná), že se české podniky umísťují nad evropským průměrem.

V souvislosti se změnami způsobenými pandemií COVID-19 velmi dynamicky narůstá využití autonomních mobilních robotů pro podporu e-commerce, kdy s výrazným nárůstem objemu obchodu

realizovaných kanálem e-commerce je potřeba zajistit distribuci a přepravu zboží od výrobce k zákazníkovi přes různá distribuční centra, sklady, zásilkovny, pošty apod. Z informací týkajících se vývoje trhu s AMR a některých vybraných rešerší vyplývá, že pandemická a postpandemická situace kolem COVID-19 paradoxně povede k výraznému nárustu trhu s autonomními mobilními roboty. Lze tedy konstatovat, že současná koronavirová pandemie nejen urychluje zavádění robotické automatizace, ale je také velkou příležitostí pro její posílení. Jak již bylo uvedeno výše, důvodem budou rostoucí požadavky na automatizaci výroby, nedostatek pracovních sil atd.

Výše uvedené predikce prudkého rozvoje trhu s autonomními mobilními roboty dokládá také např. aktuální článek na ITBIZ ze dne 29. 4. 2021 týkající se dánské společnosti MIR, uváděné v přehledu výrobců: „*Mobile Industrial Robots (MiR), mezinárodní lídr na trhu autonomních mobilních robotů (AMR), zaznamenal začátkem tohoto roku rekordní poptávku. Prodej AMR robotů v prvním čtvrtletí roku 2021 byl o 55 % vyšší ve srovnání se stejným obdobím v roce 2020.*“<sup>1</sup>

Faktorů, které budou ovlivňovat trh s autonomními mobilními roboty, se v budoucnu objeví celá řada. Jedním z nich mohou být plánované přesuny distribučních center z Číny do jiných států světa, kdy se distribuční centra přesouvají ze zemí výroby do blízkosti cílových zemí, což souvisí mj. i se zvyšováním cel. Bude proto zajímavé tyto trendy sledovat a porovnávat predikce s realitou.

## Literatura

ABB. (2018). *ABB and The Economist launch Automation Readiness Index, global ranking for robotics and Artificial Intelligence*. Dostupné z <https://new.abb.com/news/detail/4431/abb-and-the-economist-launch-automation-readiness-index-global-ranking-for-robotics-and-artificial-intelligence> (2. 5. 2021).

Brynjolfsson, E. a McAfee, A. (2015). *Druhý věk strojů: práce, pokrok a prosperita v éře špičkových technologií*. Brno: Jan Melvil Publishing.

Business W., Berkshire H. company. (2018). *Global Autonomous Mobile Robots Market 2018-2022*. Dostupné z <https://www.businesswire.com/news/home/20181211005561/en/Global-Autonomous-Mobile-Robots-Market-2018-2022-Growth> (30. 4. 2021).

ČSÚ (2020). *Využívání informačních a komunikačních technologií v podnikatelském sektoru. Využití robotiky*. Dostupné z <https://www.czso.cz/csu/czso/vyuzitirobotiky> (5. 5. 2021).

Eurostat. (2020). *Comprehensive database*. Dostupné z <http://ec.europa.eu/eurostat/web/digital-economy-and-society/data/comprehensive-database> (30. 4. 2021).

Eurostat (2021). *Euro Indicators. Overview*. Dostupné z <https://ec.europa.eu/eurostat> (30. 4. 2021)

Fetchrobotics (2020). *AMR Overview*. Dostupné z <https://fetchrobotics.com/> (28. 4. 2021).

Ford, M. (2017). *Roboti nastupují: automatizace, umělá inteligence a hrozba budoucnosti bez práce*. Praha: Rybka Publishers. 2017.

Germany Trade and Invest. (2014). *Industrie 4.0: Smart Manufacturing for the Future*. Dostupné z [www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/\\_SharedDocs/Downloads/GTAI/Brochures/Industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en.pdf](http://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/_SharedDocs/Downloads/GTAI/Brochures/Industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en.pdf) (6. 5. 2021).

Growjo (2020). *Fetch Robotics Competitors, Revenue, Alternatives and Pricing*. Dostupné z <https://growjo.com/company/Fetch-Robotics> (28. 4. 2021).

Growjo. (2020). *Mobile Industrial Robots ApS Competitors, Revenue, Alternatives and Pricing*. Dostupné z <https://growjo.com/company/Mobile-Industrial-Robots-ApS> (28. 4. 2021).

---

<sup>1</sup> ITBIZ. (2021)

- Hedvicakova, M., Kral, M. (2021). Performance evaluation framework under the influence of industry 4.0: The case of the Czech manufacturing industry. *E & M EKONOMIE A MANAGEMENT* 24, 118-134.
- IDC. (2019). *IDC MarketScape: Worldwide Autonomous Mobile Robots for General Warehouse Automation 2019 Vendor Assessment*. Dostupné z <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=US44843019> (28. 4. 2021).
- Interact Analysis. (2018). *The Mobile Robot Market in 2022 – Our Predictions*. Dostupné z <https://www.interactanalysis.com/mobile-robot-infographic/> (30. 4. 2021).
- Interact Analysis (2020). *Mobile Robot Revenues Set to Grow by 24% in 2020 despite COVID-19 Pandemic – Interact Analysis*. Dostupné z <https://www.interactanalysis.com/press-releases/mobile-robot-revenues-set-to-grow-by-24-in-2020-despite-covid-19-pandemic-interact-analysis/> (30. 4. 2021).
- International Federation of Robotics (2020). *IFR presents World Robotics Report 2020*. Dostupné z <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/record-2.7-million-robots-work-in-factories-around-the-globe> (24. 9. 2020).
- International Federation of Robotics. (2019). *World Robotics 2019 Preview*. Dostupné z [https://ifr.org/downloads/press2018/IFR\\_World\\_Robotics\\_Outlook\\_2019\\_-\\_Chicago.pdf](https://ifr.org/downloads/press2018/IFR_World_Robotics_Outlook_2019_-_Chicago.pdf) (26. 4. 2021).
- ITBIZ. (2021). *Mobile Industrial Robots s 55% růstem tržeb zaznamenal v 1. čtvrtletí 2021 rekordní zájem o AMR roboty*. Dostupné z <https://www.itbiz.cz/tiskove-zpravy/mobile-industrial-robots-s-55-rustem-trzeb-zaznamenal-v-1-ctvrtleti-2021-rekordni-zajem-o-amr-roboty> (30. 4. 2021).
- Kotýnková, M. (2015). *Proměny trhu práce v postindustriálních společnostech a jejich dopady na potencionální pracovní sílu*. Dostupné z <https://relik.vse.cz/2015/download/pdf/54-Kotynkova-Magdalena-paper.pdf> (28. 4. 2021).
- KUKA AG. (2019). *Hello Industrie 4.0\_we connect you*. Dostupné z <https://www.kuka.com/cs-cz/vyroba-v-budoucnosti/pr%C5%AFmysl-4,-d,-0/pr%C5%AFmysl-4,-d,-0-introduction> (3. 5. 2021).
- Libiaorobotics. (2021). *Intelligent Sorting, Make It Work More Efficient*. Dostupné z <http://www.libiaorobot.com/en/home> (30. 4. 2021).
- Macurová, P., Ludvík, L. and Žwaková, M. (2017). The Driving Factors, Risks and Barriers of the Industry 4.0 Concept. *Journal of Applied Economic Sciences*, 7(53), 2003 -2011.
- Maynard, A. D. (2015). Navigating the Fourth Industrial Revolution. *Nature Nanotechnology* 2015(10), 1005-6.
- Mobile Industrial Robots. (2021). *MIR a Better Way*. Dostupné z <https://www.mobile-industrial-robots.com/cs/> (28. 04. 2021).
- Nagel, L. (2020). The influence of the COVID-19 pandemic on the digital transformation of work. *International Journal of Sociology and Social Policy*, 40(9/10), 861–875.
- OECD. (2019). *Skills Outlook 2019: Thriving in a Digital World*. Dostupné z [https://read.oecd-ilibrary.org/education/oecd-skills-outlook-2019\\_df80bc12-en#page1](https://read.oecd-ilibrary.org/education/oecd-skills-outlook-2019_df80bc12-en#page1) (04. 05. 2021).
- Petrillo, A. a kolektiv. (2018). *Fourth Industrial Revolution: Current Practices, Challenges, and Opportunities*. Dostupné z <https://www.intechopen.com/books/digital-transformation-in-smart-manufacturing/fourth-industrial-revolution-current-practices-challenges-and-opportunities> (30. 4. 2021).
- Potůček, M. (2016). *Veřejná politika*. Praha: C.H. Beck.

Rynt, J., Schovánek, L. (2019). *Roboti, 5G a inteligentní stroje v průmyslové automatizaci*. Dostupné z <https://m.systemonline.cz/rizeni-vyroby/roboti-5g-a-inteligentni-stroje-v-prumyslove-automatizaci.htm> (6. 5. 2021).

Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. Geneva: World Economic Forum.

Simoens, P. 2019. *Man and Machine Collaborating on the Factory Floor: a Nightmare or a Match Made in Heaven?* Dostupné z <https://www.imec-int.com/en/imec-magazine/imec-magazine-january-2019/man-and-machine-collaborating-on-the-factory-floor-a-nightmare-or-a-match-made-in-heaven> (4. 5. 2021).

Strandhagen, J., Alfnes E. a Strandhagen. J. O. (2017). *The fit of Industry 4.0 applications in manufacturing logistics: a multiple case study*. Dostupné z <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs40436-017-0200-y.pdf> (2. 5. 2021).

Technavio. (2018). *Autonomous Mobile Robots Market by End-user and Geography - Forecast and Analysis 2020-2024*. Dostupné z <https://www.technavio.com/report/autonomous-mobile-robots-market-industry-analysis> (30. 4. 2021).

Technavio. (2020). *Robotic Arm Market Research - MarketShare, Size, and Forecast Market Analysis*. Dostupné z <https://analysis.technavio.com/robotic-arm-research> (30. 4. 2021).

Tondl, L. (2009) *Člověk ve světě techniky: Nové problémy filozofie techniky*. Liberec: Bor.

Tompkins Robotics. (2021). *Tompkins Robotics Virtual Tours*. Dostupné z <https://tompkinsrobotics.com/> (28. 4. 2021).

Unido. (2018). *Industry 4.0 – the opportunities behind the challenge*. Dostupné z [https://www.unido.org/sites/default/files/files/2018-11/UNIDO\\_GC17\\_Industry40.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/files/2018-11/UNIDO_GC17_Industry40.pdf) (28. 4. 2021).