



**FAKULTA
STROJNÍ
ČVUT V PRAZE**

**ÚSTAV
ŘÍZENÍ A EKONOMIKY
PODNIKU**

Možné změny pracovní síly v době digitalizace a robotizace

Praha

2020

Studie byla zpracována v rámci projektu Asociace samostatných odborů ASO „Role kolektivního vyjednávání v době rostoucí digitalizace práce“, financovaného z příspěvku na činnost dle § 320a písm. a) zákona č. 262/2006 Sb., zákoníku práce, ve znění pozdějších předpisů, na podporu sociálního dialogu



Autoři:

Pavel Scholz

Petr Weisser

Zdeněk Kadlec

Obsah

Úvod	5
1 Trendy ovlivňující zaměstnanost a potřebu dovedností	7
1.1 Trendy v oblasti řízení podniků	7
1.1.1 Trendy ve vztahu k zákazníkům	7
1.1.2 Trendy v interním řízení podniku	8
1.1.3 Integrace v rámci dodavatelsko-odběratelského řetězce	9
1.2 Trendy v oblasti technologií	9
1.2.1 Internet věcí	10
1.2.2 Komunikační technologie	12
1.2.3 Data, BigData, SmartData	14
1.2.4 Umělá inteligence, Strojové učení	15
1.2.5 Prediktivní údržba	17
1.2.6 Cloud computing	18
1.2.7 Kyberbezpečnost	21
1.2.8 Moderní podnikový software a systémová integrace	22
1.2.9 Automatizace, robotizace	24
1.2.10 Aditivní výroba	29
1.2.11 Virtuální a rozšířená realita	31
1.3 Demografický vývoj	34
2 Dopady technologií na trh práce	35
2.1 Poměr lidské práce a práce stroje	36
2.2 Předpoklady ovlivněných pracovních míst v jednotlivých zemích	39
2.2.1 Předpoklady ovlivněných pracovních míst v ČR	43
2.3 Předpoklady ovlivněných pracovních míst podle ekonomických sektorů	47
2.4 Předpoklady ovlivněných pracovních míst podle podniků	47
2.5 Postoje zaměstnanců v souvislosti s automatizací	48
2.6 Stabilní, nové a nadbytečné profese/pracovní pozice	51
2.6.1 Přesun pracovníků do oblasti služeb	51
2.6.2 Vznik pracovních příležitostí ve sdílené ekonomice	53
2.6.3 Vznik nových pracovních míst a profesí	53
2.6.4 Stabilní, nové a nadbytečné profese a dovednosti	58
2.6.5 Dovednosti	60
2.6.6 Rekvalifikace a přesun na jiná pracovní místa	63



2.6.7	Změny ve formách zaměstnávání.....	64
2.6.8	Nedostatek pracovníků s vyšším vzděláním.....	68
3	Dopady digitalizace na společnost	69
	Závěr a doporučení.....	70
	Seznam zdrojů	73

Úvod

Nacházíme se v období čtvrté průmyslové revoluce. Mnoho lidí o tomto tématu diskutuje. Mnoha lidem se nelíbí, protože údajně nejde o revoluci. Mnoha lidem se nelíbí, protože je příliš zpolitizované, zprofanované, neustále a dokola diskutované.

V současnosti běžící čtvrtá průmyslová revoluce vychází ze třetí průmyslové revoluce a nacházíme se teprve na jejím začátku. Můžeme očekávat, že potrvá minimálně dalších 10-20 let. Její význam, a to, jak jsme v jejím průběhu uspěli vůči jiným státům, či jak jsme ji využili ve svůj prospěch a v prospěch lidstva však budeme schopni pochopit až při pohledu zpět. Čtvrtá průmyslová revoluce nepřináší (alespoň zatím) žádné zásadně nové technologie a je pravdou, že v tomto ohledu se nejedná o revoluci. Roboti, bezpilotní řízení, umělá inteligence, neuronové sítě, autonomní vozidla a jiné technologie opravdu nejsou žádnou žhavou novinkou.

Přesto všechno si však myslíme, že se o revoluci, v pořadí již čtvrtou, opravdu jedná. Zásadní a revoluční je minimálně podle části odborníků skutečnost, že se stírají hranice fyzického, digitálního a organického světa při nasazování kyberneticko-fyzických systémů. Postupně dochází k užšímu a užšímu propojování těchto tří světů. Ve významné míře a velkém rozsahu se budou průmyslově využívat internet, rozšířená realita, aditivní technologie nebo nanotechnologie. Stroje a zařízení budou přebírat práci lidí nebo s nimi úzce spolupracovat. Bude se využívat strojového vnímání k řízení strojů či výrobních celků, bude docházet k autokonfiguraci a autodiagnostice. Bezpochyby bychom našli i další důvody. [1]

Důvody, proč se o revoluci opravdu jedná, shrnul rovněž zakladatel a prezident Světového ekonomického fóra pan Klaus Schwab. Důvody jsou tři – rychlost, rozsah a systémový dopad [1]:

1. Rychlost změn nemá obdoby. Současná revoluce vykazuje exponenciální nikoliv lineární růst.
2. Charakter revoluce je globální, týká se celé planety a všech odvětví.
3. Dochází k transformaci výrobních systémů, jejich správy a řízení.

Vzhledem k tomu, že čtvrtá průmyslová revoluce přináší výše zmíněné zásadní změny do našich osobních i pracovních životů, zaslouží si dostatečnou pozornost a je třeba se tomuto tématu a změnám s ním spojeným věnovat. V této souvislosti si zde předkládaná studie klade za cíl představit možné dopady na pracovní sílu, respektive trh práce.

První kapitola studie se zaměřuje na představení vybraných trendů, které v současné době ovlivňují zaměstnanost a potřebu dovedností. Jedná se zejména o trendy v podnikovém řízení, technologické trendy nebo demografický vývoj. Druhá kapitola se pak zabývá předpokládanými dopady na trh práce v důsledku zavádění moderních technologií. Konkrétně kapitola pojednává o tom, kolik pracovních míst může být automatizací ovlivněno, zda a v jakém objemu budou pracovní místa zanikat či nově vznikat, jak se budou měnit profese a dovednosti pro ně vyžadované, zda se budou měnit formy zaměstnávání či zda bude např. dostatek absolventů vysokých škol. Třetí kapitola pak představuje možné dopady na trh práce se zaměřením na vybrané skupiny obyvatelstva – mladé lid, lidi nad 55 let, osoby s nízkou úrovní kvalifikace nebo ženy.

Poznámka: Informace obsažené v této studii jsou založeny na vývoji před celosvětovou pandemií virové choroby COVID, která bezpochyby další vývoj z hlediska zavádění moderních technologií ovlivní (a tím bude ovlivněn i trh práce). Výsledné dopady mohou mít různou podobu a je obtížné je předvídat. Jednou z variant vývoje je, že pandemie uspíší implementaci některých technologií s cílem zajistit provoz

některých podniků i za těchto pro všechny náročných okolností. Variantou, která však rovněž připadá v úvahu a určitě není poslední, může být i skutečnost, že implementace moderních technologií v důsledku negativního ekonomického vývoje oslabí. Pro podniky může být náročné tyto rozsáhlé investice spojené vždy s určitým rizikem financovat.

1 Trendy ovlivňující zaměstnanost a potřebu dovedností

Na vývoj budoucí zaměstnanosti působí množství faktorů a trendů, které se mohou navzájem ovlivňovat. Mezi tyto faktory můžeme obecně zařadit faktory politické, ekonomické (např. poptávka po produktech), faktory sociální (např. demografický vývoj, imigrace, počet absolventů) nebo technologické faktory.

Faktory spojené s technologickým vývojem však budou mít v nejbližších letech velmi významný vliv, a proto je jim zde věnována významně větší pozornost. Neměli bychom však opomenout ani na trendy v oblasti podnikového řízení, které se vlastně do značné míry opírají o tyto technologické trendy a udávají tím ve skutečnosti jejich směr. Rovněž bychom neměli zapomínat např. na demografický vývoj. Následující kapitoly se tedy věnují zejména těmto trendům.

1.1 Trendy v oblasti řízení podniků

Trendů udávajících směr v oblasti řízení podniků bychom mohli najít více. Mezi ty nejviditelnější bychom však mohli zařadit zejména změnu chování zákazníků, která do značné míry utváří ostatní trendy (např. v oblasti moderních technologií), dále pak trendy v interním řízení podniku a integraci v rámci dodavatelsko-odběratelských řetězců.

1.1.1 Trendy ve vztahu k zákazníkům

Na začátku všeho je zákazník, on je klíčový pro všechny podniky, a tudíž významně ovlivňuje jejich řízení. Nacházíme se v době, kdy postupně dochází ke změně životního stylu a spotřebitelského chování. Požadavky a skutečné potřeby zákazníků nejsou totéž a mění se mimo jiné pod tlakem nových možností, které jim trh a moderní technologie nabízí. Zásadní roli při nákupu začíná hrát možnost individuální konfigurace a oproti minulosti nejenom funkcionalita a kvalita. Produkt musí rovněž vzbuzovat pozitivní emoce (Obr. 1). Zákazník je celkově netrpělivý, chce mít všechny informace neustále k dispozici a aktuální, vyžaduje od dodavatele/výrobce produktu rychlé (někdy okamžité) reakce a dodání. Zároveň se vyznačuje vysokou mobilitou, takže chce co nejvíce věcí (získávání informací, komunikace, objednávky) řešit vzdáleně prostřednictvím mobilních zařízení.

Pro zachování konkurenceschopnosti je třeba od podniků odpovídající reakce a přizpůsobení se. V této souvislosti je třeba neustále zjišťovat a sledovat změny nejenom u samotných zákazníků, ale rovněž z hlediska zavádění nových technologií, přístupů nebo nástrojů, které pomohou podnikům uspět. Nové možnosti sběru široké škály dat mohou pomoci hlouběji porozumět zákazníkům a zlepšit vztahy s nimi. Informace mohou podpořit přímý prodej produktů (od výrobce k zákazníkovi bez prostředníka), zkvalitnit marketingové strategie a umožnit firmám lépe cílit poprodejní podporu a posílit věrnost zákazníka k firmě.

Celý proces od výběru zboží po nákup a následnou údržbu změní charakter pod vlivem digitalizace. Bude růst význam e-commerce a výrobci budou muset dále rozvíjet digitální nástroje a obsah, které zákazníkům umožní získat co nejvíce informací a zkušeností z internetu.



Obr. 1: Klíčové prvky hodnoty pro zákazníka [3]

Důležitá je dále např. systémová integrace, využívání moderního SW pro plánování, rozvrhování a řízení výroby nebo automatizace a robotizace pro rychlý a efektivní průchod produktů výrobou až k zákazníkovi. Nicméně výrobci se již nebudou soustřeďovat pouze na výrobu a produkt, ale i na poprodejní služby, které se pro ně nakonec mohou stát důležitější než samotná výroba. [4]

Větší roli ve vztahu k zákazníkům bude mít poprodejní servis, například digitální servis na dálku, aktualizace softwaru a aplikací zabudovaných ve výrobcích nejenom s cílem přinášet zákazníkům nové možnosti, ale zajistit jejich bezpečnost atd. Nové aplikace mohou pomoci diagnostikovat opotřebení a možné problémy vznikající při používání výrobků, a to jak současné problémy, tak jejich pravděpodobný budoucí výskyt a nasměrovat potřebnou údržbu či opravy.

1.1.2 Trendy v interním řízení podniku

Trendy ve vnitřním řízení podniku jsou značně udávány snahou splnit požadavky, potřeby a přání zákazníků. Podniky se přeorientovávají na procesní řízení, které zdůrazňuje odpovědného pracovníka a výsledného zákazníka. Cílem je odstranit bariéry tvořené původním organizačním uspořádáním a vytvořit tak efektivně fungující a výkonnou organizaci (respektive efektivně fungující komunikaci a předávání práce). V této souvislosti je kladen důraz na zavádění nových informačních systémů, jednotné a provázané databáze a jejich vzájemnou integraci právě s cílem zajistit efektivní procesní řízení. Rovněž je zde kladen důraz na přípravu integrace v rámci dodavatelsko-odběratelského řetězce (viz dále) a přípravu pro automatizaci, robotizaci a zavádění dalších moderních technologií.

Na straně výrobců, kteří jsou součástí nadnárodních koncernů, dochází z důvodu zajištění kompatibility k poměrně rychlé implementaci podnikových aplikací využívaných v celém koncernu nebo systémů provozovaných v nadnárodních centrech sdílených služeb. Na straně malých dodavatelů pak může docházet z důvodu finanční náročnosti zavádění nových informačních systémů a technologií obecně k integraci pod „křídla“ větších podniků-odběratelů/dodavatelů.

1.1.3 Integrace v rámci dodavatelsko-odběratelského řetězce

Ve snaze zajistit co nejefektivnější průchod produktu (zakázky) od objednávky zákazníkem až po dodání a ve snaze zajistit efektivní chod podniků dochází k integraci podniků v rámci dodavatelsko-odběratelského řetězce. Cílem je automatizace nákupních procesů, evidence materiálu, trasování jeho toku výrobou a predikce jeho potřeby za pomoci moderních technologií a digitalizace. Internet věcí, jehož aplikace se postupně rozšiřuje, dále posune tyto možnosti, aby byl v reálném čase sledován stav výroby a zásob ale i poptávka na trhu. Od toho se bude odvíjet komunikace s dodavateli, kteří budou mít přehled o požadovaných dodávkách v přesném množství, v požadovaných termínech a lokalitách. Továrny tedy nebudou potřebovat velké zásoby materiálu, aniž by byly vystaveny riziku přerušení výrobního procesu z důvodu výpadku subdodávek. Je ale nutné, aby dodavatelé, výrobci, poskytovatelé logistických a skladovacích služeb a zákazníci byli digitálně propojeni, aby bylo možno v reálném čase sledovat stav subdodávky, aktualizaci termínu dodání apod. [2,5]

Důležitým trendem v rámci integrace se postupně stává využívání technologie blockchain. Jde o databázi, do které se zapisují vzájemné transakce, přičemž je nemožné změnit již jednou zaznamenaná data, což zajišťuje jejich bezpečnost a spolehlivost. Díky blockchainu by tak mezi jednotlivými subjekty v dodavatelsko-odběratelském řetězci nebylo sporu ohledně transakcí. Objednavatel také může sledovat celou cestu od prvního dodavatele až k finálnímu produktu na konci řetězce a má také garanci původu daného produktu. [6]

Dodavatelsko-odběratelské řetězce může ovlivnit rovněž aditivní výroba, protože některé díly, zejména náhradní v malých sériích si budou moci firmy přímo efektivně vyrábět na vlastním pracovišti. Tato skutečnost však bude samozřejmě vyžadovat investice do odpovídajících aditivních technologií, zvýší potřebu obsluhy a údržby aditivních zařízení, nicméně uspoří některé náklady jako např. na dopravu nebo skladování.

Lze očekávat, že uvedené trendy v dodavatelských vztazích sníží náklady, uspoří část pracovníků v administraci nákupů, řízení a správy zásob i pravděpodobně přímo ve skladech, urychlí výrobu, a tedy zrychlí i reakci výroby na tržní poptávku. Zvýší se však např. potřeba pracovníků schopných pracovat s informačními systémy a vyhodnocovat informace. [2]

1.2 Trendy v oblasti technologií

Jak bylo napsáno již v úvodu této studie, nacházíme se v období čtvrté průmyslové revoluce, která přináší zásadní změny do našich osobních i pracovních životů. Již se nejedná pouze o automatizaci nebo o zavádění robotů. Jedná se o významné komplexní změny, v rámci, kterých by měly postupně vzniknout chytré podniky založené kromě robotizace a automatizace na využití a vzájemném propojení nových informačně-technologických prvků jakými jsou internet věcí, cloud computing, BigData nebo moderní podnikový software.

Budou vznikat tzv. kyberneticko-fyzické systémy, kde mezi sebou budou prvky výrobního prostředí navzájem komunikovat, provádět autodiagnostiku a autokonfiguraci či autooptimalizaci. Stroje a zařízení budou přebírat práci lidí nebo s nimi úzce spolupracovat tak, aby bylo dosaženo vyšší produktivity a efektivity výrobního procesu. Lidé budou díky spolupráci se stroji méně zatíženi rutinními úkoly a budou mít prostor ke kreativitě a vlastnímu rozvoji. Továrny budou doplněny o technologie aditivní výroby, aby bylo dosahováno vyšší flexibility a možnosti přizpůsobit výsledný výrobek požadavkům zákazníků.

Ve velké míře se bude využívat e-commerce a celý proces objednávky a dodání produktu bude probíhat výrazně rychleji a efektivněji z pohodlí domova, z dovolené, odkudkoliv. Významnou roli zde bude hrát

čím dál užší integrace subjektů v rámci dodavatelsko-odběratelského řetězce. Důležitou roli budou hrát v budoucnu služby nabízené k prodávaným produktům, které budou díky novým technologiím nabízet velkou přidanou hodnotu.

Finálně se pak ukazuje, že podniky, které se adaptovaly na digitální technologie, automatizaci, robotizaci a další trendy, fungují efektivněji, výkonněji a mají vyšší produktivitu práce. Jednotlivým technologickým trendům se blíže věnují následující podkapitoly.

1.2.1 Internet věcí

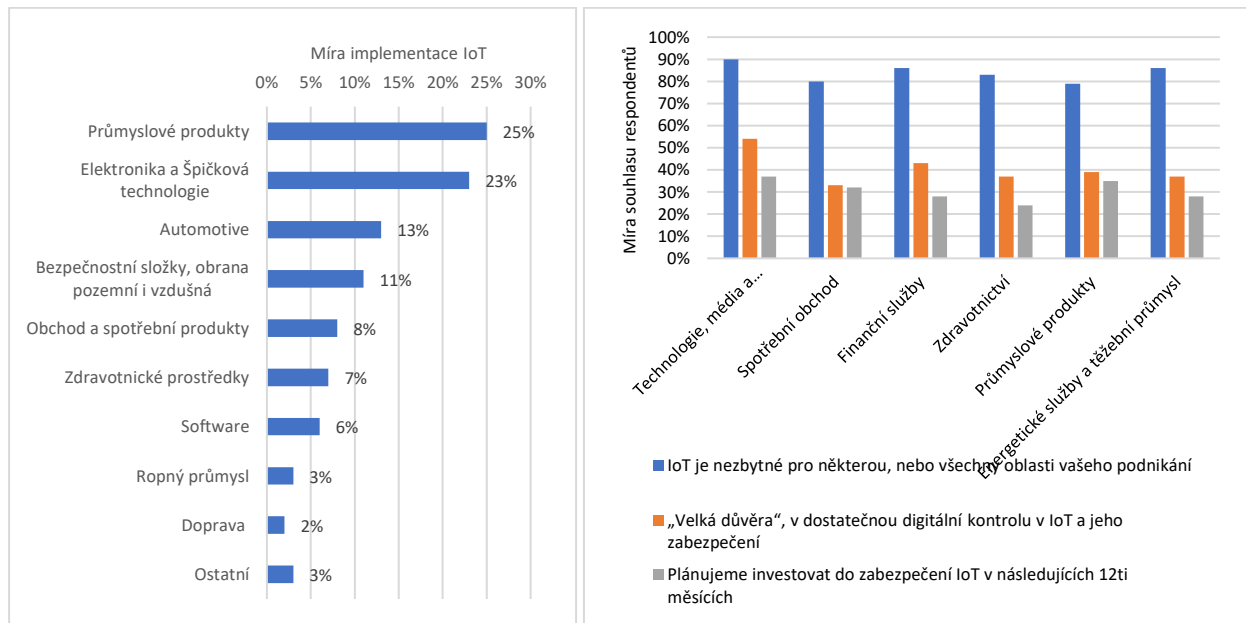
Kromě termínu Internet věcí (Internet of Things - IoT) se můžeme setkat s poměrně velkým množstvím podobných termínů. Může jednat např. o Industrial Internet of Things, Internet of Things and Services (Bosch), Internet of Everything (Cisco), Internet of Things & People (Harbor Research), Internets of Things (Forrester Research), ... Tyto termíny se odlišují primárně tím, která společnost či organizace je zastřešuje a jaká je konkrétní aplikace v praxi, ale princip vnímání a fungování technologie zůstává v zásadě stejný.

Internet věcí (Internet of Things - IoT) představuje síť fyzických objektů nebo „věcí“, které jsou zjednodušeně řečeno osazeny senzory sledujícími stav/podněty jako např. poloha, tlak, teplota, vlhkost, pH, pohyb, vibrace, stupeň osvětlení, ... Fyzickými objekty či věcmi může být v dnešní době takřka cokoliv jako stroj, manipulační prvek (např. palety), hotový výrobek, parkoviště, oblečení, pole nebo např. potraviny (v budoucnu i přímo člověk, byť se to mnohým možná stále jeví jako sci-fi). Kromě senzorů je objekt osazen samozřejmě dalšími prvky jako je komunikační rozhraní pro přenos dat (různé druhy drátové či bezdrátové sítě), procesor, platforma, software. Takto osazené fyzické objekty nebo „věci“ jsou pak schopny sbírat data a detekovat události a změny ve svém okolí, komunikovat s dalšími objekty a věcmi vysláním signálu, integrovat se do systémů a dle potřeby a konkrétní aplikace mohou být i schopny provádět decentralizovanou analytiku a rozhodování za účelem reakce v reálném čase (simulace, samooptimalizace).

Využití nachází IoT v rozličných oblastech lidské činnosti od strojírenského průmyslu po zemědělství, od strojů po výrobky chytré domácnosti nebo nositelnou elektroniku. Díky IoT můžeme ve výrobě např. sledovat výrobní pracoviště a předávat data o jejich provozu za účelem simulace a následné optimalizace výrobního procesu, za účelem upozornění na poruchu nebo např. prediktivní údržby. V logistice můžeme díky IoT např. komunikovat s dodavateli za účelem včasného dodání zásob nebo např. sledovat pohyb položek a jejich stav (např. změny teploty u léků a potravin). V zemědělství můžeme díky IoT např. včas a optimálně zavlažovat plodiny na poli nebo přesně navádět a řídit zemědělskou techniku (John Deer). V oblasti stavebnictví pomáhá IoT např. k optimalizaci pohybu jeřábů na staveništích, aby se nesrazily. V dopravě pak pomáhá řídit dopravu na křižovatkách na základě stupně provozu na přilehlých komunikacích nebo např. obsazovat parkoviště. V maloobchodě pro změnu přispívá ke sledování zákazníků a určování jejich preferencí. U spotřebitelů pak může např. pomáhat efektivně řídit chytrou domácnost nebo sledovat denní aktivitu (chytré náramky atp.).

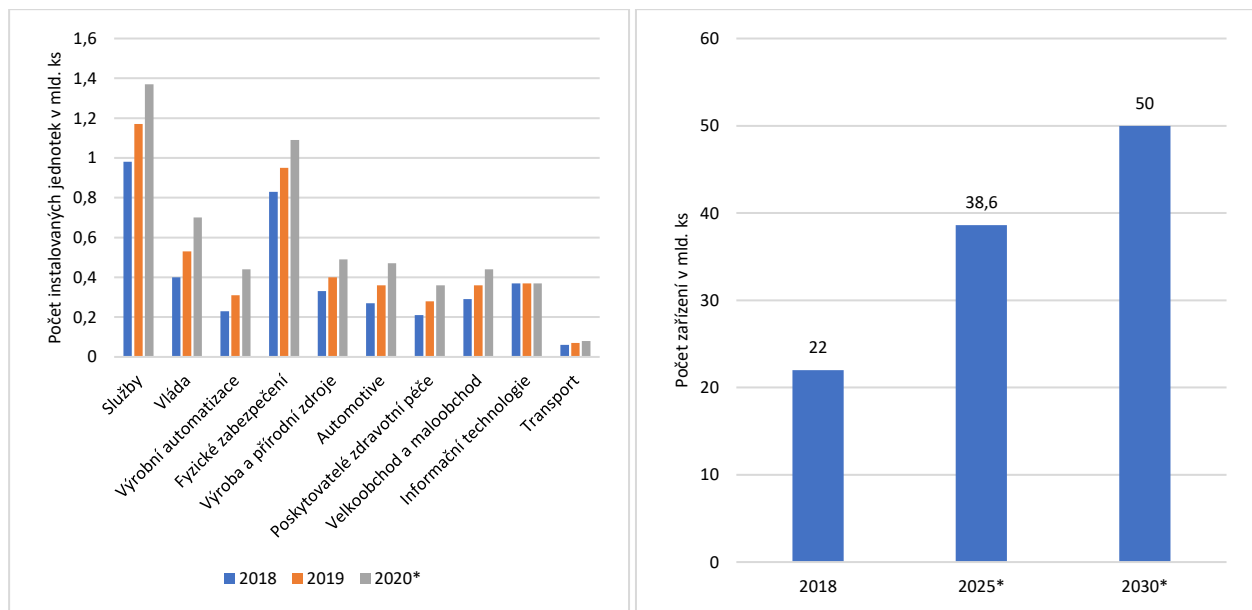
IoT bývá do určité míry vnímáno jako moderní technologie, která přispívá k nahrazování pracovních míst (např. stroje a zařízení řízené na dálku) či alespoň jejich snižování (např. efektivnější údržba vyžadující méně pracovníků). Málokdo si však bez detailnějšího zamyšlení uvědomuje, že IoT zároveň pracovní místa generuje, a to jak v rámci jejich vývoje nebo zajištění jejich zabezpečení, tak např. díky vytváření nových podnikatelských příležitostí spojených s využíváním IoT. Příkladem může být např. americká společnost John Deer zabývající se výrobou zemědělské techniky, jejíž podnikatelské aktivity aktuálně významně stojí na poskytování doplňkových služeb spojených s využíváním IoT (např. sledování využití a stavu techniky, stavu polí a jejich výtěžnosti, ...). Poskytování těchto služeb samozřejmě přináší nová pracovní místa.

Mnoho organizací již IoT revoluci odstartovalo. Vše, co bude moci být ve výrobním procesu automatizováno, automatizováno bude. Je jen otázkou času, kdy k tomu jednotlivé průmyslové podniky přistoupí. Na Obr. 2 vlevo můžeme vidět, že stupeň osvojení IoT v jednotlivých průmyslových oblastech nedosahoval v roce 2017 více než 25 %. Zároveň v roce 2018 mnoho podniků z různých sfér ekonomiky potvrzovalo důležitost této technologie (viz Obr. 2 vpravo).



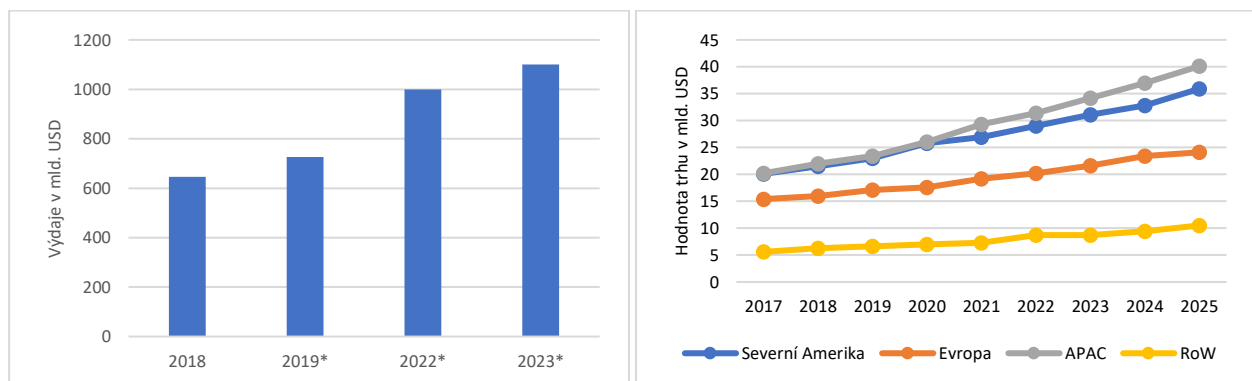
Obr. 2: (vlevo) Průmyslová implementace IoT k roku 2017, dle odvětví; (vpravo) Významnost, důvěra v, a investiční plánování pro IoT v organizacích celosvětově v 2018, dle odvětví [7,8]

Z dlouhodobého hlediska se tedy samozřejmě předpokládá další růst využití IoT, které je důležitým prvkem pro automatizaci. Předpoklad dalšího růstu je možné očekávat i v době celosvětové pandemie COVID, protože automatizace se ukazuje jako velmi důležitá, aby nedošlo k zastavení chodu podniků. Další rozvoj se dá potom očekávat mimo jiné s rozvojem dalších technologií jako jsou např. moderní komunikační sítě. Na Obr. 3 vlevo můžeme vidět, že počet instalovaných bází v mnoha oblastech roste a očekává se, že počet celosvětově připojených zařízení by mohl do roku 2030 dosáhnout až 50 mld., což by bylo více než dvojnásobek připojených zařízení v roce 2018 (Obr. 3 vpravo).



Obr. 3: (vlevo) Cílový trh instalace IoT v podnicích a automotive, celosvětově, v období 2018-2020, dle segmentu (v mld. ks); (vpravo) Počet celosvětově připojených IoT zařízení v letech 2018, 2025 a 2030 (v mld. ks) [9,10]

Růst celého sektoru IoT pak potvrzují samozřejmě i prognózy růstu výdajů, respektive růstu velikosti trhu (Obr. 4).

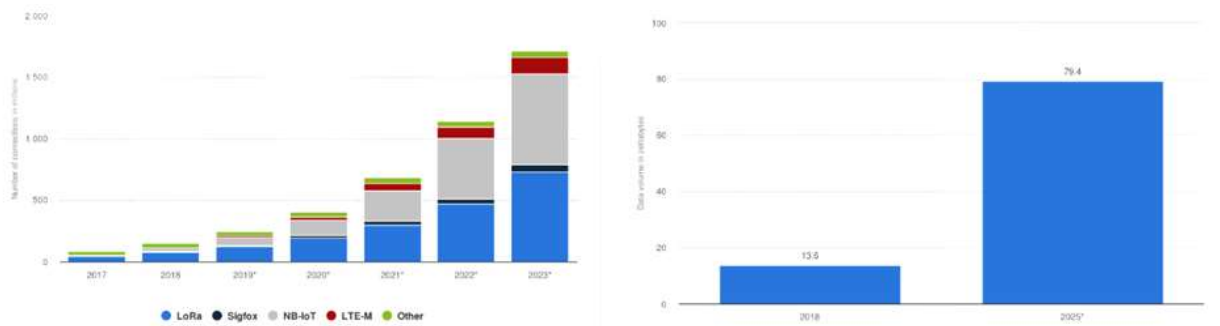


Obr. 4: (vlevo) Prognóza celosvětových výdajů na IoT od roku 2018 do 2023 (v mld. amerických dolarů); (vpravo) Hodnota trhu s průmyslovým IoT celosvětově od roku 2017 do 2025, dle regionů (v mld. USD) [11,12]

1.2.2 Komunikační technologie

Současně s dalšími technologickými trendy dochází i k rozvoji komunikačních technologií, zejména pak moderních sítí pro přenos dat, což je velmi důležitý předpoklad pro další rozvoj IoT. Kapacitní datové sítě umožní připojit více IoT zařízení ve stejný čas a rovněž jim umožní přenosy větších objemů dat a s vyšší rychlostí, díky čemuž bude moci i v případě potřeby vzrůst jejich kvalita.

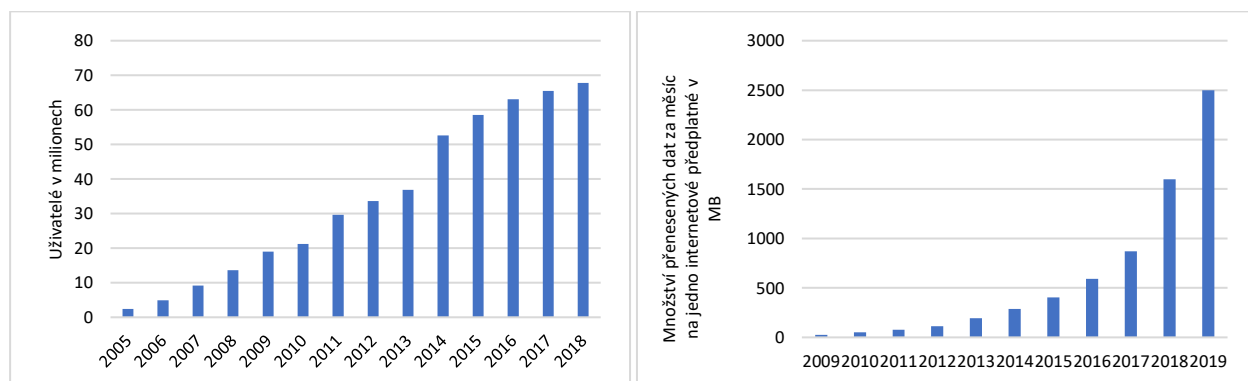
Na Obr. 5 vlevo můžeme vidět, že se předpokládá významný nárůst připojení IoT zařízení s využitím nových komunikačních technologií NB-IoT a LTE-M. Tyto dvě technologie přinášejí právě zejména vyšší rychlosti a kapacitu přenosu. I díky tomu bude možné do budoucna připojit více zařízení (viz statistiky výše) a budou moci vzrůst i přenášené objemy dat. Očekává se, že mají vzrůst z 13,6 ZB v roce 2018 na 79,4 ZB do roku 2025 (Obr. 5 vpravo).



Obr. 5: (vlevo) Počet LPWAN připojení podle technologie 2017-2023 (v mil. \$); (vpravo) Počet přenesených dat IoT v roce 2018 a 2025 v ZB [13,14]

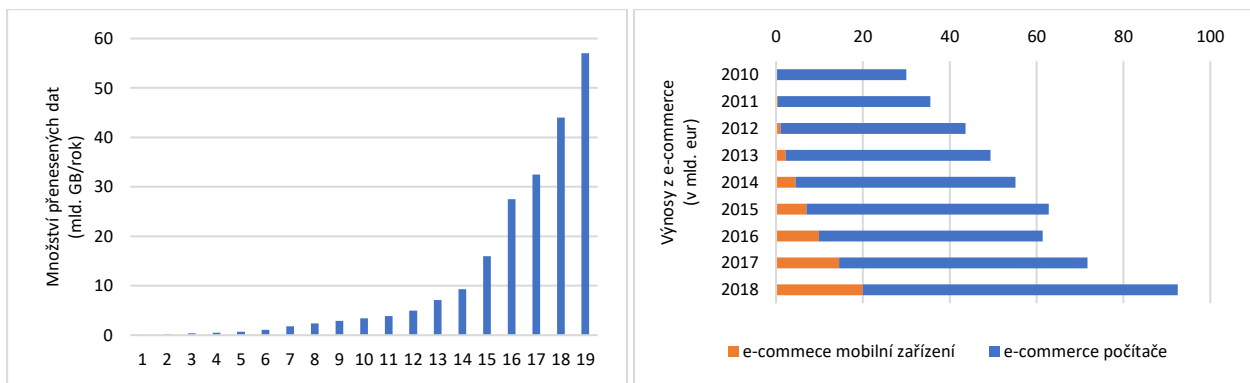
Rozvoj datových sítí a komunikačních technologií (např. 5G) je rovněž důležitý i s ohledem na další možný rozvoj e-commerce. Zákazníkům je třeba zajistit hladký chod nákupu a zároveň je třeba dostatečná kapacita sítí pro komunikaci podniků v dodavatelsko-odběratelském řetězci. Důležitý je rovněž dopad nových prodejních prostředků, které se čím dál častěji prosazují, jako je rozšířená a virtuální realita. Tyto prostředky pomáhají efektivně prodávat produkty, ale opět vyžadují větší propustnost sítě s ohledem na větší datové toky.

Na nevyhnutelnost dalšího rozvoje moderních komunikačních sítí např. ukazuje i statistika z Německa, kde je vidět dlouhodobý růst mobilních zařízení připojených k síti (Obr. 6 vlevo) a zároveň dlouhodobý růst měsíčního objemu přenesených dat připadající na jeden závazek k mobilnímu operátoru (Obr. 6 vpravo).



Obr. 6: (vlevo) Počet standardních UMTS a LTE uživatelů v Německu v letech 2005-2018 (v milionech); (vpravo) Průměrné množství přenesených dat za měsíc na jedno mobilní předplatné v Německu mezi lety 2009 a 2019 (v megabytech) [15,16]

Dlouhodobě pak roste i objem přenesených dat s využitím internetu po běžné lince – VDSL, kabel atp. (Obr. 7 vlevo). Rozvoj a důležitost trendu e-commerce pak ukazuje statistika z Francie, kde tyto příjmy každoročně rostou cca o 10 mld. € ročně (Obr. 7 vpravo).



Obr. 7: (vlevo) Vývoj množství datového přenosu přes pozemní síť v Německu v letech 2001 až 2019 (v mld. gigabytů za rok); (vpravo) Výnosy z e-commerce ve Francii mezi lety 2010 a 2018, rozděleno dle zařízení [17]

V neposlední řadě je pak rozvoj komunikačních prostředků žádoucí v souvislosti s celosvětovou pandemií COVID a rozšiřující se prací z domova. V době špičky pociťovalo mnoho lidí pracujících z domova přetížený internet – pomalou rychlost.

1.2.3 Data, BigData, SmartData

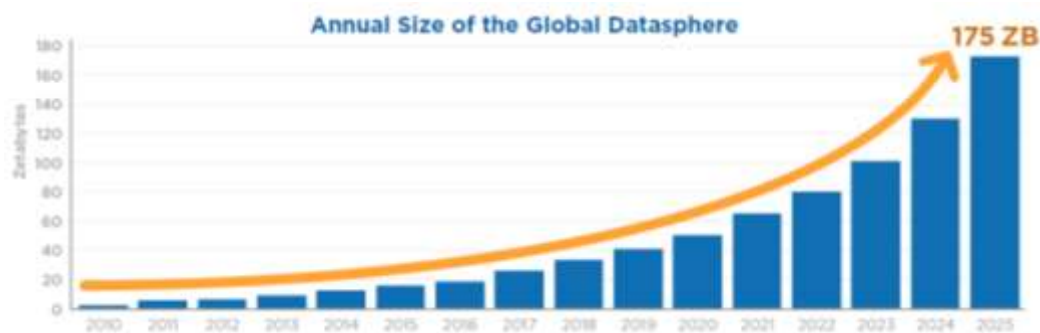
Data tu vždy byly, jsou a budou. Podporují rozhodování na všech úrovních řízení podniku. Správné vyhodnocení posbíraných dat může podstatně pomoci zvýšit efektivitu, ušetřit náklady, zjednodušeně dělat věci smysluplně. Jejich uchovávání a analýza v reálném čase se tak stávají jednou z důležitých konkurenčních výhod.

Jejich význam nicméně v posledních letech oproti minulosti rychle až raketově roste. Tato skutečnost je spojena zejména s trendem velkých souborů dat (BigData). To jsou velké soubory dat např. z dopravních systémů, o pohybu a chování zákazníku nebo např. data z IoT, která splňují určité charakteristiky jako je exponenciální nárůst objemu, různorodost (strukturovaná a nestrukturovaná data, různé formáty), nejistá věrohodnost nebo nutnost rychlého zpracování. Zároveň zachycování, zpracování a správa těchto dat je běžným HW/SW v reálném (rozumném) čase nemožná a z tohoto důvodu se často využívá Cloud Computingu.

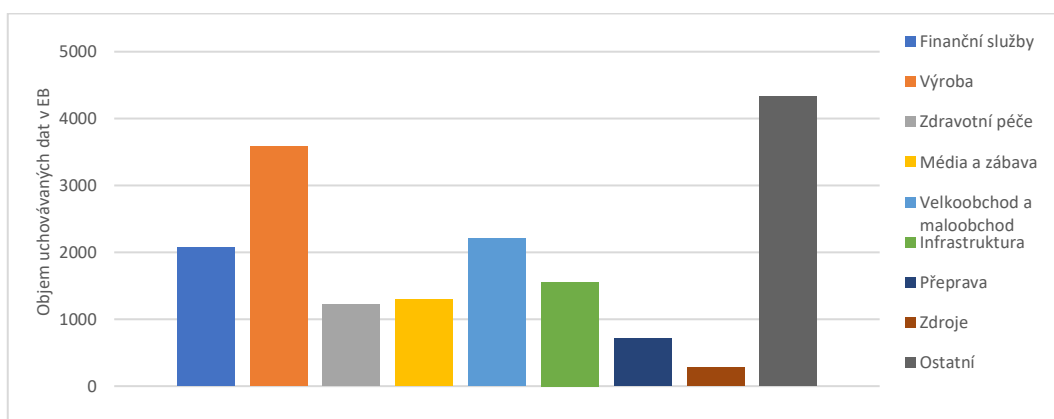
Samotná BigData jsou však bez návazných činností bezvýznamná. Vzniká zde potřeba jejich dalšího zpracování a analýzy, aby se z nich mohla stát SmartData. Zjednodušeně řečeno data, která mají nějaký význam, přínos, nějakou vypovídací hodnotu. Význam dat tedy neroste pouze díky samotným BigData, ale důvodů je mnohem více. Např. že začínají být k dispozici prostředky pro jejich efektivnější ukládání a zpracování v reálném čase, dokážeme propojovat různé zdroje dat navzájem (z podnikových a výrobních systémů, ze zákaznických systémů, ...) nebo např. to, že víme, jak při jejich analýze postupovat a jak tato data efektivně využít a dokázat je interpretovat.

Analýza dat (a jejich správné využití a interpretace samozřejmě) pak pomáhá např. určit ziskové trhy a zákazníky, vybrat nové trhy (regiony) pro expanzi podniku, analyzovat/predikovat jejich potřeby a chování, optimalizovat procesy ve výrobě, logistice, obchodě či v oblasti lidských zdrojů nebo např. predikovat poruchy zařízení.

Jak ukazuje Obr. 8, celosvětový objem uložených dat pravděpodobně dosáhne do roku 2020 přibližně 175 ZB (z toho je jen asi cca 10-20 % strukturovaných dat). (Pro představu letecký motor a jeho senzory vyprodukují za hodinu letu až 20 TB dat.) Největší objemy dat pak uchovává zpracovatelský průmysl a to okolo 3,5 ZB, následuje maloobchod/velkoobchod s 2,2 ZB a finanční sektor s 2,1 ZB (Obr. 9).

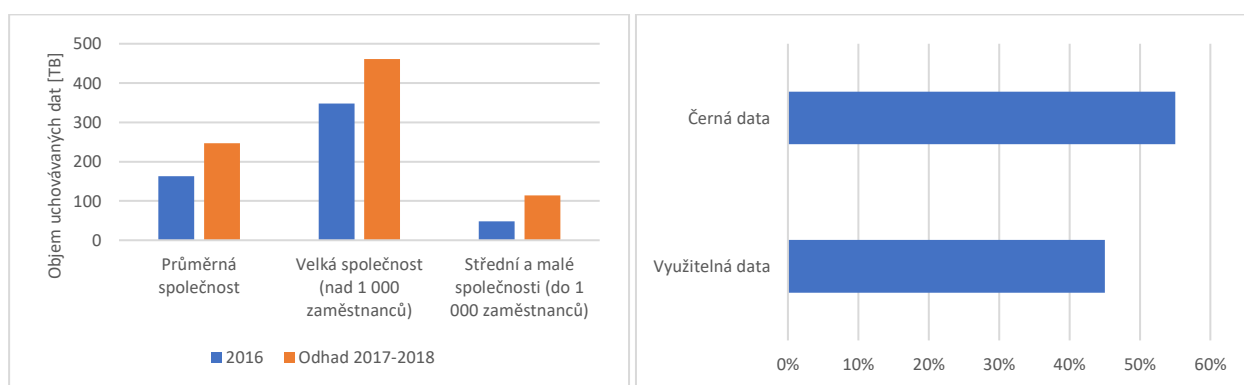


Obr. 8: Celkový roční celosvětový objem dat [18]



Obr. 9: Objem dat v jednotlivých sektorech ekonomiky [19]

Průměrná společnost v roce 2016 uchovávala přibližně 150 TB a dnes to bude ještě více (Obr. 10 vlevo). Mnoho společností však uvádí, že velká část dat jsou data černá (Obr. 10 vpravo), která jsou sice uchovávána, ale jsou dále nevyužita např. z důvodu chybějících nástrojů k analýze či zpracování nebo např. proto, že společnost využívá pouze strukturovaná data. Zůstávají tedy velké objemy dat, které na svou analýzu teprve čekají.

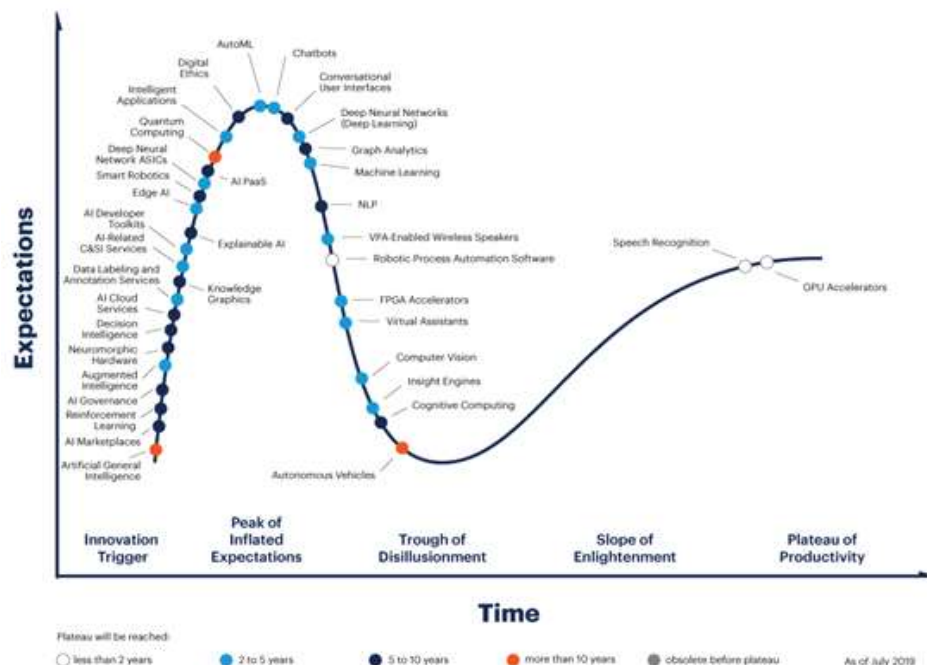


Obr. 10: (vlevo) Uchovávaný objem dat v závislosti na velikosti společnosti; (vpravo) Využitelná a černá data – průměrný procentuální objem [20]

1.2.4 Umělá inteligence, Strojové učení

Ve spojení se zpracováním a analýzou dat nebo např. ve spojení s automatizací (robotizací) podnikových procesů rovněž značně roste význam technologií, jako je Umělá inteligence a Strojové učení. Umělá inteligence vlastně představuje stroj/počítač, který dokáže napodobit chování, myšlení a rozhodování

člověka. Umělá inteligence pak může být specializovaná (naprogramovaná pro specifické úkoly – např. virtuální asistenti/asistentky, chatboti, ...) nebo obecná (prozatím neexistuje, nasazení v průměrné firmě se očekává za více než 10 let – Obr. 11). [22,23]

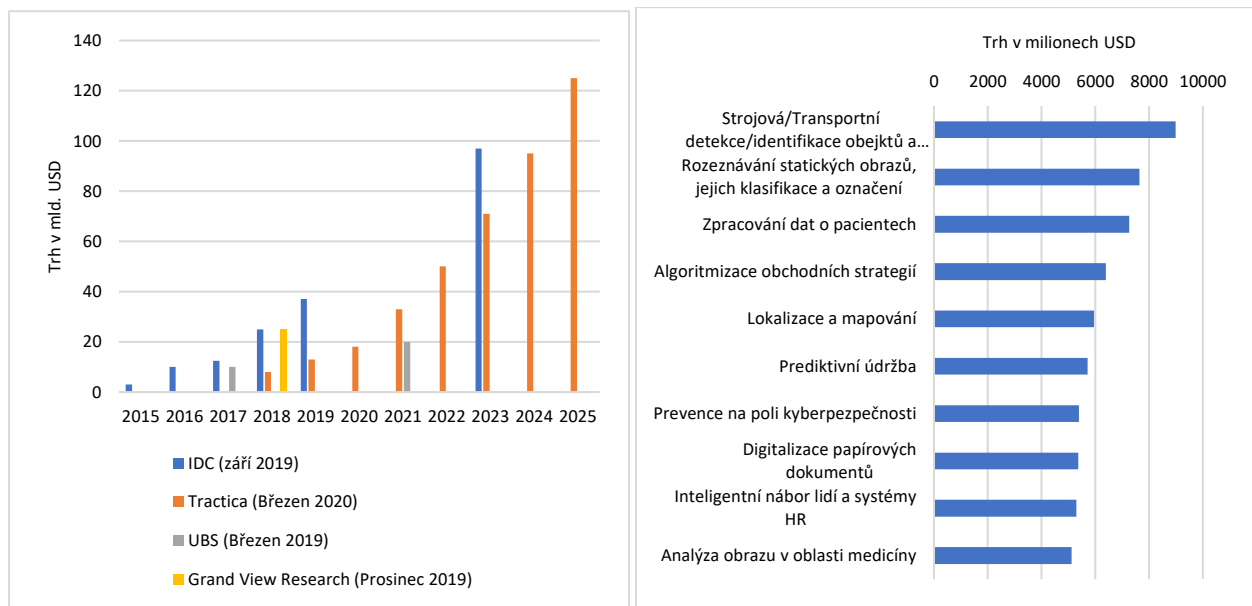


Obr. 11: Hype Cycle – umělá inteligence 2019 [21]

Současný ekosystém Umělé inteligence sestává ze strojového učení, robotiky a umělých neuronových sítí. Strojové učení je pak založeno na specializovaných algoritmech (např. neuronových sítích), které za pomoci vstupních dat vystaví předpoklad výsledné situace, který se průběžně mění. Strojové učení tedy představuje dynamické přizpůsobování se novým situacím na základě dostupných dat (případně i na základě již získaných zkušeností). Aby učení na základě dat bylo opravdu funkční a použitelné, jsou třeba velké soubory dat – BigData. [22,23]

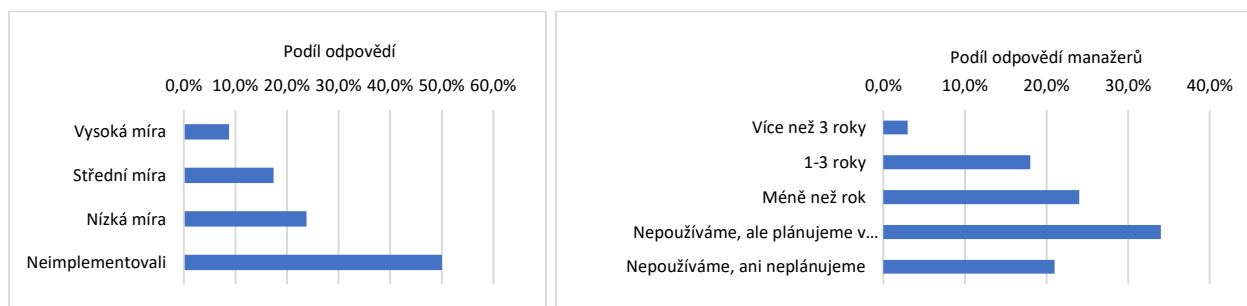
Jak už bylo částečně napsáno výše, využití nachází umělá inteligence např. při analýze dat a provádění různých predikcí např. určení, proč někteří lidé umírají na nemoci na základě biologických dat, při stanovování cen produktů na základě zájmu zákazníků nebo v rámci prediktivní údržby. Při automatizaci podnikových procesů mohou být konkrétním příkladem např. reklamy zobrazující se na webových stránkách na základě naší vlastní aktivity, toho, co hledáme či nakupujeme. Další využití může být např. v CallCentrech nebo při řízení skladů.

Výdaje na technologii Umělé inteligence opět dlouhodobě rostou, na jejich konkrétní výši se výzkumy úplně neshodnou (Obr. 12 vlevo). Nicméně předpokládá se, že v letech 2018-2019 se mohly pohybovat cca v rozmezí 15-40 mld. \$ a výhled pro rok 2023 se pohyboval okolo 70-100 mld. \$ v závislosti na konkrétní studii. Největší kumulativní výnosy trhu se pak pro období 2016-2025 očekávají v oblastech zaměřených na předcházení nehodám, rozpoznávání obrazových výstupů nebo zpracování dat o pacientech (Obr. 12 vpravo).



Obr. 12: (vlevo) Velikost trhu a porovnání celosvětových výnosů pro umělou inteligenci mezi lety 2015 a 2025 (v mld. USD); (vpravo) Kumulativní výnosy v top 10 segmentech umělé inteligence (AI), celosvětově, mezi lety 2016 a 2025 (v milionech USD) [24,25]

Pokud jde o konkrétní využití umělé inteligence v praxi, pak se můžeme podívat na velmi čerstvé statistiky z roku 2019 z Itálie, které hovoří o tom, že přibližně 50 % podniků využívá umělou inteligenci, byť asi polovina z nich pouze v malém rozsahu (Obr. 13 vlevo). Většina podniků ji využívá méně než 3 roky cca 40 %, 34 % podniků ji plánuje využívat a 21 % podniků to zatím neplánuje (Obr. 13 vpravo).



Obr. 13: (vlevo) Do jaké míry jste implementovali umělou inteligenci v rámci digitální transformace ve vaší společnosti?; (vpravo) Jak dlouho užíváte umělou inteligenci ve vašem podniku? [26,27]

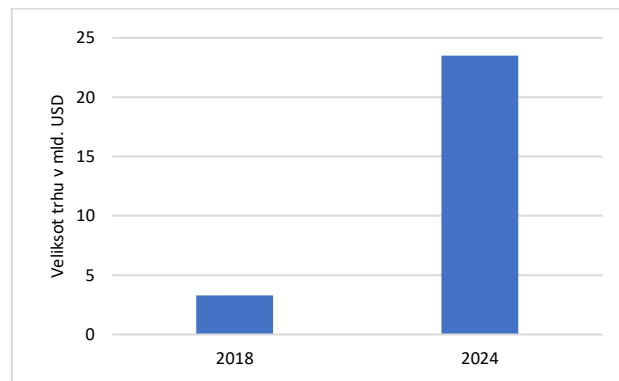
1.2.5 Prediktivní údržba

Mezi důležité technologické trendy je možné zařadit i prediktivní údržbu, která je samozřejmě významně založena na využití jiných technologií jako je např. IoT, BigData, Umělá inteligence a Strojové učení, případně např. Cloud Computing.

Důležitost role prediktivní údržby tkví v tom, že jejím principem je na základě analýzy sesbíraných dat předpovídat vývoj stavu zařízení a strojů s cílem včas či v dostatečném předstihu odhalit potenciální budoucí poruchu. Následně je možné včas provést opravu a předejít tak zastavení provozu, poškození či dokonce havárií. Samotné odstavení za účelem údržby je tak plánováno s předstihem a je možné se na něj připravit bez významných neplánovaných nákladů a investic. Prediktivní údržba není spojená pouze např. s výrobními zařízeními, ale týká se i finálních produktů, jako jsou automobily. Její zavádění a využívání

může tudíž významně ovlivňovat nákupy nových produktů či případně i potenciální nutné počty pracovníků údržby. [28]

Níže je možné vidět očekávaný vývoj na trhu prediktivní údržby z roku 2018 (Obr. 14). V tomto roce byla velikost trhu přibližně 3,3 mld. \$ a do roku 2024 se očekává nárůst na 23,5 mld. \$.



Obr. 14: Projektovaná velikost globálního trhu s prediktivní údržbou v letech 2018 a 2024 (v mld. USD) [29]

1.2.6 Cloud computing

Obecně se můžeme setkat s množstvím různých definic a vymezení pojmu Cloud Computing (CC). Vyjděme pro naše potřeby z definice NIST (National Institute of Standards and Technology [13]), která je uznávána většinou světových odborníků. CC tedy představuje model poskytování počítačových služeb, kdy poskytovatel služby pronajímá zákazníkovi přístup k technologiím (zdrojům), kterými jsou cloudová infrastruktura (hardware: servery, datová úložiště, síť a jejich přenosová kapacita atd.) a software (SW). Uživatel k těmto technologiím přistupuje vzdáleně prostřednictvím rozsáhlé sítě, kterou bývá nejčastěji internet. Vzhledem k tomu, že všechny operace provádí SW a hardware v cloudu, stačí uživateli pro přístup hardwarově nenáročná zařízení určená primárně k zobrazování. Uživatel nezná a nepotřebuje znát konkrétní řešení technologií, např. typ použitých serverů. Zajímá ho jen to, zda mu je služba poskytována v odpovídající kvalitě. O cloud (angl. oblak, mrak) computing (angl. počítačový) se mluví z toho důvodu, že mraky rovněž existují v různé podobě a nevíme, co se za nimi skrývá. Mrak navíc představuje pomyslné rozhraní mezi oblastí, o kterou se stará provider a o kterou zákazník. [89]

V závislosti na tom, jak je služba ve vztahu k zákazníkovi (uživateli) provozována a kde je umístěna infrastruktura, se rozlišují 4 typy cloudů označované jako modely nasazení. Jedná se o Public cloud (Veřejný cloud), Private cloud (Soukromý cloud), Community cloud (Komunitní cloud sloužící např. pro podniky v rámci dodavatelsko-odběratelského řetězce), Hybrid cloud (Hybridní cloud, kombinace 2 a více předchozích typů – využívá se z bezpečnostních nebo výkonnostních důvodů).

Služby nabízené v oblasti CC se podle standardu NIST rozdělují do následujících 3 kategorií (IaaS, PaaS, SaaS), které se označují jako tzv. modely služeb nebo distribuční modely. Kromě těchto 3 kategorií se pak ještě můžeme setkat s dalšími 2 kategoriemi, které se snaží doplnit portfolio nabízených služeb (DaaS, BPaaS). [89]

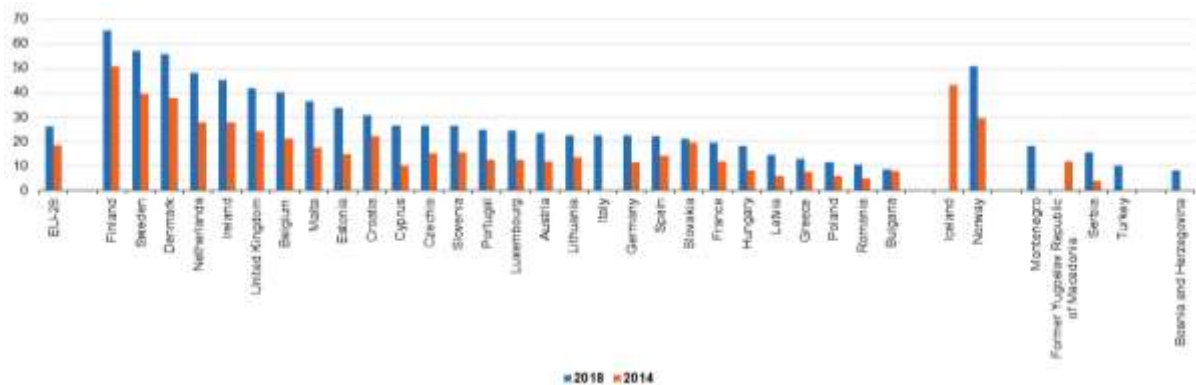
- IaaS – Infrastructure as a Service (Infrastruktura jako služba) představuje model, kdy si zákazník od poskytovatele služby pronajímá infrastrukturu (výpočetní výkon, úložiště, ...), respektive přístup k ní.

- PaaS – Platform as a Service (Platforma jako služba) je model, kdy provider umožňuje zákazníkovi za určitý poplatek využívat webovou platformu (operační systém a aplikační prostředí) pro vývoj aplikací.
- SaaS – Software as a Service (Software jako služba) představuje model, kdy se provider zavazuje, že zákazníkovi poskytne za určitý poplatek k užívání SW. Nabízený SW je vhodné rozdělit do tří skupin: na běžný kancelářský, business (ERP, CRM, ...) a specializovaný (např. CAD, simulační nebo např. analytický SW).
- DaaS – Data as a Service (Data jako služba) je model, kdy provider poskytuje zákazníkovi kromě softwaru (model SaaS) i data/databázi (např. o chování uživatelů internetu, sociálních médií, různých aplikací či zákazníků obchodů, uživatelů platebních karet apod.).
- BPaaS – Business Process as a Service (Obchodní proces jako služba) představuje model, kdy provider zajišťuje pro zákazníka celý proces s cílem odstranit rutinní práci. Zákazník např. dostává již zpracovaná a vyhodnocená data v podobě požadovaných informací (např. analýzu trhu).

Na využití Cloud Computingu pak můžeme finálně nahlížet z různých pohledů a to tak, že představuje:

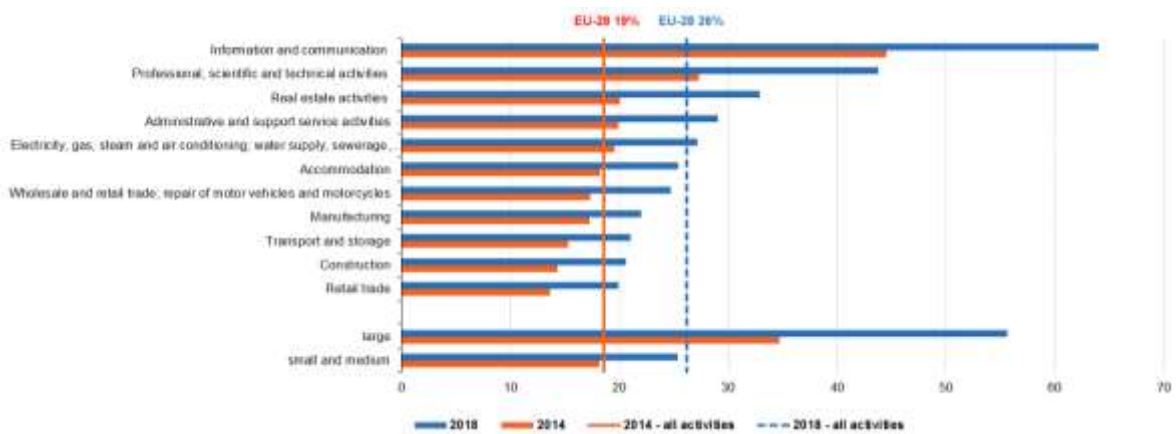
1. Alternativu k tradičním podnikovým IT řešením.
2. Technologii poskytující běžně nedostupné (nebo pouze za neadekvátní cenu) SW nástroje a výpočetní výkon.
3. Technologii, která má úzkou vazbu na několik ostatních technologií a do značné míry je integruje dohromady – IoT, BigData, strojové učení a umělá inteligence. (Mimo jiné spolu s rostoucím objemem dat roste potřeba jejich ukládání a analýzy, což vyžaduje větší datová úložiště a vyšší výpočetní výkon).
4. Technologii podporující úzké propojení subjektů v dodavatelsko-odběratelském řetězci.

Využívání CC v podnicích dlouhodobě roste a s ohledem na možnosti využití CC a převažující přínosy se dá očekávat i nadále růst využití v podnicích. Tento trend nám potvrzují i mnohé statistiky např. z Eurostatu z roku 2018 (Obr. 15), které ukazují, že CC se v EU průměrně využíval v 25 % podniků a tato hodnota vzrostla přibližně o 7 % od roku 2014. Nejvíce pak CC využívají podniky v severských zemích, v roce 2018 jich bylo mezi 55 a 65 %, v ČR to bylo ve stejném roce přibližně 26,5 %. Ve všech těchto zemích došlo k nárůstu oproti roku 2014 o cca 10-20 % bodů. Mezi jednotlivými podniky je samozřejmě rozdíl v závislosti na CC, podniky s vysokým stupněm závislosti na CC představují odhadem přibližně 2/3. S ohledem na světovou pandemii COVID v roce 2020 se však dá očekávat, že význam CC poroste ještě více než dosud.



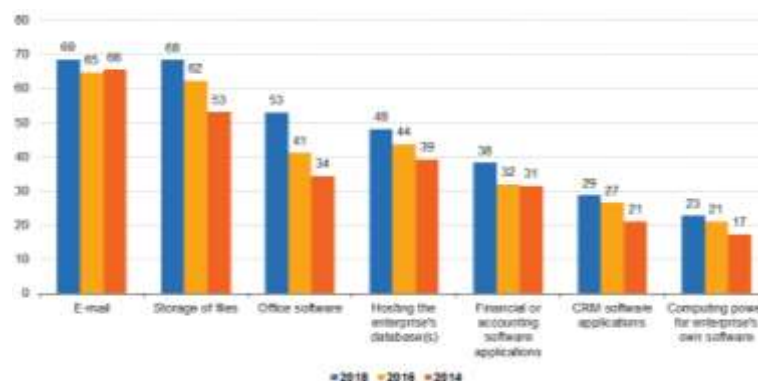
Obr. 15: Využití CC v letech 2014 a 2018 v Evropě v % společností [30]

CC logicky nejvíce využívají podniky z oblasti informačních a komunikačních technologií, kde to bylo okolo 65 % podniků v roce 2018 a oproti roku 2014 zde došlo k nárůstu okolo 20 % bodů (Obr. 16). Nejméně se pak CC využívá ve výrobě, stavebnictví a logistice, kde to bylo okolo 22,5 % podniků a nárůst oproti roku 2014 byl asi 5-7,5 % bodů.



Obr. 16: Využití CC podle ekonomických sektorů v letech 2014 a 2018 v Evropě v % společností [30]

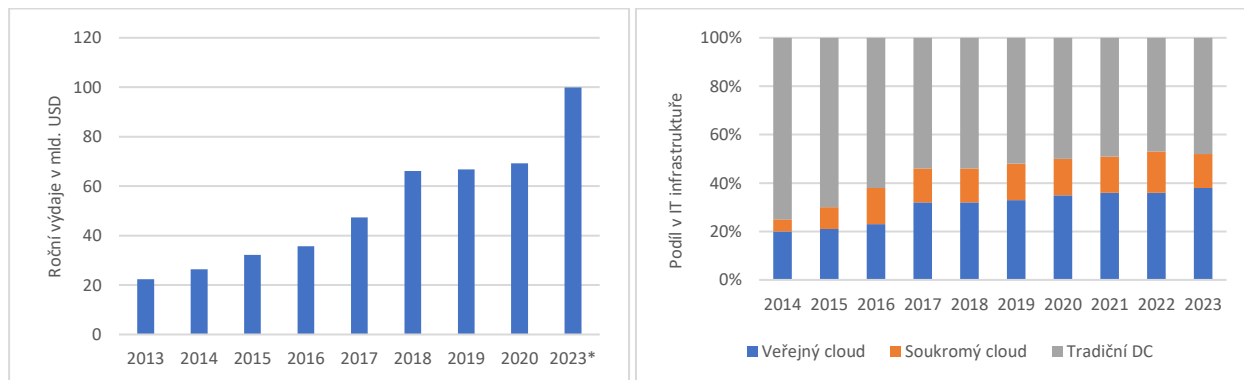
Pokud jde o konkrétní účel využití CC, tak ten spočívá zejména v oblasti využívání emailových služeb, ukládání souborů a výrazně pak v poslední době roste využití kancelářského SW (Obr. 17).



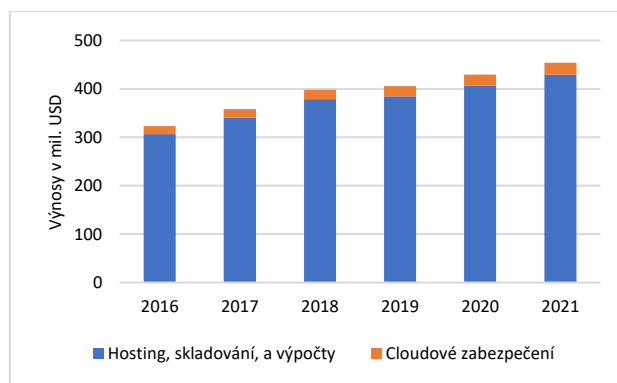
Obr. 17: Využití CC podle účelu v letech 2014 a 2018 v Evropě v % společností [30]

Na Obr. 18 vlevo je vidět dále porovnání vývoje celosvětových výdajů na IT infrastrukturu v cloudu a na Obr. 18 vpravo obecně procentuální poměr nákladů připadající na IT infrastrukturu v závislosti na

konkrétním řešení – tradiční versus CC. Tyto grafy nám potvrzují, že využití CC roste a dá se očekávat i do budoucna. Pro představu o velikosti trhu s CC službami v ČR pak můžeme vidět velikost tržeb za služby CC (Obr. 19), které v roce 2017 představovaly přibližně 360 mil. \$ (od 2018 jde o prognózu).



Obr. 18: (vlevo) Výroční výdaje na cloudovou IT infrastrukturu celosvětově mezi lety 2013 a 2023 (v mld. USD); (vpravo) Celosvětové výdaje na informační technologie, rozdělení (podle hodnoty) mezi lety 2014 a 2023, dle druhu řešení [31,32]



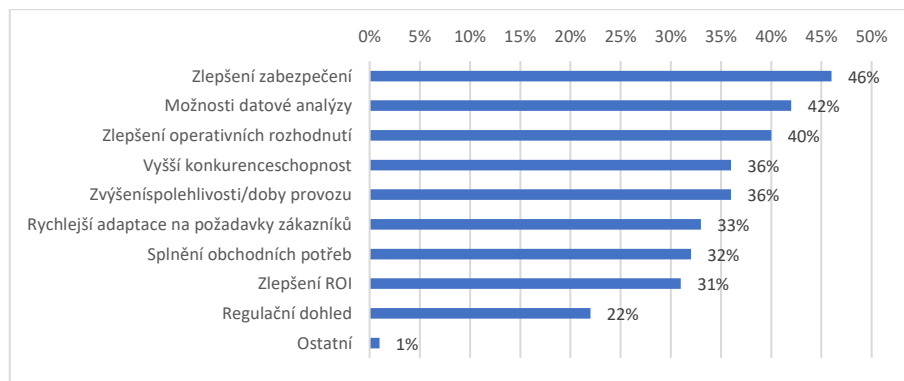
Obr. 19: Tržní výnosy cloudových služeb v ČR mezi roky 2016 a 2021, dle segmentů (v mil. USD) [33]

1.2.7 Kyberbezpečnost

Spolu s rostoucím využíváním moderních ICT technologií významně roste potřeba ochrany před hrozbami kybernetického útoku a je tedy třeba čelit novým výzvám v oblasti kybernetické bezpečnosti. Obecně se jedná zejména o dva typy hrozeb, před kterými je třeba se bránit, a to o:

- Útoky s cílem ovládnout a řídit napadený objekt či celý systém a výsledně daný systém buď poškodit nebo např. docílit výroby znehodnocených produktů.
- Útoky s cílem získat (odcizit) či znehodnotit citlivá podniková či soukromá data a informace (významné podnikové aktivum) týkající se nejenom samotných podnikových aktivit a procesů, ale rovněž zaměstnanců, zákazníků či dodavatelů.

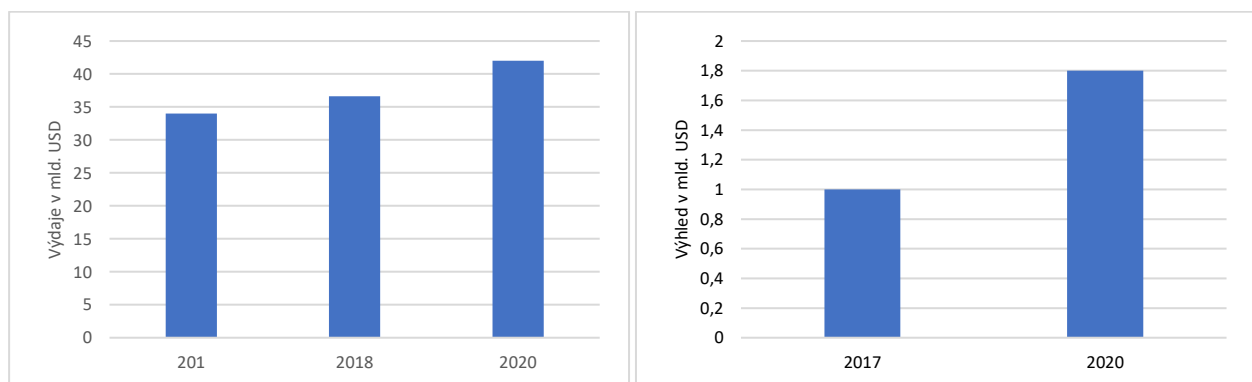
Na Obr. 20 můžeme vidět, že např. zlepšení zabezpečení představuje jednu z nejčastějších příčin výdajů na IoT.



Obr. 20: Důvody výdajů na Internet of Things (IoT) celosvětově, v roce 2019 [34]

Vzhledem k tomu, že využívání moderních ICT technologií nebo např. zvýšená konektivita jsou dnes již nevyhnutelné, mělo by být cílem důsledné zajišťování kybernetické bezpečnosti. Ta by se měla zaměřovat na zajištění bezpečné komunikace a její analýzu, na zajištění spolehlivého a bezpečného připojení k síti, bezpečného a spolehlivého ukládání a zálohování dat, na pravidelné aktualizace firmwaru a softwaru, jakož i např. na sofistikované správy identit a přístupů strojů a uživatelů k síti, obecně pak samozřejmě na předcházení šíření škodlivých softwarů a předcházení kyberzločinům. Rovněž nesmíme zapomínat i na potřebu vzdělávání běžných pracovníků či zákazníků a dodavatelů před kybernetickými hrozbami (práce s daty, chování na síti, ...). [35]

Růst důležitosti kyberbezpečnosti podporuje i vývoj výdajů, které opět dlouhodobě rostou a jejich růst se samozřejmě předpokládá i do budoucna. Výdaje na kyberbezpečnost obecně představovaly v roce 2017 34 mld. \$, v roce 2018 pak 36,6 mld. \$ a předpoklad byl, že v roce 2020 dosáhnou tyto výdaje celosvětově 42 mld. \$ (Obr. 21 vlevo). Pokud jde čistě o průmyslovou kyberbezpečnost, pak výdaje v roce 2017 byly 1 mld. \$ a předpokládalo se, že v roce 2020 vzrostou o 80 % (Obr. 21 vpravo).



Obr. 21: (vlevo) Celosvětové výdaje na zabezpečení v roce 2017, 2018 a 2020 (v mld. USD); (vpravo) Tržní výhled pro průmyslový HW, SW a služby, spojené s kyberzabezpečením v letech 2017 a 2020 (v mld. USD) [36,37]

1.2.8 Moderní podnikový software a systémová integrace

Významnou roli ve fungování současných podniků začínají hrát, případně již hrají, moderní SW nástroje. Cílem je v této souvislosti celkově zefektivnit práci a chod podniku. Důležitých SW nástrojů bychom našli mnoho, mezi ty nejdůležitější bezpochyby patří nástroje pro online komunikaci, sdílení a řízení práce, BI SW, APS, MES a SCM SW a obecně SW nástroje spojené s tvorbou digitálního dvojčete a počítačovou simulací.

Nástroje pro online spolupráci a komunikaci, sdílení dat nebo např. řízení práce se stávají takřka nutností, bez které se podniky do budoucna neobejdou. Již nestačí pouze email nebo telefon. Mezi důvody patří např. rozšiřující se práce z domova (nejenom díky celosvětové pandemii COVID), ale také časté cestování (do/z práce, za klienty, na dovolenou), růst náročnosti práce, požadavek na rychlou práci, reakci a komunikaci nebo rostoucí spolupráce různých profesí a odborností či pracovníků z různých částí světa.

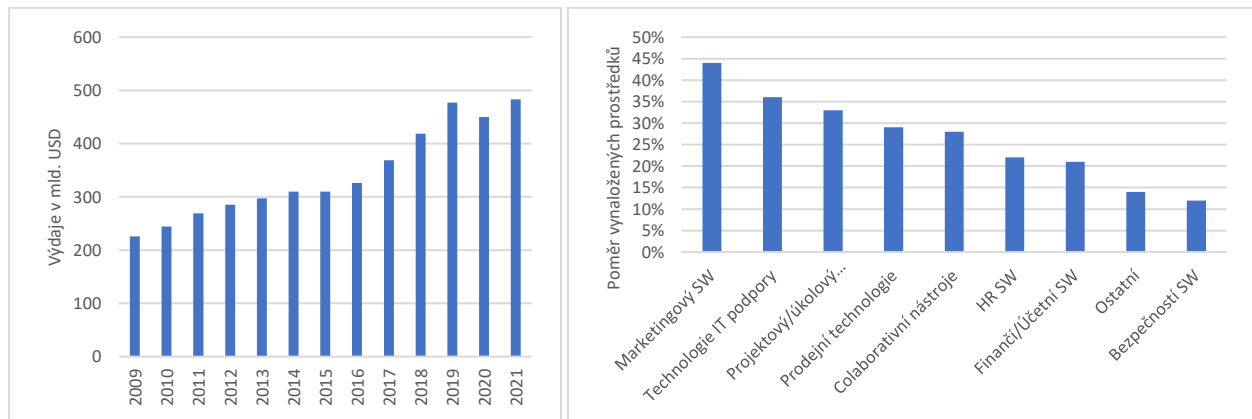
BI (Business Intelligence) SW představuje rychlý a flexibilní nástroj (technologie/platformu) podporující porozumění datům, jejich vztahům a trendům. Případně se dá říct, že se jedná o prostředky pro sběr a analýzu dat usnadňující reporting a vizualizaci (tvorbu dashboardů), dotazování, analytické činnosti, ... Přínosem, respektive účelem využití je zejména možnost sledování vývoje v čase (např. prodejů, počtu vyrobených kusů, ...), porovnání plánu a skutečnosti (např. nákladů, prodejů, ...), hledání příčin vývoje (proč tomu tak je, kdo za to může, ...), hodnocení výkonnosti (např. pracovníků, strojů, ...), predikce potenciálních problémů. K rozšiřování BI SW dochází zejména v souvislosti s růstem zpracovávaných dat a se snahou o jejich kvalitní analýzu a na ni navázané činnosti.

APS (Advanced Planning and Scheduling) SW je nástrojem pro primárně operativní a dílenské synchronizované plánování a rozvrhování zdrojů (strojů, zařízení, pracovníků, ...) s ohledem na daná omezení. Ve vztahu k efektivnímu fungování a rychlému uspokojování zákazníků se jedná u podniků o oblast se značnými rezervami. V podnicích jsou stále často využívány tradiční postupy papír a tužka, základní MS Excel nebo „jen“ ERP SW. U menších podniků s malým počtem zdrojů (strojů, pracovníků, ...) a malou rozličností produkce to může být a často bývá dostačující. U větších podniků s mnoha výrobky a zdroji již nikoliv. Důvodem je nízká pružnost a flexibilita, dlouhá doba optimalizace nebo např. nepřesnost výsledného plánu/rozvrhu. Úkolem APS je v této souvislosti nalézt pomocí speciálních algoritmů optimální variantu řešení (plánu/rozvrhu) na základě definovaných výchozích podmínek (minimalizace nákladů, minimalizace rozpracované výroby, ...) a vstupních parametrů (dostupnost a kapacita zdroje, dostupnost materiálu, ...).

MES (Manufacturing Execution System) SW slouží primárně k realizaci řízení a hodnocení výroby s cílem dosáhnout pokud možno její největší efektivity. MES představuje vrstvu mezi ERP/APS (pokud tedy není APS již součástí MES) a technologickým procesem (stroje, pracoviště, terminály, PLC, IoT, ...) a má vazby na další nástroje jako je SCM (Supply Chain Management) sloužící k řízení dodavatelsko-odběratelského řetězce. MES SW pomáhá přidělovat úkoly ke zdrojům a opačně a pomáhá tyto úkoly řídit, umožňuje online předávání dokumentů, souborů nebo např. dokladů výroby, umožňuje sběr a vyhodnocení dat např. o produktivitě a celkově tak přispívá ke zvýšení efektivity provozu.

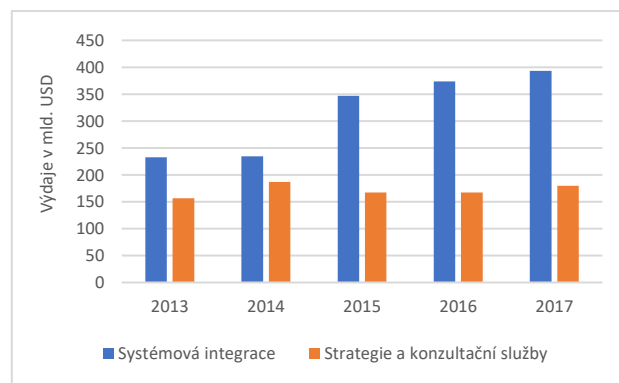
Dalšími důležitými trendy jsou digitální dvojče a počítačová simulace. Nejedná se o žádné novinky, počítačová simulace je známá několik desítek let a digitální dvojče od roku 2003. Nicméně obojí se rozvíjí mimo jiné díky rozvoji jiných technologií, růstu výkonu HW a obecně poklesu cen HW a SW. Digitální dvojče je model fyzického produktu (např. letadlo), procesu (např. výrobní linka) nebo celého systému (např. výrobní hala). Obvykle se jedná o reálný, ale může jít i teprve o budoucí, nově navrhovaný produkt, proces nebo systém. Na daném digitálním modelu je pak možné v závislosti na konkrétních potřebách simulovat a optimalizovat různé činnosti, chování, stavy a operace. To nám dává prostor nalézt potenciální problémy a rizika a navrhnout optimální řešení, které může v konečném důsledku přinést úsporu času a finančních prostředků, zvýšit užitnou hodnotu atp. Pokud potom chceme mít neustálý přehled o aktuálním stavu „fyzického“ dvojčete a mít schopnost fyzické dvojče řídit, je třeba mít jednotlivé senzory na produktu nebo IoT zařízení v procesu/systému propojeny datovou sítí, skrze kterou se data přenáší do platformy, pomocí které lze data (a tedy následně celé digitální dvojče) vizualizovat a pracovat s ním. [90]

Z dlouhodobého hlediska výdaje na podnikový SW rostou, výrazněji pak mezi lety 2016 a 2019, kdy vzrostly o cca 150 mld. \$ a to z 326 na 477 mld. \$ (Obr. 22 vlevo). V souvislosti s COVID se pak logicky očekává pro rok 2020 propad, ale v roce 2021 již opětovný růst. Očekává se, že COVID krátkodobě uškodí zejména prodejm SW pro marketing, IT podporu, projektové řízení nebo pro HR, finance a účetnictví (Obr. 22 vpravo).



Obr. 22: (vlevo) Výdaje na podnikový SW celosvětově, mezi roky 2009 a 2021 (v mld. USD); (vpravo) Na které druhy SW jsou podnikové prostředky vynaloženy? [38,39]

Nejenom ve vazbě na SW nástroje je pak významným trendem také systémová integrace, jejímž cílem je propojit všechny systémy (zařízení, HW, SW) a subjekty (dodavatele i odběratele) do jediného funkčního celku s vysokým stupněm automatizace. Výsledkem by pak měl být pro zákazníka i výrobce a dodavatele hladký a rychlý proces nákupu od objednávky až po dodávku zboží. K většímu růstu investic na systémovou integraci dochází zejména od roku 2015 (Obr. 23).



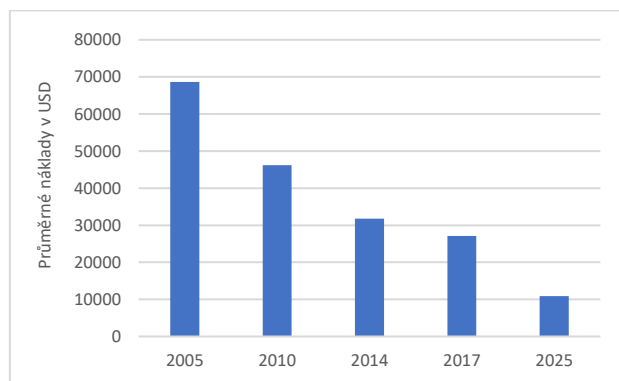
Obr. 23: Výhled na podnikové a národní výdaje na IT konzultace a systémovou integraci mezi lety 2013 a 2017, dle segmentů (v mld. USD) [40]

1.2.9 Automatizace, robotizace

Automatizace a robotizace již dnes nachází široké uplatnění v řadě podnikových procesů a její využití má tak jako u jiných zde zmíněných technologií výrazně rostoucí trend. Důvodů bychom bezpochyby našli více, ale uvedme alespoň několik nejdůležitějších:

1. Dlouhodobě klesají průměrné náklady na robota. Na Obr. 24 můžeme vidět vývoj nákladů na průmyslového robota. Zároveň dlouhodobě rostou náklady na pracovní sílu.
2. Daří se vyvíjet nové typy robotů, které jsou menší, dokážou sledovat podněty a události ve svém okolí a mohou případně pracovat s lidmi.

3. Stárnoucí populace v některých regionech a nedostatek pracovní síly v některých oblastech (např. logistika).
4. Digitalizace a rozvoj dalších technologií a benefity spojené se vzájemnou integrací (IoT, průmyslový SW, ...).

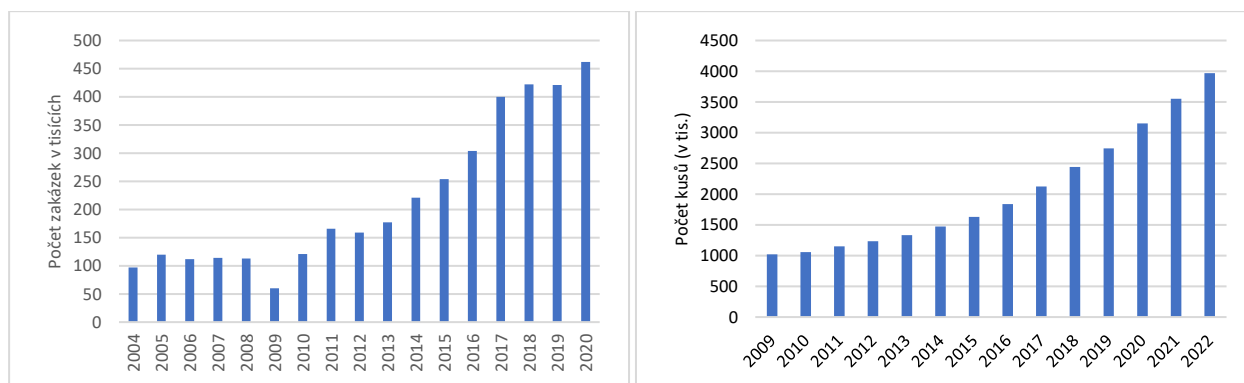


Obr. 24: Průměrné náklady na průmyslové roboty ve vybraných letech v období 2005 až 2017, s výhledem do roku 2025 (v USD) [41]

Přínosem automatizace a robotizace je zejména úspora lidské práce, nižší náklady na provoz, často také efektivnější výroba s vyšší kvalitou a šetrnějším nakládáním s materiálem, vyšší rychlost, minimalizace chyb a rizik s nimi spojených, ... V delším horizontu, kdy budou robotická zařízení a automatizované systémy vybaveny umělou inteligencí, budou tato zařízení schopna adaptace a učení se novým úkolům bez náročného (pře)programování. [2] Částečně již lze a bude možné emulovat lidské smysly: zrakové a zvukové rozlišování, detekce pohybu, vyhýbání se kolizím apod.

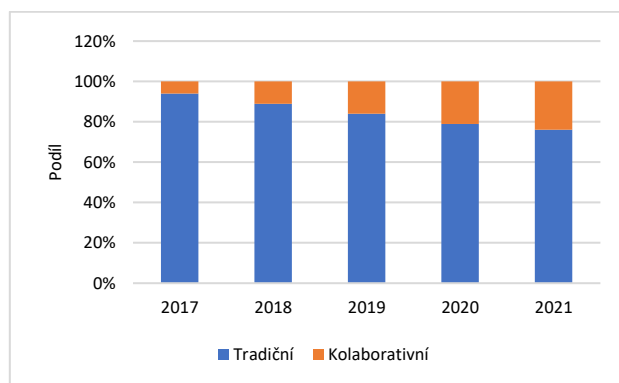
Automatizace a robotizace nachází v průmyslu kromě výrobních operací uplatnění také při transportu, testování, balení, inspekci dílů nebo při nakládání a vykládání. K rozšíření dochází rovněž v oblasti služeb jako je zdravotnictví nebo servis, protože se nevyžadují významné modifikace robotů. Roste rovněž využívání robotů v zemědělství.

Počty ročně dodaných průmyslových robotů celosvětově od roku 2010 poměrně stabilně rostou, kromě let 2012 a 2019, a jejich růst se předpokládá i do budoucna (Obr. 25 vlevo). Je však otázkou, jaký přesně bude mít dopad celosvětová pandemie COVID. Její dopad může být jak negativní, protože podniky v důsledku nedostatečného objemu finančních prostředků nebudou schopny investovat, tak i pozitivní, protože některé podniky závislé na pracovní síle byly nuceny své provozny zastavit, což by se jim s automatizací stát nemuselo. Bez celkového počtu provozovaných robotů na světě by však statistika dodaných robotů nebyla zcela relevantní. Můžeme vidět, že velká část dodaných robotů představuje novou instalaci, nikoliv náhradu stávajících robotů (Obr. 25 vpravo).



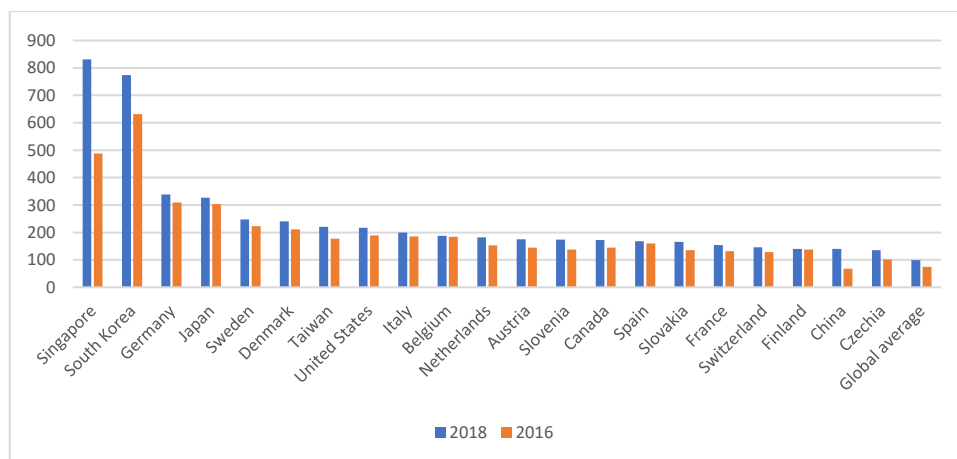
Obr. 25: (vlevo) Počet ročně dodaných průmyslových robotů mezi léty 2004 a 2022 (v tisících ks); (vpravo) Počet celosvětově provozovaných robotů od roku 2009 do 2022 (v tisících ks) [42,43]

Ne všechny prodávané roboty jsou samozřejmě tradiční, část prodávaných robotů je kolaborativních. Nicméně v roce 2017 tvořily asi 2,75 % a v roce 2018 asi 3,3 % (Obr. 26). Jedná se tedy stále o malé procento, které navíc zaostává za původními odhady. I tak se však dá bez diskuze do budoucna očekávat významnější růst tohoto typu robotů.



Obr. 26: Podíl prodeje tradičních a kolaborativních robotů ve světě mezi roky 2017 a 2021 [44]

Významným ukazatelem je rovněž porovnání počtu instalovaných robotů v různých zemích. Pro porovnávání se používá podle metodiky IFR ukazatel „hustoty robotů“, tj. počet průmyslových robotů na 10 000 osob zaměstnaných ve zpracovatelském průmyslu. Tento ukazatel činil v roce 2016 celosvětově cca 74 průmyslových robotů a v roce 2018 již 99 (Obr. 27). Nejvyšší hodnoty tento ukazatel dosahuje dlouhodobě v Singapuru a Jižní Koreji (831 a 774 v roce 2018, 488 a 631 v roce 2016) a u obou těchto zemí je vidět významný růst oproti jiným zemím. Významný růst vykazuje rovněž Čína, kdy se ukazatel zvýšil za 2 roky z 68 na 140.

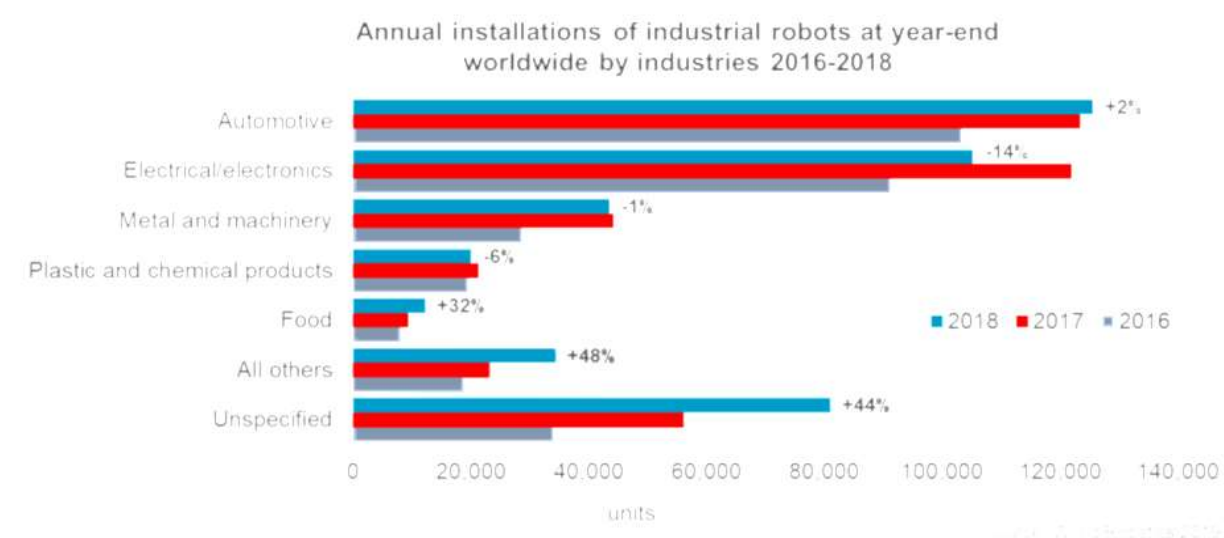


Obr. 27: Počet robotů připadající na 10 tis. pracovníků zaměstnaných ve zprac. průmyslu dle zemí [45]

V České republice byl tento ukazatel v roce 2018 na hodnotě 135, což je nárůst oproti roku 2016 o 34. Sice byl ukazatel v obou letech nad světovým průměrem, ovšem byl stále více než dvakrát nižší než např. v Německu a o ¼ nižší, než v jiných malých průmyslových zemích Evropy jako je Belgie či Nizozemí. Byl dokonce nižší než na Slovensku, které v posledních letech zaznamenalo velmi dynamickou implementaci průmyslových robotů. Vzhledem k tomu, že Česká republika je významně závislá na zpracovatelském průmyslu, je z tohoto srovnání patrný velký potenciál pro zavádění robotů již v blízké budoucnosti. Jak z důvodu nahrazení nedostatku pracovníků na trhu práce, tak zejména z důvodu konkurenceschopnosti a udržení dobré pozice ve světě v rámci zpracovatelských řetězců. [2]

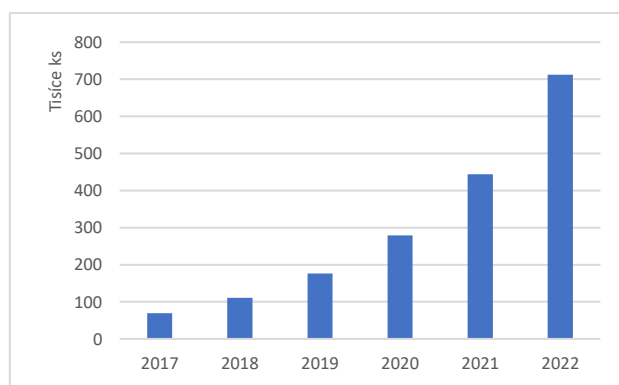
Při pohledu na uplatnění robotizace v jednotlivých odvětvích průmyslu můžeme vidět, že neprobíhá stejně. Odlišnosti jsou odrazem jak charakteru samotné výroby, a tudíž i technologických možností její automatizace, tak ekonomickými podmínkami producentů, zejména jejich možnostmi investování a v neposlední řadě i relacemi mezi náklady na nové technologie a na pracovní sílu. [2]

Z odhadů Mezinárodní federace robotiky (IFR) (Obr. 28) vyplývá, že k nejrozsáhlejšímu nasazení robotů do výroby dochází v rámci světové ekonomiky v automobilovém průmyslu a ve výrobcích, které jsou na něj dodavatelsky navázané. Velmi rychlým tempem jsou rozšiřovány roboty v elektrotechnickém a elektronickém průmyslu, který se rychle na automobilový průmysl dotahuje a kde v posledních letech došlo ve světě až ke zdvojnásobení počtu robotů. Strojírenství a kovodělný průmysl zauímají třetí místo v rozsahu aplikace průmyslových robotů i v dynamice jejich růstu. Vzhledem k tomu, že tyto tři segmenty představují více než polovinu zaměstnanosti v českém zpracovatelském průmyslu (cca 56 %), lze očekávat, že v relativně blízké době se intenzita robotizace silně odrazí v technologických změnách a ovlivní také poptávku po pracovní síle. Zejména lze očekávat změnu požadavků na pracovní výkony a adekvátní znalosti, schopnost pracovníků zacházet s moderní drahou technikou a s moderními informačními systémy. [2]



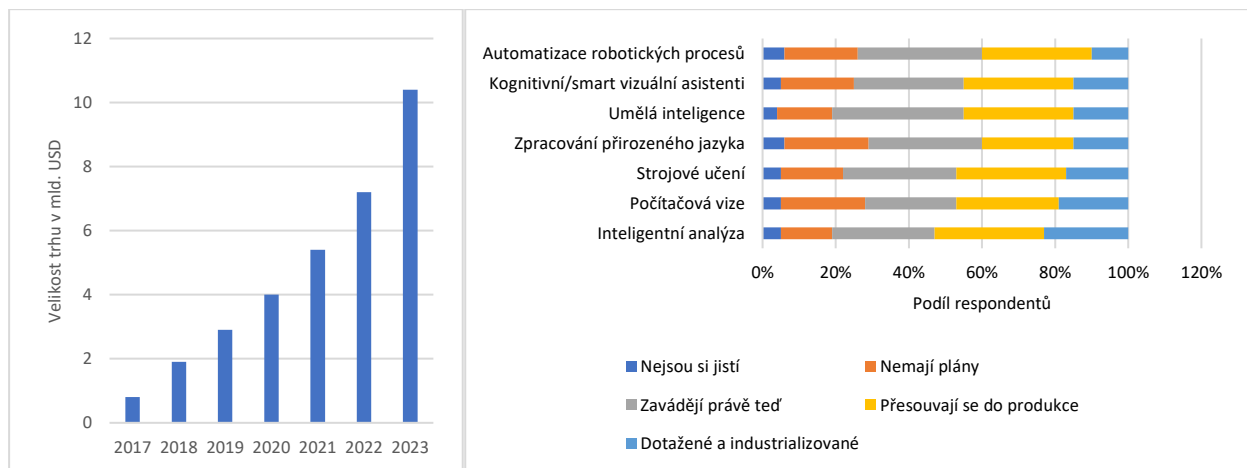
Obr. 28: Odhad počtu robotů podle odvětví užití (v tis. jednotek) [46]

Kromě průmyslových dále existují servisní roboty pro profesionální použití. Sem spadají různé typy robotů jako např. AGV (automaticky řízené vozíky) pro logistiku (transport, skladování), zdravotnické roboty, zemědělské roboty, úklidové roboty nebo např. exoskelety. Největší skupinu a zároveň skupinu, kde se v nejbližší době očekává výrazný růst tvoří právě AGV, kterých se v roce 2018 prodalo cca 111 tis. ks a očekává se, že do roku 2022 by mohl roční prodáváný objem vzrůst až na 712 tis. ks (Obr. 29). Důvodem takového růstu je zejména nedostatek pracovníků v sektoru logistiky. Významného počtu prodejů dosahují rovněž kontrolní roboty, v roce 2018 okolo 100 tis. ks, nicméně v této oblasti se očekává pouze min. růst. Jedním z důvodů může být, že se jedná o typ robotů, který je relativně zaběhlým standardem.



Obr. 29: Vývoj ročních prodejů AGV v tis. kusů [47]

Nicméně nemusí se jednat pouze o automatizaci a robotizaci s využitím fyzických robotů, což přijde většině lidí na mysl jako první, ale rovněž může jít o automatizaci a robotizaci činností administrativního charakteru (marketing, public relations, zpravodajství, účetnictví, ...). Zde se využívá počítačových robotů – potom mluvíme o tzv. RPA – Robotic Process Automation. I tento sektor postupně roste, od roku 2017 tempem přibližně 1 mld. \$ ročně, ale v brzké době se očekává zrychlení růstu tohoto trhu (Obr. 30 vlevo). To potvrzuje i provedený průzkum, kdy 34 % podniků testuje pilotní využití RPA a 27 % se chystá na zavedení do praxe (Obr. 30 vpravo).

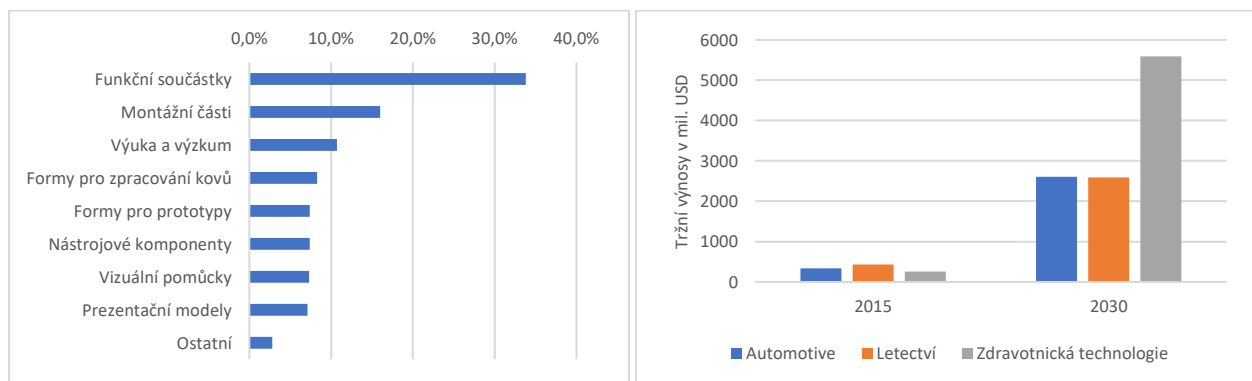


Obr. 30: (vlevo) Celosvětové tržní výnosy z implementace RPA mezi roky 2017 a 2023 (v mld. USD); (vpravo) Míra přijetí technologií inteligentní automatizace v organizacích na celém světě v roce 2019 [48,49]

1.2.10 Aditivní výroba

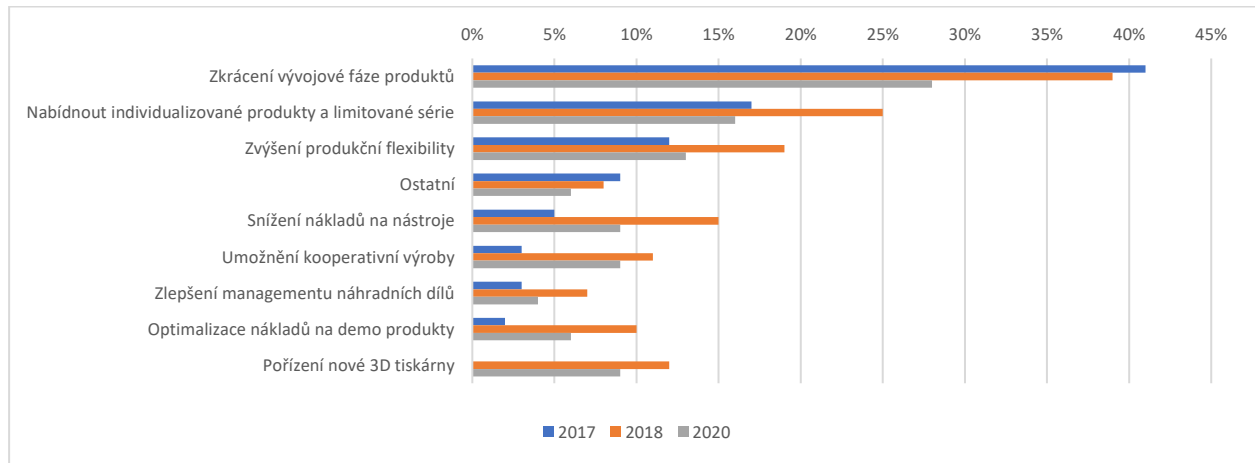
Klíčovým prvkem moderních výrobních podniků jsou pokročilé technologie, které mohou vyrábět průmyslové výrobky rychleji a přesněji ve srovnání s tradičními výrobními procesy. Do jisté míry je takovou výrobní technologií aditivní výroba, často nepřesně označovaná jako 3D tisk, který je pouze určitou podoblastí. Aditivní výroba přeměňuje 3D model objektu na výsledný objekt na základě utváření (skládání) jeho jednotlivých („2D“) vrstev a to tak, že se nová vrstva pokládá vždy na tu předchozí (např. technologie SLS) bez použití dílčích nástrojů.

Aditivní výroba pomáhá zejména při výrobě složitých geometrických tvarů, které jsou obtížně vyrobitelné tradičními výrobními metodami. Výsledné výrobky je tedy možné vyrábět s menším omezením designu, z více materiálů a s individuálními vlastnostmi. Díky těmto skutečnostem nachází využití zejména při výrobě prototypů. Dále ve výrobách, které pracují s drahými materiály, ve výrobách, kde je vysoký podíl zakázkové či malosériové výroby, pro niž je třeba připravovat specifické komponenty – aditivní výroba zde odbourává např. nutnost výroby forem, čímž zkracuje výrobní čas (realizaci celé zakázky). V poslední době nachází aditivní výroba využití také v oblasti výroby forem (např. pro lisování) či jejich částí, jako např. chlazení. Procentuální přehled různých účelů využití je vidět na následujícím grafu (Obr. 31 vlevo). Podle průzkumů z roku 2018 se předpokládá, že největší uplatnění bude aditivní výroba do budoucna nacházet i nadále v automobilovém a kosmickém průmyslu a zejména v oblasti zdravotnictví (Obr. 31 vpravo).



Obr. 31: (vlevo) Celosvětové využití aditivních výrobních systémů k roku 2017, dle druhů užití; (vpravo) Tržní potenciál v předních sektorech mezi roky 2015 a 2030 (v milionech dolarů) [50,51]

Mezi nejčastější důvody, proč společnosti využívají aditivní výrobu nebo se k ní chystají je zejména urychlení vývoje produktů, snaha nabídnout customizované produkty a snaha docílit vyšší flexibility ve výrobě (Obr. 32).



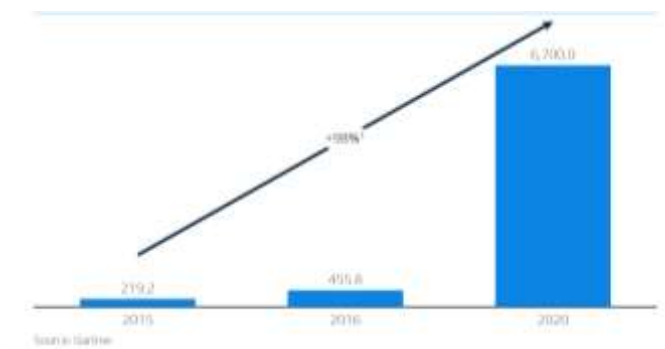
Obr. 32: Jaký je váš hlavní cíl spojený s aditivní technologií v roce 2020? [52]

Díky poměrně nové aditivní technologii HP Jet Fusion, která má jednotnou výrobní dobu na tisknoucí prostor bez ohledu na naplněnost, se zejména pro některé typy výrobků realizované v malých sériích může aditivní výroba stávat konkurenceschopnou. Obecně však aditivní výroba zatím pro větší objemy sériových výrobků konkurenceschopná není, a to zejména s ohledem na relativně dlouhou dobu výroby 1 kusu, což sebou nese výsledně i vyšší náklady na tento kus. Problémem může být i ne vždy stejná kvalita výrobků. Nedá se tak očekávat, že by aditivní výroba v dohledné době nahradila jiné technologie (lisování, obrábění, ...). Nicméně pro obchodní modely založené na zakázkové (customizované či dokonce personalizované) výrobě bude hrát důležitou roli.

V souvislosti s aditivní výrobou se často zmiňuje změna dodavatelsko-odběratelských řetězců, kdy tiskárny budou mnohem blíže koncovému odběrateli a bude možné podstatně redukovat náklady na dopravu, snížit objem přepravovaného zboží a zmenšit množství potřebných skladových zásob. Jedná se o velmi diskutovanou a spornou výhodu, protože současné výrobní systémy a dodavatelsko-odběratelské řetězce fungují natolik efektivně, že je otázkou, zda by se beze změny podnikatelských modelů ve směru k zakázkové (customizované či dokonce personalizované) výrobě podařilo opravdu dosáhnout nižších nákladů.

Podle průzkumu společnosti Ernst&Young z roku 2016 se české výrobní podniky na aditivní výrobu výrazně orientují, a ob stojí i v mezinárodním srovnání (56 % výrobních společností buď již aktivně využívalo tuto technologii nebo ji plánuje v nadcházejících 5 letech zavést, oproti 36 % firem dotazovaných v globálním průzkumu E&Y). V roce 2016 aditivní výrobu z kovů využívalo aktivně 21 % z dotazovaných českých výrobních společností, do roku 2021 jej plánovalo zavést 72 % firem. V USA využívalo ve stejném roce aditivní výrobu podle jiného průzkumu od PwC více než 65 % dotazovaných. [2,53]

I přes nesporné výhody aditivní výroba nedosahuje takového využití, jaké se v minulosti očekávalo. Nicméně prodeje aditivních technologií samozřejmě neustále rostou a předpokládalo se, že do roku 2020 dosáhnou 6,7 mil. ks strojů, což je asi 30krát více oproti roku 2015 (Obr. 33).



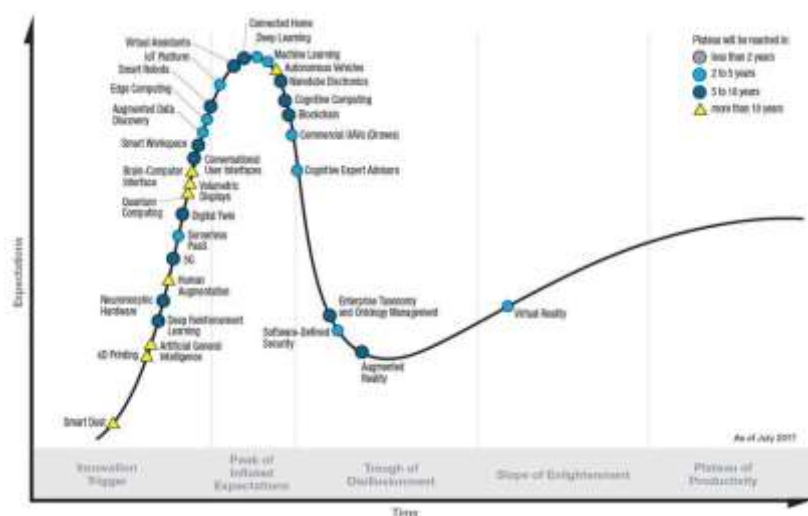
Obr. 33: Počet prodaných 3D tiskáren v tis. ks [54]

Bariér rozvoje je bezpochyby více, daří se je však alespoň částečně postupně odstraňovat a dá se potenciálně očekávat další rozšiřování aditivní výroby. Mezi bariéry patří neschopnost využívat tuto technologii zejména pro nové podnikatelské modely, které jsou založené na customizaci a personalizaci výrobků. Dále např. omezená nabídka materiálu oproti tradičním technologiím, případně ekologičnost těchto materiálů a již zmiňovaná rychlost sériové výroby (vždy záleží na konkrétní aplikaci). Jen poznamenejme, že problém s rychlostí do určité míry odstraňuje právě poměrně nová aditivní technologie HP Jet Fusion. Zároveň u jiných aditivních technologiích je snaha zvýšit rychlost přidáním laserových hlav, které však zvyšují cenu a vyžadují tak po podnicích co největší využití stroje. Bariérou je bezpochyby také i nedostatečné know-how, ke kterému přispívá i nedostatečná nabídka relevantních studijních oborů na technických středních a vysokých školách.

1.2.11 Virtuální a rozšířená realita

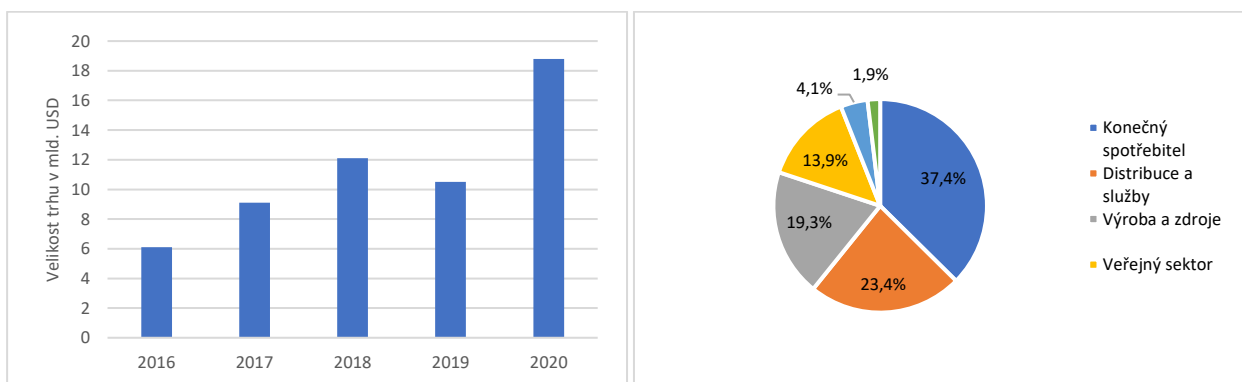
Virtuální realita představuje počítačem generovanou simulaci nějakého prostředí (může být původem reálné, ale i fiktivní), která bývá často spojena s možností interakce s tímto prostředím. Rozšířená realita je pak počítačovou simulací, která vytváří virtuální prostředí odrážející skutečné prostředí a do něj přidává virtuální vylepšení. I rozšířená realita bývá často pro uživatele spojena s interakcí s tímto prostředím. Virtuální i rozšířená realita mají za cíl zjednodušeně řečeno umožnit uživateli zažít konkrétní situaci na vlastní kůži.

Využití obou technologií v průmyslové praxi je stále ve svých počátečních stádiích. Podle křivky uplatnění technologií v praxi od společnosti Gartner z roku 2017 však můžeme očekávat, že se Virtuální realita do běžného provozu u průměrných podniků bude prosazovat až někdy v horizontu do roku 2022 a pokud jde o Rozšířenou realitu tak někdy v horizontu 2022-2027 (Obr. 34).



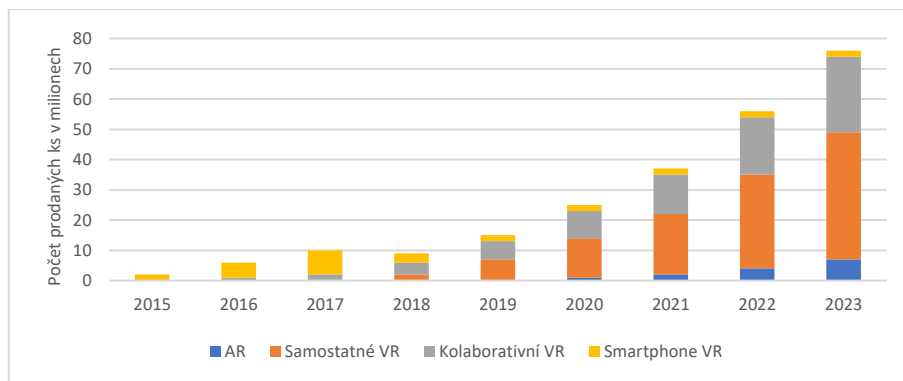
Obr. 34: Hype Cycle – Virtuální a rozšířená realita 2017 [55]

V souladu s předpovědí společnosti Gartner jsou i odhady velikosti trhu s oběma technologiemi, v současnosti má trh hodnotu pouze okolo 12 mld. \$. Nicméně i přes propad v roce 2019 se předpovídá jeho další růst. Evropský trh tvořil v roce 2018 přibližně 1/3 a jenom v Evropě by mohl dosáhnout v roce 2026 objemu až 50 mld. \$, což je 10krát více než v roce 2018 (Obr. 35 vlevo). Celosvětově se pak předpokládá, že do roku 2025 by mohla velikost trhu jenom s rozšířenou realitou dosáhnout velikosti skoro 200 mld. \$. Obě technologie využívají zejména běžní spotřebitelé, jejichž podíl se pro rok 2020 odhadoval na 37,4 %. Ze sektorů ekonomiky pak převládal zpracovatelský průmysl s 19,3 % a veřejný sektor s 13,9 % (Obr. 35 vpravo).



Obr. 35: (vlevo) Předpokládané výdaje na augmentovanou (AR) a virtuální (VR) realitu v roce 2020; (vpravo) Předpokládané rozdělení výdajů na augmentovanou (AR) a virtuální (VR) realitu podle sektorů celosvětově v roce 2020 [56,57]

Na následujícím grafu pak můžeme vidět, že až do roku 2017 táhla prodeje zejména mobilní virtuální realita (pro telefony), která je co do řešení nejjednodušší (Obr. 36). Od roku 2018 se situace začíná postupně měnit a předpokládá se právě s dalším rozvoje růst prodeje ostatních typů virtuální a rozšířené reality a samozřejmě i růst celkového objemu prodeje.

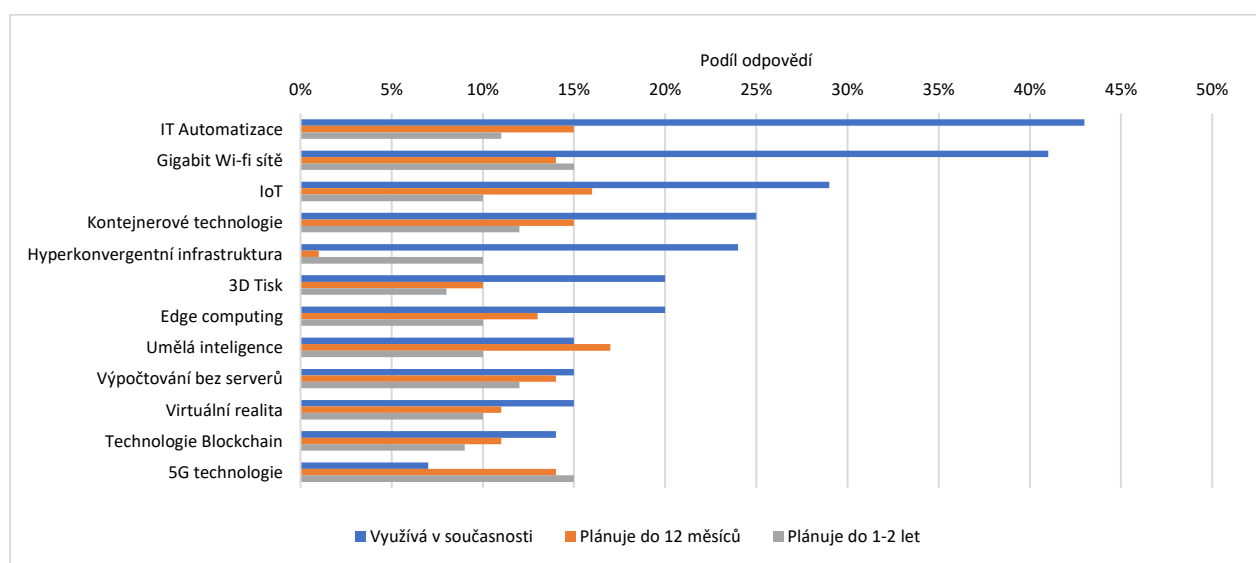


Obr. 36: Množství zařízení pro augmentovanou (AR) a virtuální (VR) realitu prodaná celosvětově mezi lety 2015 a 2023 (v milionech ks), podle typu produktu [58]

Už nyní se však obě technologie využívají pro celou řadu operací od předvýrobní fáze po základní výrobu a dokonce i podpůrné procesy, jako je údržba a školení. Pomáhají např. při výběru součástí ze skladu, k získání pokynů k provedení oprav, pomáhají při návrhu či ověření výrobků nebo výrobních operací, pomáhají pracovníky zaškolit na provádění konkrétních operací (např. montáž), využívají se ke kontrole kvality nebo při řízení rizik při umísťování různých zařízení nebo např. zvyšují bezpečnost pracovníků. Dále se mohou využívat při podpoře v rámci dodavatelsko-odběratelského řetězce. Obě technologie pak nacházejí postupně i využití v rámci e-commerce, kdy pomáhají zákazníkovi lépe představit kupovaný produkt nebo nastavit jeho konkrétní parametry.

Důvodů, proč se tyto technologie rozšiřují relativně pomalu je několik. Zejména jde o stále ještě technickou nedokonalost (či určitou nekvalitu), náročnost na HW a SW, nedostatečná příprava na jejich využití v průmyslu, určitá neochota či obava z této technologie.

Celkový stav osvojení některých technologií shrnuje statistika z roku 2019 pro Evropu a Severní Ameriku (Obr. 37). Z provedeného průzkumu společnosti Spiceworks mají podniky nejvíce osvojenou IT automatizaci a rychlé síťové připojení, nejméně virtuální realitu nebo umělou inteligenci. Přibližně 20-30 % podniků pak plánuje do budoucna zavedení některé z moderních technologií.

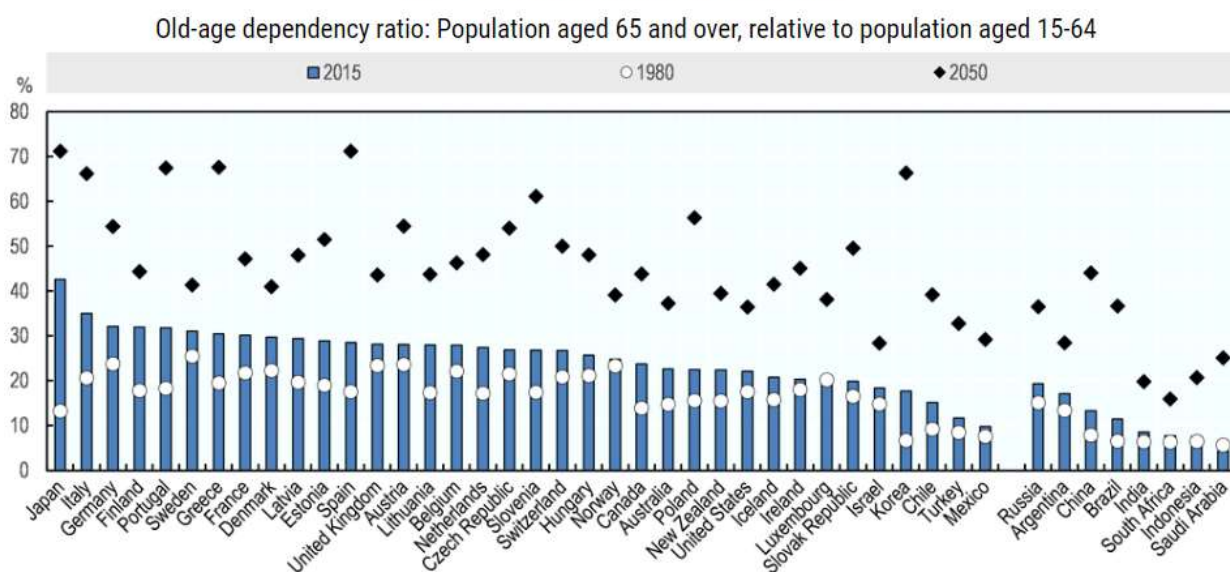


Obr. 37: Míra osvojení trendů v informačních technologiích (IT), v současné době a budoucnosti, v organizacích v Severní Americe a Evropě, k roku 2019 [59]

1.3 Demografický vývoj

Situaci na trhu práce rovněž ovlivňuje demografický vývoj. V mnoha vyspělých zemích dochází ke stárnutí populace. Roste počet lidí ve věku nad 65 let vzhledem k počtu lidí ve věku 15-64 let. Tito lidé budou tedy postupně vystupovat z pracovního procesu a odcházet do penze. Je otázka, zda je bude mít kdo nahradit. Řešením, min. v některých oblastech, pak může být právě automatizace těchto neobsazených pracovních míst. V ČR se kupříkladu předpokládá, že počet osob nad 65 let může v roce 2050 představovat až 55 % populace ve věku 15-64 let (Obr. 38). To je skoro 2krát více než v roce 2015. ČR v tomto případě patří k zemím s vyšším poměrem. Nejhorší na tom budou v roce 2050 Japonsko, Itálie, Španělsko, Portugalsko, Řecko nebo Jižní Korea. Nejlépe pak logicky méně vyspělé státy jako Jižní Afrika, Indonésie nebo Indie.

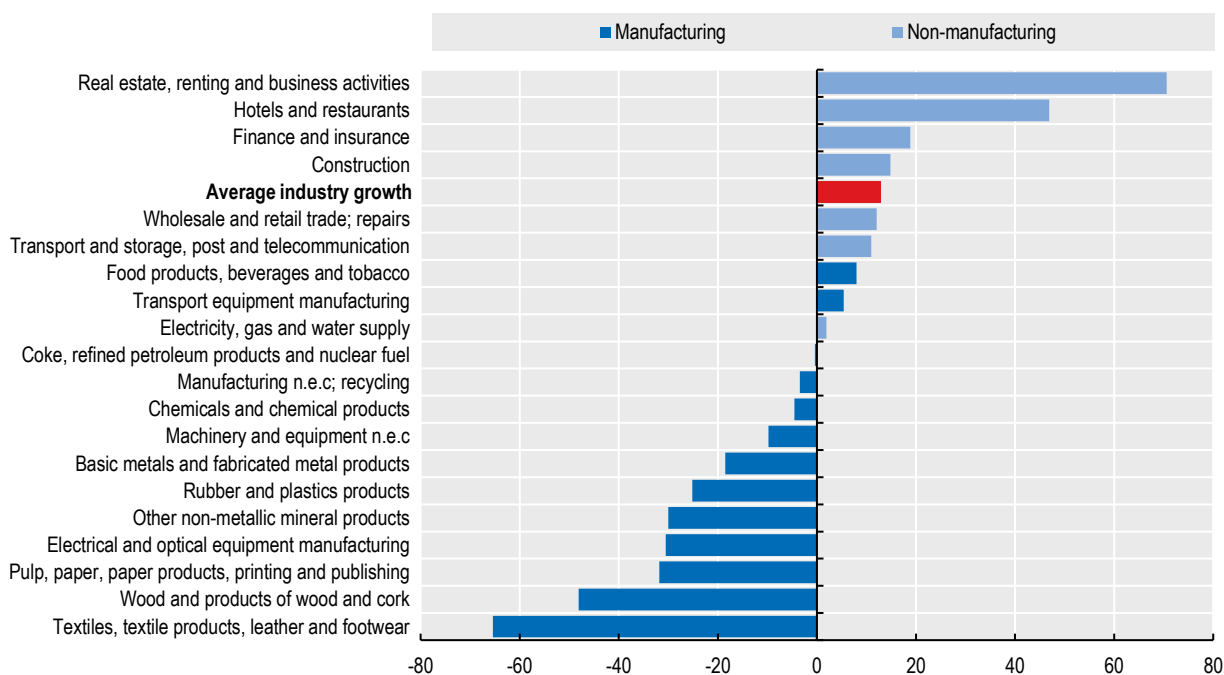
Figure 3.6. **Population ageing, 1980-2050**



Obr. 38: Stárnutí populace, poměr osob ve věku nad 65 let vůči osobám ve věku 15-64 [60]

2 Dopady technologií na trh práce

Hned na začátku je vhodné si uvědomit, že změny, kterými v současnosti ve vazbě na moderní trendy a technologie prochází trh práce (zejména v oblasti výroby) nejsou ničím nenadálým. Ke změnám dochází dlouhodobě a možná si je někteří ani přímo neuvědomujeme. Tato skutečnost je zcela zřejmá na (Obr. 39) vycházejícím z analýz provedených OECD. Je zde vidět, jak se procentuálně změnila zaměstnanost v jednotlivých sektorech ekonomiky mezi lety 1995-2015 a lidé se přesunuli ve směru od výrobních sektorů ke službám. Důvodů bychom samozřejmě mohli hledat více, nicméně jedná se bezpochyby o přesun výroby do jiných zemí a o automatizaci a robotizaci.



Obr. 39: Procentuální pokles počtu pracovníků v jednotlivých sektorech ekonomiky za země OECD v letech 1995-2015 [61]

Můžeme tedy očekávat, že změny na pracovních pozicích budou probíhat i nadále postupně v souladu s tím, jak budou současné trendy, zejména technologické, implementovány v podnicích. Zároveň je třeba si uvědomit, že část technologií (např. umělá inteligence, rozšířená realita...) je teprve na začátku svého dlouhého životního cyklu a než se dostanou na dostatečnou úroveň vyspělosti, nutnou k běžné implementaci v praxi, bude to ještě chvíli trvat.

Poslední zpracované studie zaměřené na dohad dopadu automatizace na pracovní místa jsou v souladu se skutečností, že obecně aplikace moderních technologií, zejména pak automatizace bude probíhat v různé podobě, s různou intenzitou a v různém časovém období. Různý průběh bude rovněž v jednotlivých odvětvích a profesích v závislosti na jejich charakteru.

Odhady kvantitativních dopadů na trh práce se zabývaly některé zahraniční výzkumné a analytické organizace. Jejich výsledky jsou ovlivněny metodikou výpočtu a zaměřují se jak na kvantifikaci úbytku pracovních míst, tak na kvantifikaci počtu nových pracovních míst, které vzniknou v důsledku vyšší poptávky po nových produktech, vyšší produktivitě práce či nedostatku kvalifikovaných odborníků na nové technologie. Některé studie se pak zabývají i problematikou rekvalifikace a přesunu pracovníků na jiná, příbuzná pracovní místa.

Poslední studie již také ve větší míře respektují skutečnost, že jednotlivé profese obsahují různý rozsah rutinních činností, které jsou automatizovatelné. Počítače/roboty zastoupí vždy určitou část z celkové sumy pracovních činností nezbytných pro výkon profese, a lze tak předpokládat, že většina profesí nezanikne zcela, ale změní se podstatně jejich náplň, tedy prováděné pracovní úkoly. Je zřejmé, že i profese označené jako vysoce ohrožené obsahují značný podíl činností, které mohou být nahrazeny technikou jen stěží, nebo až v pokročilejším stádiu technologického vývoje.

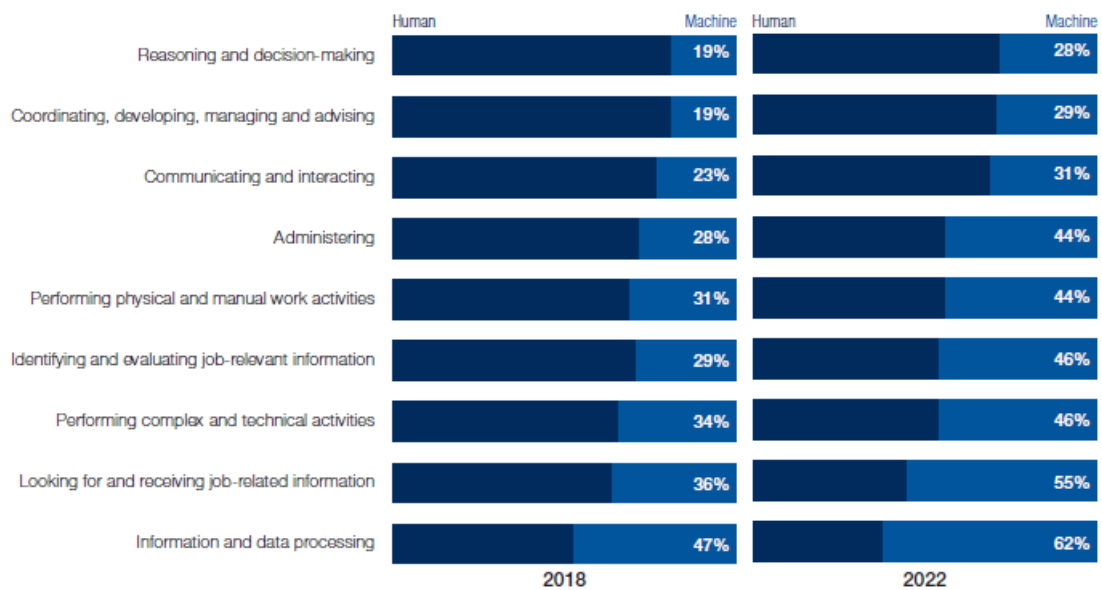
Ani v oblasti manuálních činností, a to i těch, které jsou jednoduché a nevyžadují vysokou kvalifikaci, nemohou být všechny operace efektivně robotizovány. [2]

Realizace Průmyslu 4.0 je tedy spojena s rostoucími nároky na vzdělání a dovednosti lidských zdrojů a celkově předpokládá růst úrovně lidského kapitálu ve společnosti – zvyšování kompetencí a znalostí pracovníků. Z tohoto hlediska znamená významný posun k tzv. znalostní společnosti. Rychlý technologický rozvoj spolu s růstem nároků na znalosti a dovednosti pracovníků se promítá nejen do situace na pracovních trzích, ale významně mění i podniky. Dochází ke změnám v organizační struktuře podniků (směrem ke zplošťování a decentralizaci) i ke změnám stylu řízení (od příkazového k leadershipu a managementu znalostí). Roste význam pracovních týmů v podnicích a klade se důraz na zefektivňování jejich komunikace např. vytvářením týmů virtuálních. Virtuální vazby přitom umožní komunikaci odborníků a expertů v globálním měřítku (tzn. vznik týmu nebude omezen podnikem, regionem, zemí atd.). To na jedné straně vytváří ohromné možnosti pro sdílení znalostí a jejich využití, pro efektivní řešení problémů a plnění úkolů atd., na straně druhé tato forma spolupráce klade vysoké nároky na členy týmu, na jejich znalosti, jazykovou vybavenost a schopnost komunikace. Zároveň tato příležitost zasahuje silně i do pracovních trhů jednotlivých zemí, protože je možné najednou zpracovávat zakázky ze zahraničí a nabídnout nižší ceny, než je tomu v dané zemi za danou službu běžné. Nejedná se tedy pouze o množství příležitostí, které se před námi otvírají, ale i určitá rizika, na která je potřeba pohlížet s respektem. [2]

Jednou z podstatných charakteristik Průmyslu 4.0 je masová individualizace výroby, tj. schopnost flexibilně reagovat na požadavky zákazníků. Bude docházet k užší spolupráci a komunikaci výrobce a poskytovatele služeb s konečným spotřebitelem. Tato schopnost ovšem vyžaduje pružnější a flexibilnější formy zaměstnávání a organizace pracovní doby a mění také nároky na znalosti a dovednosti pracovníků.

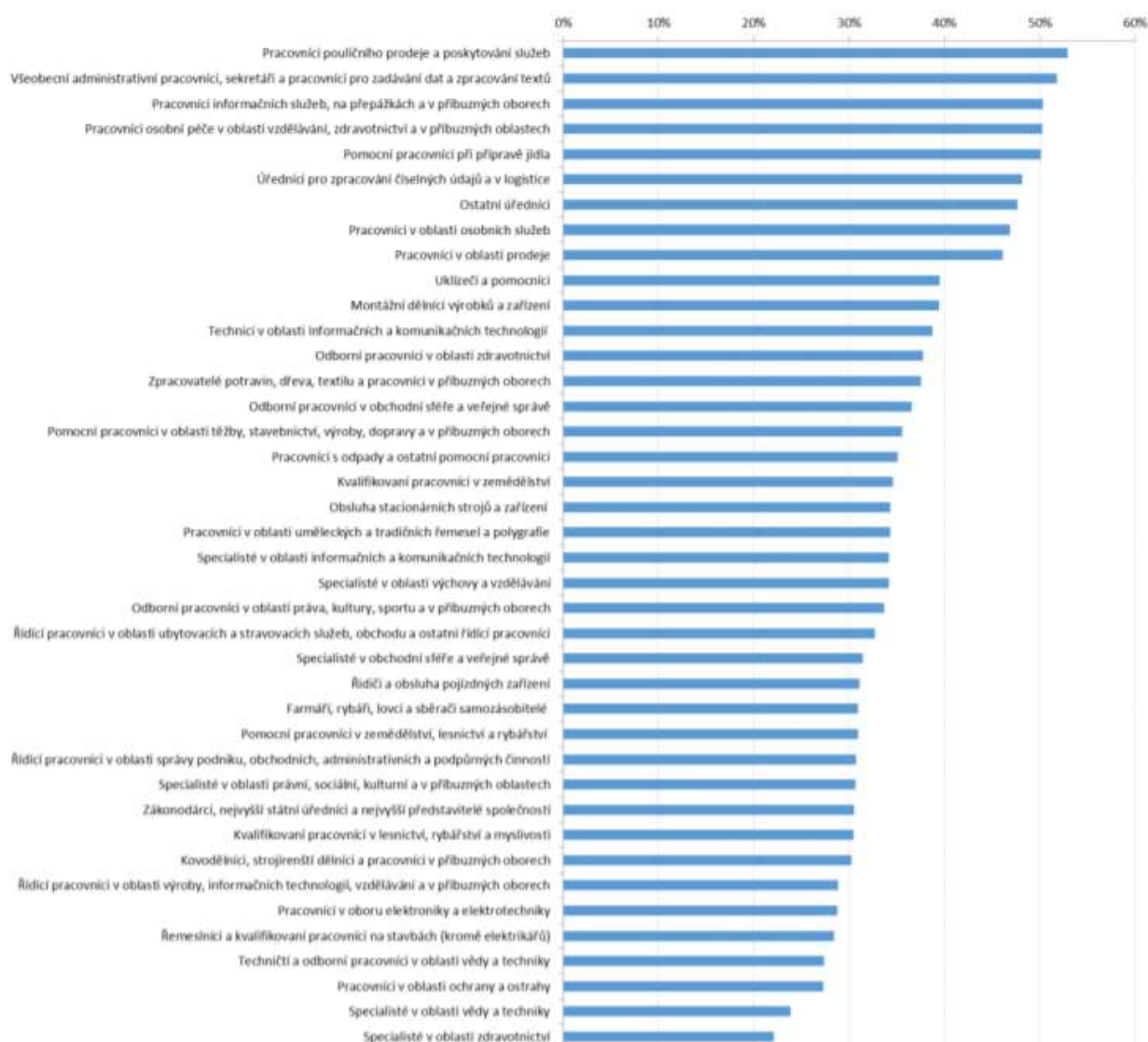
2.1 Poměr lidské práce a práce stroje

Oproti předchozím letům, kdy odborníci ve velké míře očekávali hromadné nahrazování pracovní síly roboty, se nyní názory začínají částečně měnit. Analýza, kterou nechalo zpracovat Světové ekonomické fórum naznačuje, že v krátkodobém až středně dobém horizontu budou některé pozice vykonávané lidmi spíše posíleny prací strojů a počítačů, nežli jimi zcela nahrazeny. Nahrazení rutinních a opakujících se úkolů totiž povede k lepšímu využití lidského potenciálu a talentu a tím ke zvýšení produktivity a konkurenceschopnosti. K velké části automatizace totiž dochází na úrovni úkolů, nikoliv na úrovni celých pracovních pozic či profesí. Odhaduje se, že cca 2/3 pracovních pozic obsahují alespoň 30 % automatizovatelných úkolů a ¼ pracovních pozic obsahuje více než 70 % automatizovatelných pracovních úkolů. Nicméně i tak je zcela jasné, že podíl úkolů zpracovávaných stroji a počítači dlouhodobě poroste – nejvíce zatíženy jsou pozice zabývající se vyhledáváním a zpracováním dat (Information and data processing), realizací komplexních a technických činností (Performing complex and technical activities), pozice s manuální a fyzickou prací (Performing physical and manual work activities) nebo administrativní pozice (Administering). U těchto pracovních pozic se očekává možný nárůst práce strojů/počítačů do roku 2022 až o 17 % bodů (**Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**). [62]



Obr. 40: Podíl práce vykonávané člověkem a strojem, 2018-2020 [62]

Detailnější pohled na situaci okolo roku 2023 pak můžeme vidět na grafu ze souhrnné zprávy projektu Výzkum potenciálu rozvoje umělé inteligence v České republice. Zde je porovnáváno poměrně velké množství profesí, pracovních pozic. U některých se předpokládá podíl dovedností nahraditelných umělou inteligencí až cca 53 % (**Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**).



Obr. 41: Podíl nahraditelných dovedností v horizontu 5 let [64]

Odhad časového horizontu technologické nahraditelnosti klíčových dovedností z roku 2018 můžeme vidět na **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** Odhad je rozdělen na 4 časové úseky: do 5 let, 6-15 let, 16-30 let a nad 30 let. Např. mobilita nebo tvorba přirozeného jazyka se očekává až nejdříve v roce 2034. Logika, schopnost řešení problémů, kreativita, porozumění přirozenému jazyku nebo emoční inteligence se očekávají nejdříve v roce 2048.

Do 5 let	6 – 15 let	16 – 30 let	Nad 30 let
• Optimalizace a plánování • Rozpoznání známých kategorií • Získávání informací • Navigace • Hrubá motorika	• Jemná motorika • Vytváření nových kategorií • Prezence výsledků • Sensorika	• Mobilita • Interakce a koordinace ve skupině • Tvorba přirozeného jazyka	• Logika a schopnost řešení problémů • Kreativita • Porozumění přirozenému jazyku • Sociální a emoční dovednosti

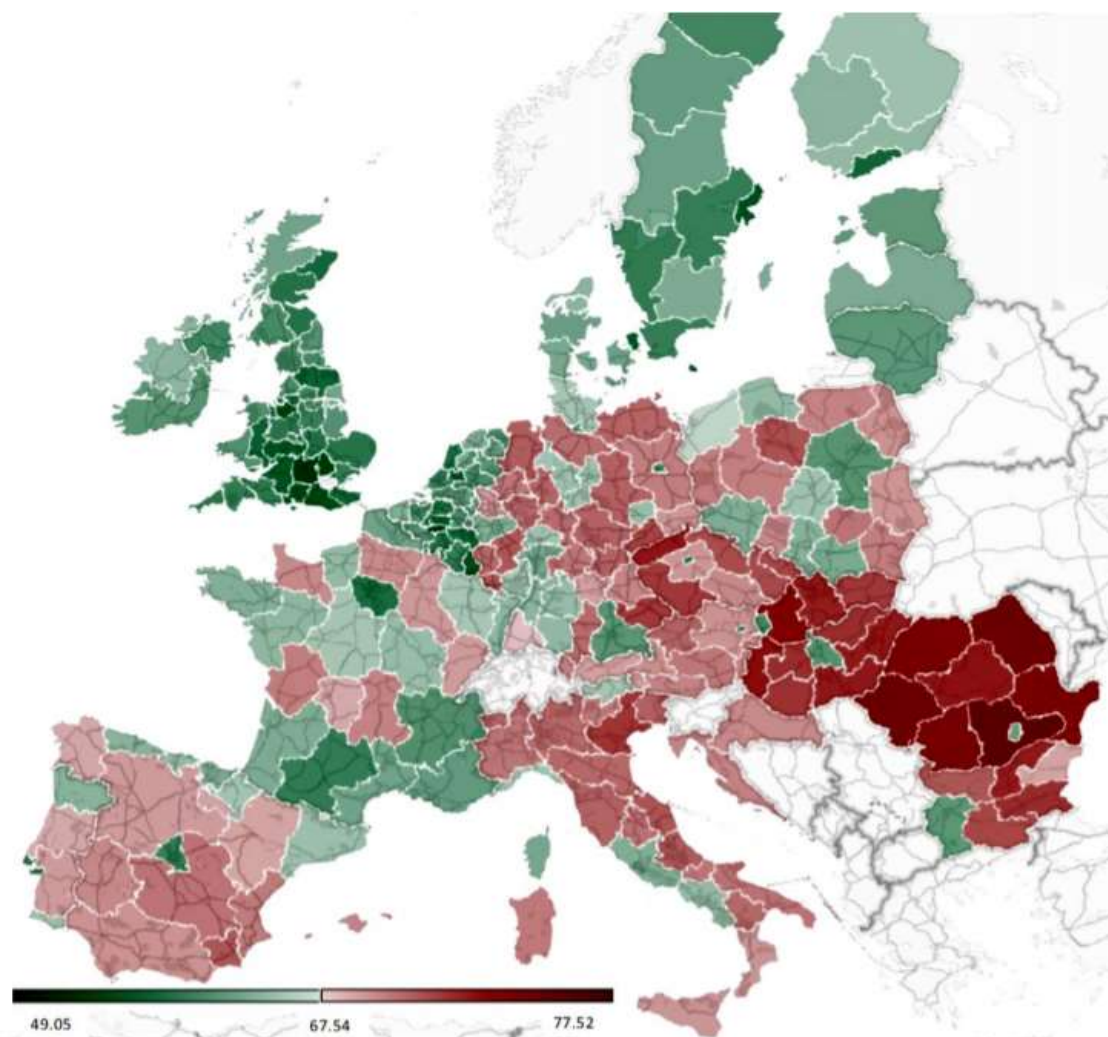
Obr. 42: Odhad časového horizontu technologické nahraditelnosti klíčových dovedností [64]

2.2 Předpoklady ovlivněných pracovních míst v jednotlivých zemích

Z pohledu teorie by digitalizace neměla zásadně ovlivnit počet pracovních míst v globální či uzavřené ekonomice. Nově vzniklých míst je méně než míst zaniklých, ohodnocení pracovníka by ale mělo být zpravidla vyšší, a to vzhledem k potenciálně zvýšené produktivitě, ač je celkový objem mezd v rámci izolovaného vlivu digitalizace striktně nižší. V Praxi ovšem můžeme očekávat přece jen úbytek pracovních míst, který ale bude korespondovat i se snižováním produktivní základny (viz dále).

Kromě regionů, ve kterých probíhá spotřeba kapitálových výnosů, budou z pozitivních dopadů digitalizace výrazněji těžit zejména ekonomiky a regiony, které budou schopny tyto prostředky přilákat svou profesní strukturou. Relativní rozdělení profesní připravenosti na digitalizaci (zejména v aspektu malého dopadu destrukce) v rámci EU má tedy silnou predikční hodnotu relativního pozitivního vlivu digitalizace. [63]

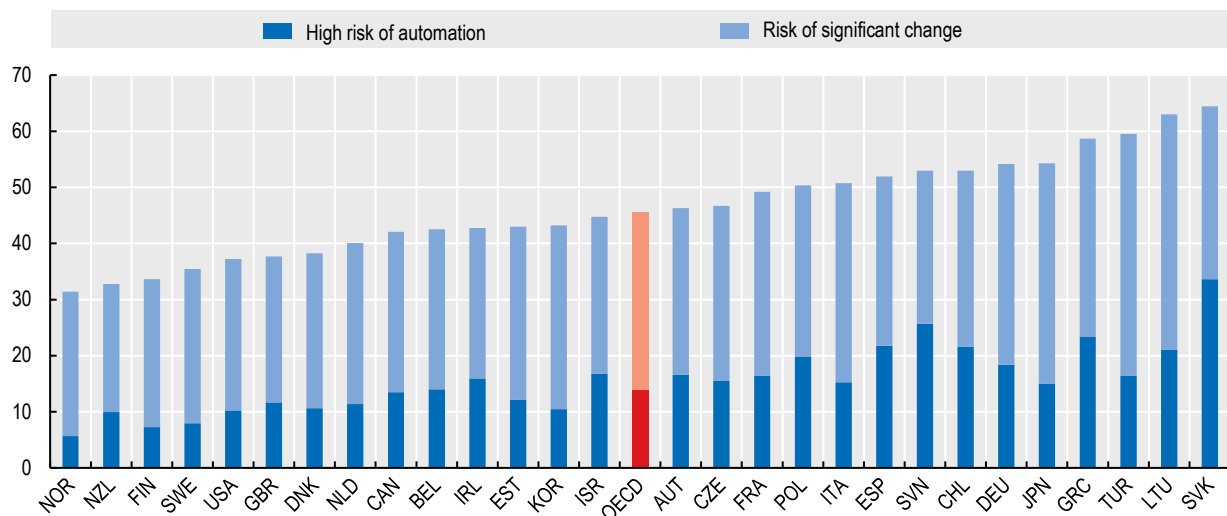
Rizika pro trh práce ze zrychlené automatizace se dají rozdělit tak, že prvním je současná profesní struktura ČR, kterou proces automatizace může více či méně zasáhnout. ČR je v rozložení tohoto rizika negativního dopadu digitalizace v rámci EU mírně nadprůměrně ohrožena, přičemž míra ohrožení má tendenci stoupat při pohybu od severozápadu k jihovýchodu EU (Obr. 40) [63]



Obr. 43: EU dle indexu ohrožení profesí digitalizací [63]

Druhým aspektem ovlivňujícím budoucí výnosy české ekonomiky z procesu digitalizace je ekonomická a kapitálová struktura české ekonomiky, která podmiňuje schopnost vytvářet a spravovat fyzický kapitál (který bude použit jako substitut za zaniklá pracovní místa) a především schopnost spotřebovat či investovat kapitálové výnosy. Tato struktura vzhledem k relativně malé úrovni domácího vlastnictví, klesající úrovni reinvestic a nízké úrovni výzkumu a vývoje na území ČR v porovnání s EU není nakloněná co nejvyšší absorpci pozitivních externalit v oblasti kapitálové substituce. Pokud nedojde k zásadní změně struktury české ekonomiky, tyto aktivity budou mít tendenci se koncentrovat v kapitálově bohatších zemích s vyvinutou výzkumnou infrastrukturou ať už v rámci EU nebo globálně. [63]

V rámci stále ještě poměrně aktuální rozsáhlé analýzy OECD z roku 2018, která zohledňovala různé faktory (mimo jiné i požadavky na úroveň dovedností a činností nutných pro výkon jednotlivých profesí), se předpokládá, že v 10-20 následujících letech bude průměrně v zemích OECD ohroženo automatizací cca 14 % pracovních míst a dalších cca 32 % profesí bude zatíženo značnými změnami (Obr. 44). Tyto odhady jsou podstatně pozitivnější než v minulosti. Situace ČR v porovnání s ostatními zeměmi odpovídá přibližně průměru, což při přepočtu na trh práce ČR znamená, že kolem 780 tis. pracovních pozic má vysoké riziko poškození automatizací a rozsáhlými změnami může projít dalších přes 1 560 tis. pracovních pozic (dle stavu zaměstnanosti v roce 2017). [2] Nejlépe jsou na tom severské země, USA nebo Velká Británie, kde je silně rozvinutý segment služeb, nejhůře potom Slovensko, ale také např. Německo a Japonsko.



Obr. 44: Podíl míst s vysokým rizikem ohrožení automatizací a míst s rizikem zásadní změny (%) [65]

Pokud bychom se podívali, jak vypadá situace regionálně (Obr. 45), tak podle OECD je v ČR nejvíce ohrožen region střední Moravy (27 %), kde je zejména zpracovatelský průmysl. Nejméně pak zcela logicky Praha (9,5 %).



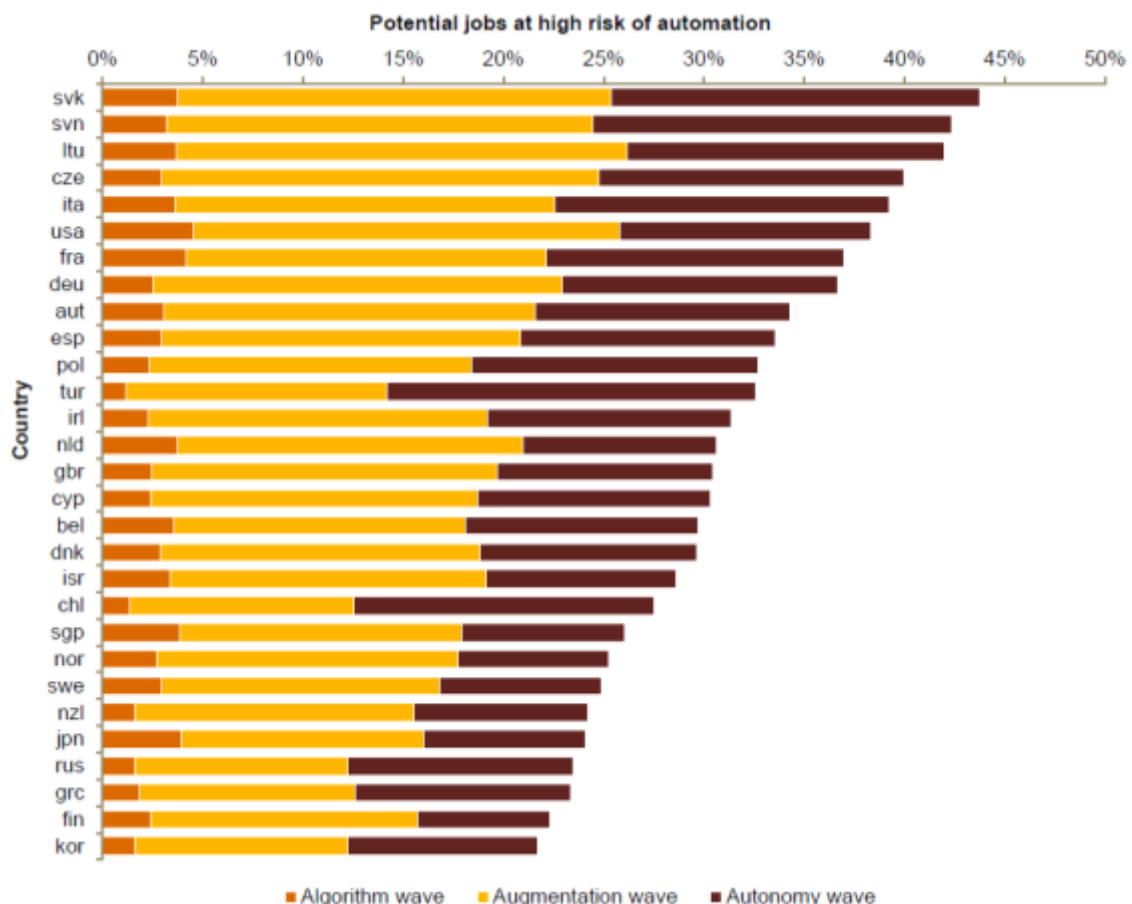
Obr. 45: Regiony s největším a nejmenším rizikem automatizace pracovních míst ve státech OECD [66]

Analýzou dopadů automatizace a robotizace na trh práce se zabývala v roce 2018 i poradenská společnost PwC, jejíž analýza je založena na podobných základech jako analýza OECD, avšak zohledňuje další faktory jako je např. úroveň vyspělosti technologií ve vztahu k jejich implementaci v praxi, různé sektory ekonomiky, různé složení pracovníků (pohlaví, věk, vzdělání). V rámci své analýzy PwC rozlišuje 3 vlny automatizace a robotizace: [67]

1. Vlna algoritmizace (poběží cca do poloviny dvacátých let) – zaměřuje se na jednoduché výpočetní a analytické úkoly nad daty v oblasti financí a informačních a komunikačních technologií.
2. Vlna augmentace (poběží zejména ve dvacátých letech) – zaměřuje se na opakující se úkoly spojené s vyplňováním formulářů, komunikací a výměnou dat, statistickou analýzou.

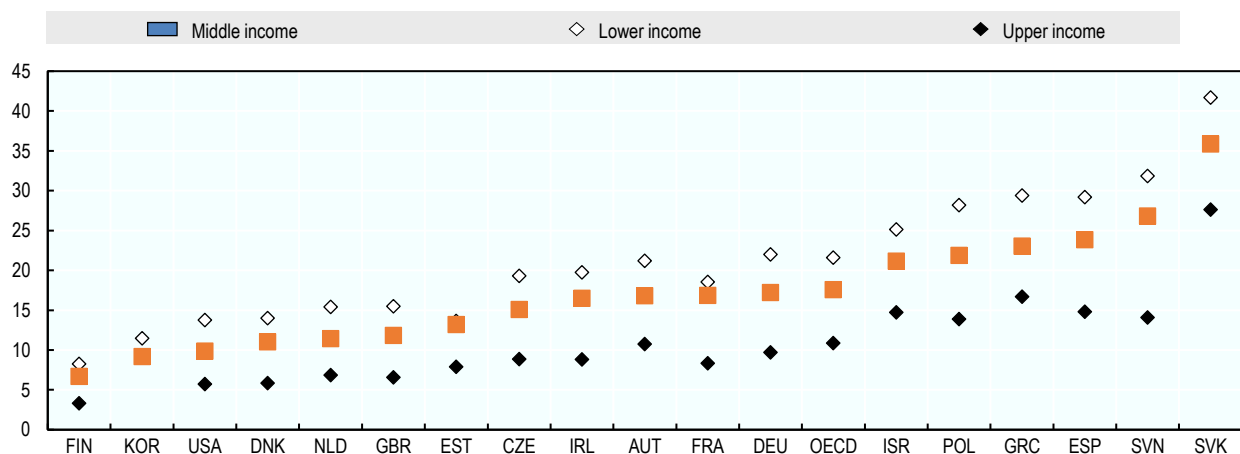
3. Vlna autonomních technologií (poběží zejména v třicátých letech) – zaměřuje se na automatizaci fyzické a manuální práce a řešení problémů vyžadující reakci v reálném čase.

Podle analýz PwC budou nejvíce ovlivněna automatizací pracovní místa na Slovensku, v České republice, Slovinsku, Itálii, a to zejména v rámci druhé a třetí vlny (Obr. 46). Důvodem je zejména to, že se jedná o země se silným zpracovatelským průmyslem. Nicméně tyto vlny se dotknou silně rovněž např. USA, kde je problém nižší vzdělanosti nebo Itálie, kde je pro změnu např. populace s poměrně vysokým věkem. V případě ČR může být v rámci všech tří vln dotčeno až 39 % pracovních míst, přičemž konkrétně v první vlně 3 % pracovních míst (cca 155 tis.), v druhé 22 % pracovních míst (tj. cca 1 150 tis.) a v třetí vlně cca 14 % pracovních míst (730 tis.). [2] Odhady vychází z dat, respektive ze stavu zaměstnanosti v roce 2017.



Obr. 46: Potenciál automatizace profesí podle vln a států [67]

Pokud se podíváme, jak je to s ohrožením pracovníků automatizací v závislosti na velikosti příjmů, tak z analýzy zpracované OECD zjistíme, že je ohroženo automatizací více než 20 % pracovníků s nízkými příjmy ve všech členských zemích (Obr. 47). Nicméně automatizace se v poslední době začíná týkat nejenom manuálních rutinních úkolů, ale i „kognitivních rutinních“ úkolů (např. rozpoznávání obrazu a řeči). To může a s velkou pravděpodobností bude mít do budoucna dopad i na povolání s vyšší kvalifikací a tím i na skupiny se středními a vyššími příjmy. Průměrně za země OECD se předpokládá, že je ohroženo cca 18 % pracovníků se středními příjmy a u 11 % pracovníků s vyššími příjmy. Pokud jde o ČR, tak zde se situace velmi blíží průměru OECD. U zemí, které jsou na tom nejlépe, jako je Finsko, Jižní Korea nebo USA je ohroženo max. cca 14 % pracovníků s nejnižšími příjmy, do 10 % se středními příjmy a do 6 % s vyššími příjmy. [68]



Obr. 47: Ohrožení pracovníků automatizací v závislosti na velikosti příjmů [69]

Poznámka: Pracovníci s „nižším příjmem“ jsou definováni jako pracovníci s příjmem pod 75 % národního mediánu. Pracovníci se středním příjmem jsou pracovníci s příjmem mezi 75 % a dvojnásobkem národního mediánu. Pracovníci s vyšším příjmem jsou pracovníci s příjmem vyšším než dvojnásobek národního mediánu. Riziko automatizace se počítá jako průměr rizik automatizace podle zaměstnání, vážený podílem každého povolání ve třídě příjmů.

2.2.1 Předpoklady ovlivněných pracovních míst v ČR

Schopnost ČR vydělat na procesu digitalizace je nutné aktivně a strategicky vytvářet. Pasivní přístup může vést k negativním relativním agregovaným dopadům na českou ekonomiku. Digitalizace má tendenci mít sebesposilující efekty, tedy větší potenciál pro vyspělejší regiony a menší potenciál pro málo vyspělé regiony, a to jak v rámci EU, tak v rámci ČR. Z toho plynou rizika regresivního regionálního rozvoje, na něž lze reagovat např. projekty rozvoje pokročilého ICT v regionech s malým přirozeným potenciálem v této oblasti, např. prioritním budováním ICT infrastruktury, univerzitních a výzkumných center, finančních nástrojů a konzultačních hubů právě v regionech s vyšší mírou rizika zániku profesí v rámci procesu digitalizace. [63]

Zásadním je rovněž potenciálně zvýšených sociálních výdajů. I v rámci pozitivního trendu substituce hůře placených míst za lépe placená místa dojde ke zvýšené nutnosti kontinuální rekvalifikace, která vzhledem k náročnosti budoucích zaměstnání povede spíše k vysokému riziku malé zaměstnatelnosti osob v současnosti vykonávajících profese nejvíce dotčené digitalizací. Ty povedou k vyšším nákladům státního rozpočtu na zajištění reintegrace do pracovního procesu, aktivní politiky zaměstnanosti a zajištění sociální ochrany. Pro minimalizaci negativních následků je tedy možné uvažovat o speciálních nástrojích či fondech kontinuální rekvalifikace a celoživotního vzdělávání. [63]

Mezi profesní skupiny nejvíce ohrožené patří takové, které jsou náchylné k nahrazení stále dostupnějšími digitálními technologiemi či jednoduchou automatizací. Některé z nich jsou nahraditelné již dnes, ale vzhledem k mezním nákladům na mzdy stále nižším, než výdaje na automatizaci přetrvávají na pracovním trhu (Obr. 49).

ISCO-3 Kód	Název profese	Index ohrožení digitalizací
431	Úředníci pro zpracování číselných údajů	0,98
411	Všeobecní administrativní pracovníci	0,98
832	Řidiči motocyklů a automobilů (kromě nákladních)	0,98
523	Pokladníci a prodavači vstupenek a jízdenek	0,97
621	Kvalifikovaní pracovníci v lesnictví a příbuzných oblastech	0,97
722	Kováři, nástrojaři a příbuzní pracovníci	0,97
441	Ostatní úředníci	0,96
412	Sekretáři (všeobecní)	0,96
834	Obsluha pojízdných zařízení	0,96
612	Chovatelé zvířat pro trh	0,95
921	Pomocní pracovníci v zemědělství, lesnictví a rybářství	0,95
811	Obsluha zařízení na těžbu a zpracování nerostných surovin	0,94
814	Obsluha strojů na výrobu a zpracování výrobků z pryže, plastu a papíru	0,94
432	Úředníci v logistice	0,94
821	Montážní dělníci výrobků a zařízení	0,93
816	Obsluha strojů na výrobu potravin a příbuzných výrobků	0,93
961	Pracovníci s odpady	0,93
421	Pokladníci ve finančních institucích, bookmakeři, půjčovatelé peněz, inkasisté pohledávek a pracovníci v příbuzných oborech	0,93
831	Strojvedoucí a pracovníci zabezpečující sestavování a jízdu vlaků	0,92
818	Ostatní obsluha stacionárních strojů a zařízení	0,92

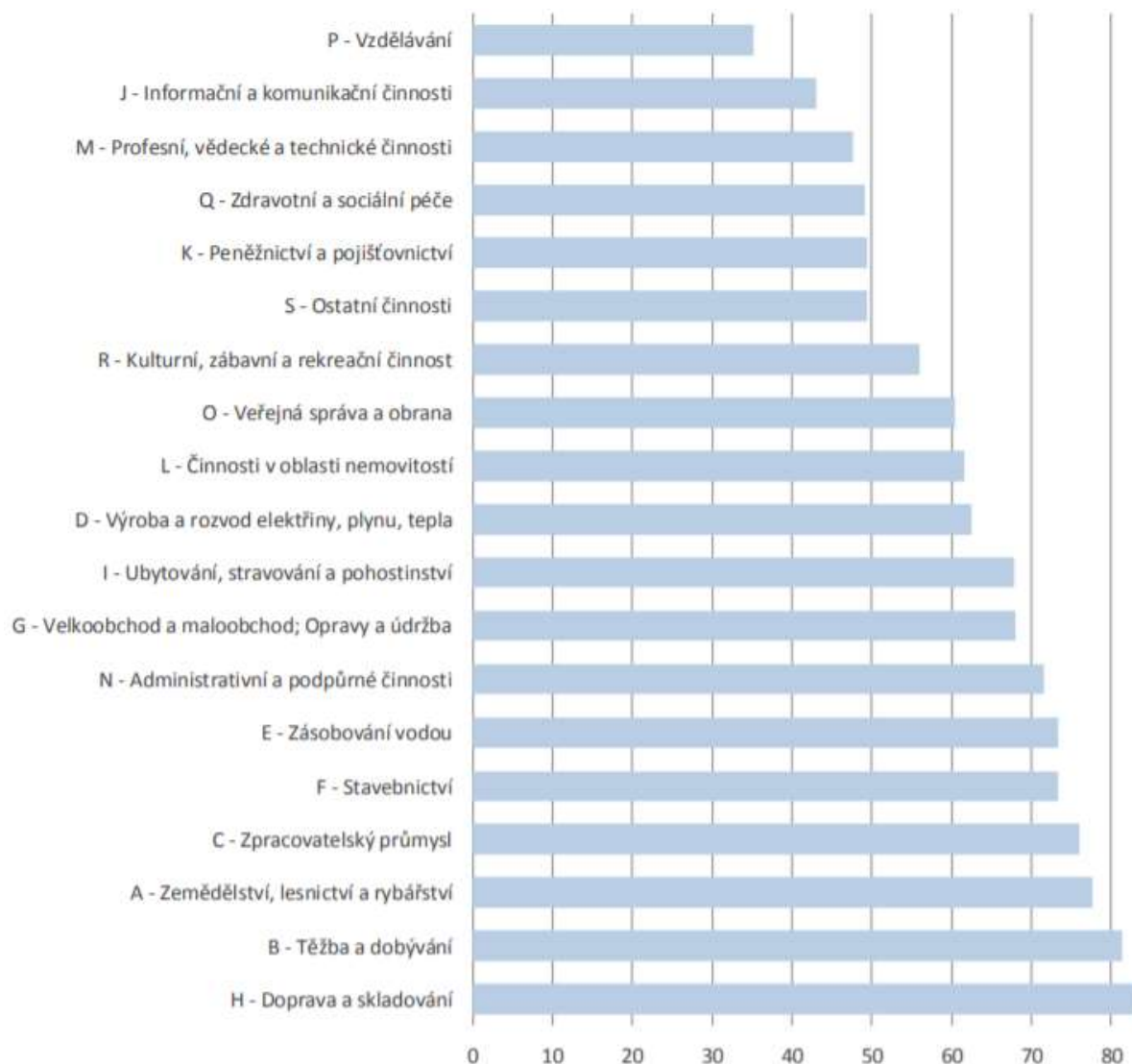
Obr. 48: Dvacet profesí s největším indexem ohrožení digitalizací [63]

Profese, které mají nejmenší potenciál pro digitalizaci a které tak mají menší riziko ohrožení z tohoto fenoménu a dojde k jejich zachování, případně i posílení, jsou ty s velkou náročností sociálních, organizačních, fyzických, kreativních či intelektuálních požadavků (Obr. 50)

ISCO-3 Kód	Název profese	Index ohrožení digitalizací
142	Řídicí pracovníci v maloobchodě a velkoobchodě	0,000
221	Lékaři (kromě zubních lékařů)	0,001
222	Všeobecné sestry a porodní asistentky se specializací	0,002
134	Řídicí pracovníci v oblasti vzdělávání, zdravotnictví, v sociálních a jiných oblastech	0,002
122	Řídicí pracovníci v oblasti obchodu, marketingu, výzkumu, vývoje, reklamy a styku s veřejností	0,005
231	Učitelé na vysokých a vyšších odborných školách	0,008
133	Řídicí pracovníci v oblasti informačních a komunikačních technologií	0,008
141	Řídicí pracovníci v oblasti ubytovacích a stravovacích služeb	0,010
131	Řídicí pracovníci v zemědělství, lesnictví, rybářství a v oblasti životního prostředí	0,011
226	Ostatní specialisté v oblasti zdravotnictví	0,011
215	Specialisté v oblasti elektrotechniky, elektroniky a elektronických komunikací	0,015
252	Specialisté v oblasti databází a počítačových sítí	0,021
143	Ostatní řídicí pracovníci	0,021
312	Mistři a příbuzní pracovníci v oblasti těžby, výroby a stavebnictví	0,022
214	Specialisté ve výrobě, stavebnictví a příbuzných oborech	0,044
111	Zákonodárci a nejvyšší úředníci veřejné správy, politických a zájmových organizací	0,048
213	Specialisté v biologických a příbuzných oborech	0,050
263	Specialisté v oblasti sociální, církevní a v příbuzných oblastech	0,054
132	Řídicí pracovníci v průmyslové výrobě, těžbě, stavebnictví, dopravě a v příbuzných oborech	0,054
242	Specialisté v oblasti strategie a personálního řízení	0,056
264	Spisovatelé, novináři a jazykovědci	0,058

Obr. 49: Dvacet profesí s nejnižším indexem ohrožení digitalizací [63]

Pokud jde o dopady digitalizace v rámci jednotlivých sektorů českého hospodářství, index vyjadřuje, v jaké míře se budou muset jednotlivé sektory vnitřně transformovat, v závislosti na počtu zaměstnanců s vysokým indexem ohrožení digitalizací. Přitom v sektorech s vyšší mírou digitalizace se pravděpodobně intenzivněji projeví důsledky změn globální ekonomické struktury. Větší napojení na globální ekonomiku znamená nejen větší příležitosti, ale i více konkurenční prostředí. Lze proto předpokládat, že nahrazování práce kapitálem zde bude probíhat rychleji a přinese vyšší efektivitu. V konečném důsledku bude mít tento proces zřejmě pozitivní dopad na globální konkurenceschopnost uvedených sektorů. V omezených případech, u některých sektorů se může projevit jejich relativní ohrožení, kdy může docházet k substituci aktivitami jiných sektorů. Toto riziko je ale relativně malé, neboť k substituci dochází především na nižší úrovni (u blízkých oborů), nikoli na úrovni sektorů (Obr. 51). [63]



Obr. 50: Index rizika digitalizace profesí (rozložení dle ekonomických sektorů) [63]

Podle studie provedené Chmelařem a spol. dojde do roku 2029 k poklesu pracovních pozic na trhu práce o cca 420 tisíc míst (ve srovnání s rokem 2015). Tento velký propad poptávky po pracovní síle ale není třeba hodnotit nijak pesimisticky, neboť bude současně doprovázen poklesem nabídky pracovní síly. Demografické projekce ČSÚ předpokládají významný pokles osob v produktivním věku o cca 400 tisíc osob (ve srovnání s rokem 2015). Lze se také domnívat, že do situace na trhu práce se bude i nadále promítat strukturální nezaměstnanost, nesoulad poptávky a nabídky co do požadovaných znalostí a dovedností, a také prodlužující se doba přípravy na povolání, popř. další faktory. [63]

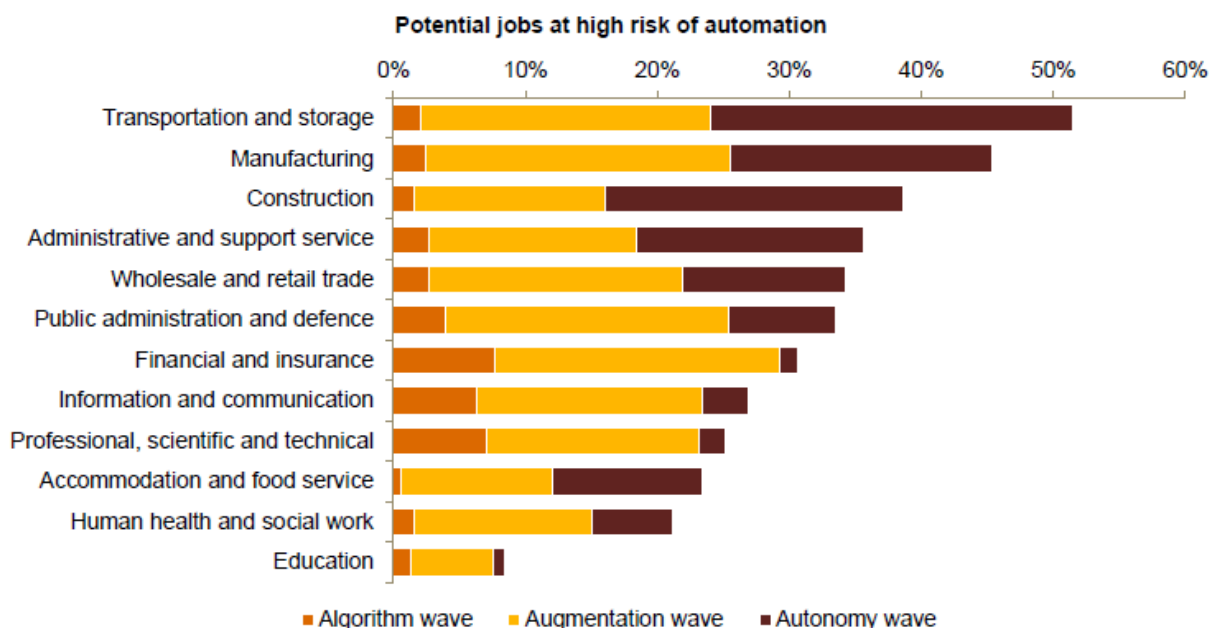
Pro Českou republiku je zavádění nových technologií a postupování digitalizace a automatizace ohromný potenciál pro další ekonomický růst a tvorbu nových pracovních míst s lepším ohodnocením a následném zvyšování životní úrovně i zlepšování kvality života. Aby k tomu ale mohlo dojít, je potřeba vytvořit odpovídající profesní strukturu (s dostatečnými pracovními znalostmi a kompetencemi), a také digitální infrastrukturu.

2.3 Předpoklady ovlivněných pracovních míst podle ekonomických sektorů

Jak bylo poznamenáno výše, v jednotlivých sektorech ekonomiky bude zavádění moderních technologií s ohledem na jejich různou vyspělost probíhat v různé intenzitě a v různém čase. Podle již zmíněného průzkumu společnosti PwC se zcela logicky očekává, že první vlna nejvíce zasáhne služby, konkrétně sektor financí a pojišťovnictví, sektor ICT služeb a sektor profesních, vědeckých a technických činností. V těchto sektorech se očekává, že se automatizace dotkne přibližně 8 % pracovních míst.

Druhá vlna, která již zahrnuje automatizaci složitějších úkolů, zasáhne nejznatelněji opět finance a pojišťovnictví, veřejnou správu, dopravu a skladování a zpracovatelský průmysl, kde bude ohroženo vždy cca 25 % pracovních míst. Třetí vlna, v rámci které se již předpokládá automatizace fyzické a manuální práce, se pak zcela logicky týká zejména dopravy a skladování, zpracovatelského průmyslu a stavebnictví, opět bude ohroženo vždy cca 25 % pracovních míst. Celkově se pak nejméně dotkne automatizace sektoru ubytovacích a stravovacích služeb a zdravotnictví, kde je celkem za všechny vlny ohroženo do 23 % míst, a vzdělávání, kde se jedná za všechny 3 vlny o méně než 10 %. Celkově nejvíce bude dotčen sektor dopravy a skladování (53 % míst ohrožení) a zpracovatelský průmysl (cca 45 % míst ohroženo) (Obr. 51).

V rámci zpracovatelského průmyslu, který je v ČR významným sektorem, se tedy předpokládá největší ohrožení pracovních míst v rámci druhé a třetí vlny. V druhé vlně, která bude probíhat během dvacátých let, půjde o cca 23 % míst (335 tis. pracovních míst). Ve třetí vlně v třicátých letech půjde o 20 % míst (290 tis. pracovních míst). [2]

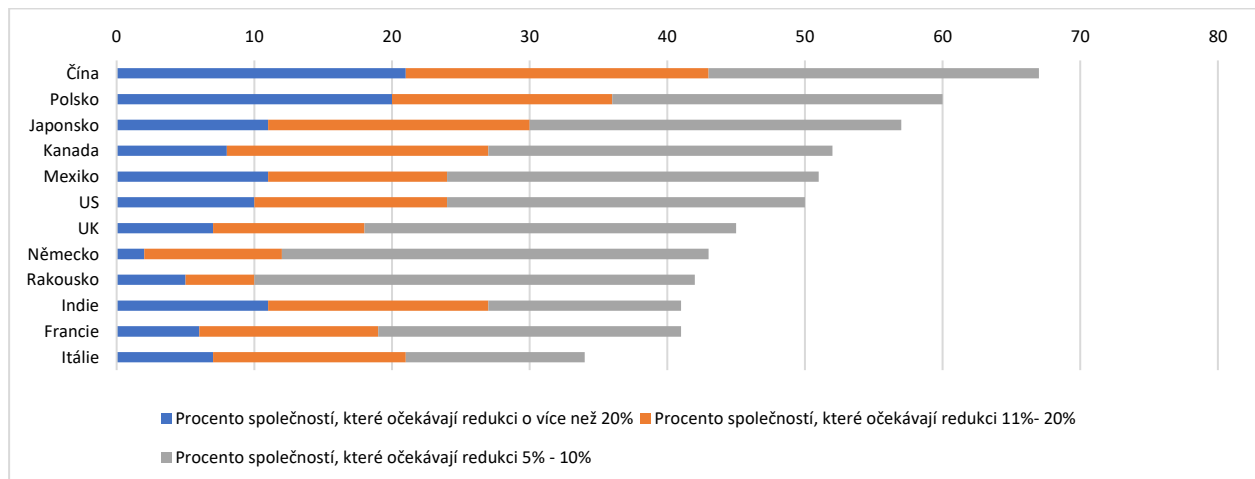


Obr. 51: Potenciál automatizace profesí v jednotlivých sektorech ekonomiky [67]

2.4 Předpoklady ovlivněných pracovních míst podle podniků

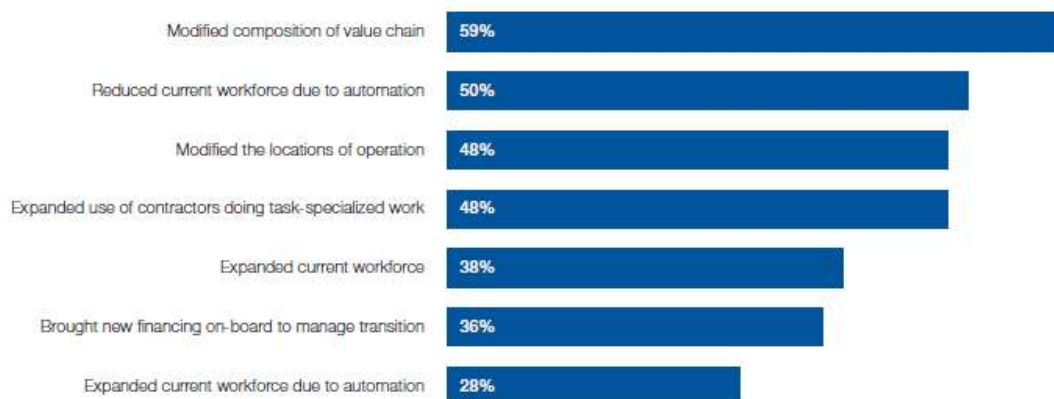
Jedna věc je, jaké očekávají nebo předpovídají změny analýzy mezinárodních organizací, poradenských společností a odborníků a další věc je, jak situaci vnímají samotné společnosti. Podle nedávného průzkumu poradenské společnosti Boston Consulting Group z roku 2019 provedeného mezi 1 314 společnostmi z celého světa se ukazuje, že velká část společností předpokládá, že bude v souvislosti s robotizací

propouštět. Propouštění ve výši alespoň 5 % zaměstnanců předpokládá 56 % asijských, 50 % severoamerických a 44 % evropských společností (Obr. 54). Celkově pak předpokládají propouštění nejvíce společnosti z Číny, Polska a Japonska (57-67 % společností), nejméně pak společnosti z Itálie (34 %), což může do určité míry souviset se stářím tamní populace. Avšak zároveň 62 % společností dodává, že předpokládá v souvislosti se zaváděním pokročilé robotiky i nabírání nových zaměstnanců – bílých límečků např. pro přizpůsobování nových řešení potřebám společnosti. [70]



Obr. 52: Dopad implementace pokročilé robotiky na počet pracovních míst [70]

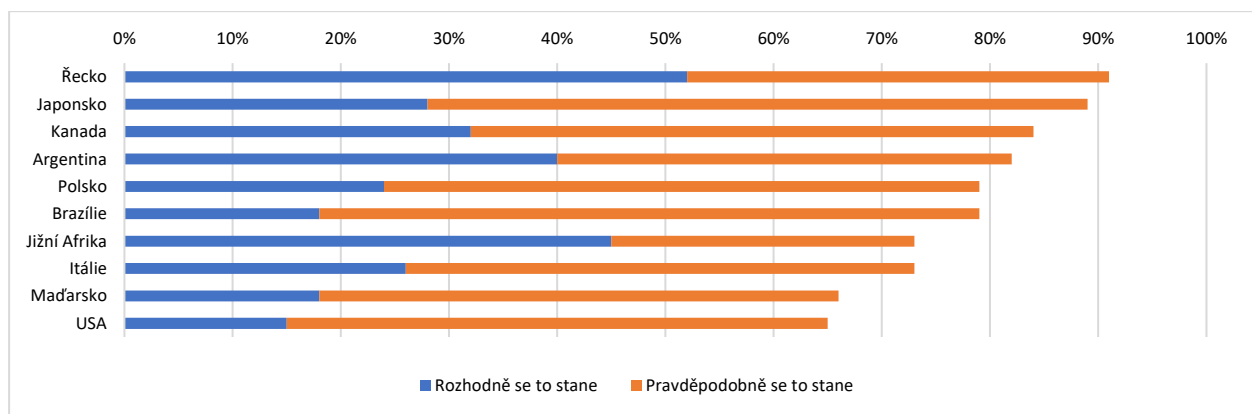
Propouštění do roku 2022 pak předpokládají i společnosti z průzkumu Světového ekonomického fóra provedeného v roce 2018. Zde 50 % společností předpokládá, že bude v důsledku automatizace propouštět (Obr. 52). Nicméně zároveň 38 % společností předpokládá obecně nábor nových zaměstnanců a 28 % společností předpokládá nábor nových zaměstnanců v důsledku automatizace.



Obr. 53: Dopady současných změn na pracovní sílu dle společností [62]

2.5 Postoje zaměstnanců v souvislosti s automatizací

V souvislosti s předchozím průzkumem je pak zajímavé porovnání, jak na nebezpečí automatizace pohlíží samotní lidé. O tom, že v příštím půlstoletí budou či pravděpodobně budou roboty a počítače dělat velkou část práce, je přesvědčeno více než 65 % osob (Obr. 54). Nejvíce jsou o tom lidé přesvědčeni v Řecku a Japonsku, více než 89-91 % dotazovaných. Nejméně o tom pak jsou přesvědčeni Maďaři, Italové a Jihoafričané, cca 66-73 % (v USA proběhl průzkum již v 2015).

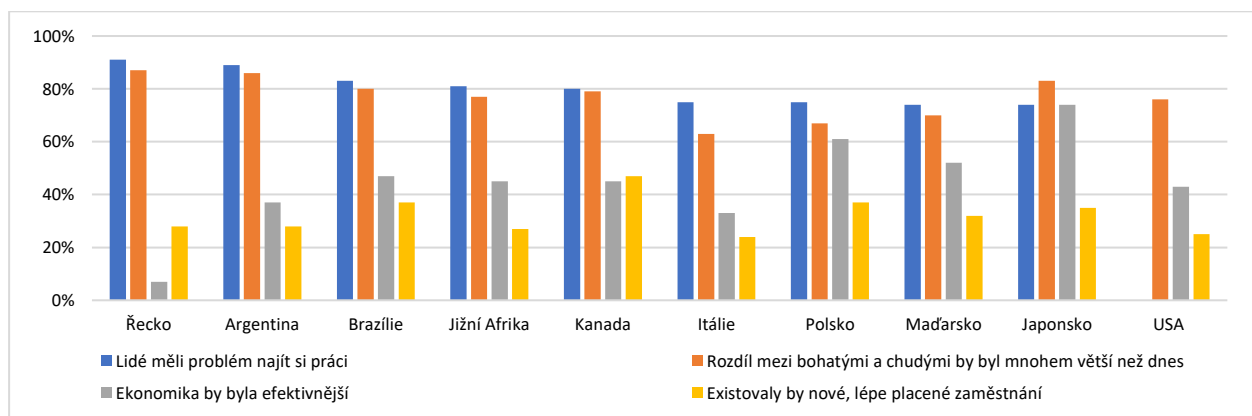


Obr. 54: Za jak moc pravděpodobné považujete možnost, že v následujících 50 letech budou roboti a počítače vykonávat většinu práce, kterou v současné době dělají lidé? [71]

Pokud jde o pohled na to, co automatizace a robotizace lidem přinese, tak z průzkumu máme k dispozici následující informace (Obr. 55):

- Více než 74 % všech dotazovaných předpokládá, že bude náročnější najít práci. Tuto skutečnost nejvíce očekávají v Řecku a Argentině 89-91 %, optimističtější jsou pak v Japonsku nebo Maďarsku, kde to očekává pouze 74 %.
- Více než 63 % lidí očekává, že se budou více rozvírat „nůžky“ mezi bohatými a chudými. Nejpesimističtější jsou v tomto ohledu v Řecku, Argentině a Japonsku – 87 %, naopak nejoptimističtější v Itálii, Polsku nebo Maďarsku – 63-70 %.
- Více než 33 % osob věří, že ekonomika bude fungovat efektivněji – nejvíce v Japonsku – 75 %, nejméně v Itálii, Řecku a Argentině – 33-37 %.
- Více než 24 % očekává, že se objeví nová, lépe placená místa – nejvíce v Kanadě – 47 % a naopak nejméně v Itálii – 24 %.

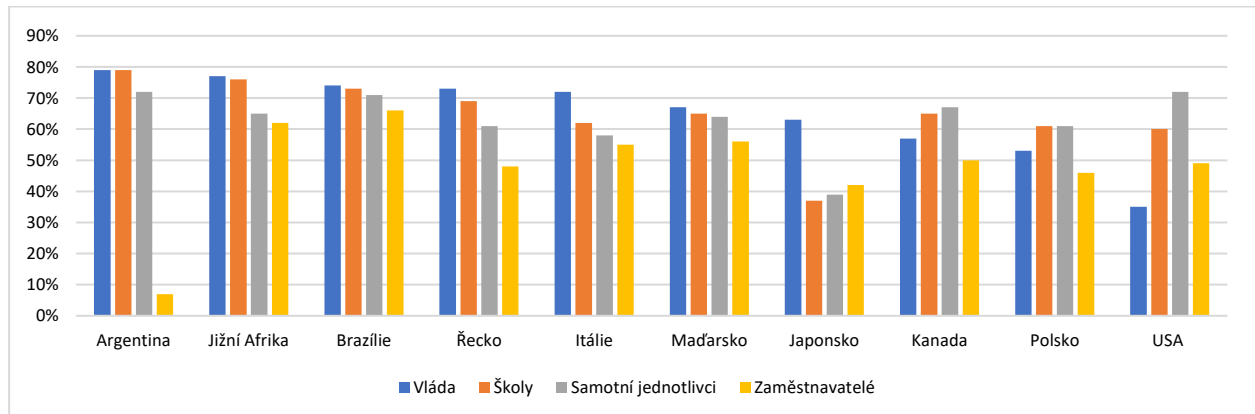
Z průzkumu rovněž vyplynulo, že dotazovaní, kteří jsou více spokojeni se současnou ekonomickou situací se na automatizaci dívají mnohem pozitivněji.



Obr. 55: Procento dospělých, kteří si myslí, že v případě, kdy by roboti a počítače byly schopné vykonávat většinu prací v současnosti konanou člověkem, tak by... [71]

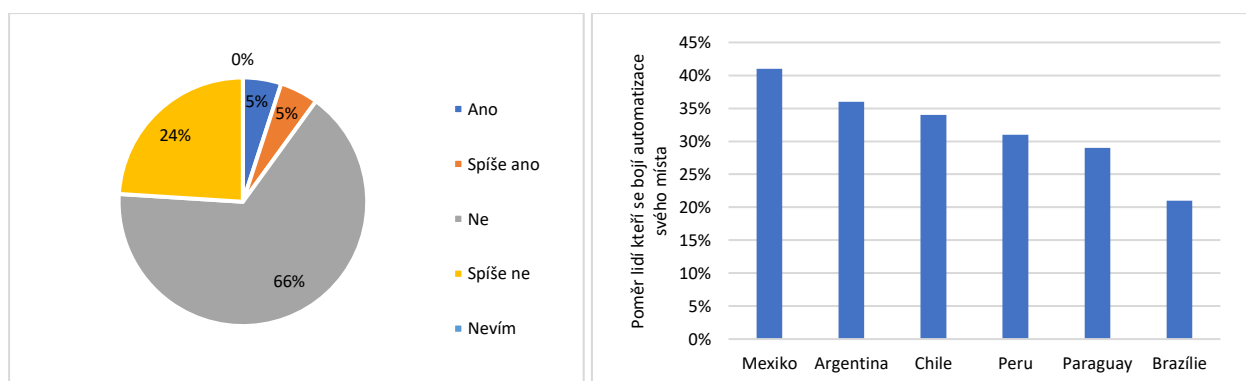
Zajímavá je rovněž skutečnost, jak se lidé dívají na to, kdo má zodpovědnost na přípravě pracovní síly pro budoucnost (Obr. 56). Většina dotazovaných vidí zodpovědnost u vlády a u škol, méně pak u sebe

samých a nejméně pak u zaměstnavatelů. Zajímavý je v této souvislosti zejména názor Japonců. Nicméně výdaje států do přípravy pracovníků za účelem adaptace na přicházející změny se podle statistik OECD velmi různí – v Dánsku je to 3,22 % HDP, v Německu 1,45 % a v USA např. pouze 0,27 %.



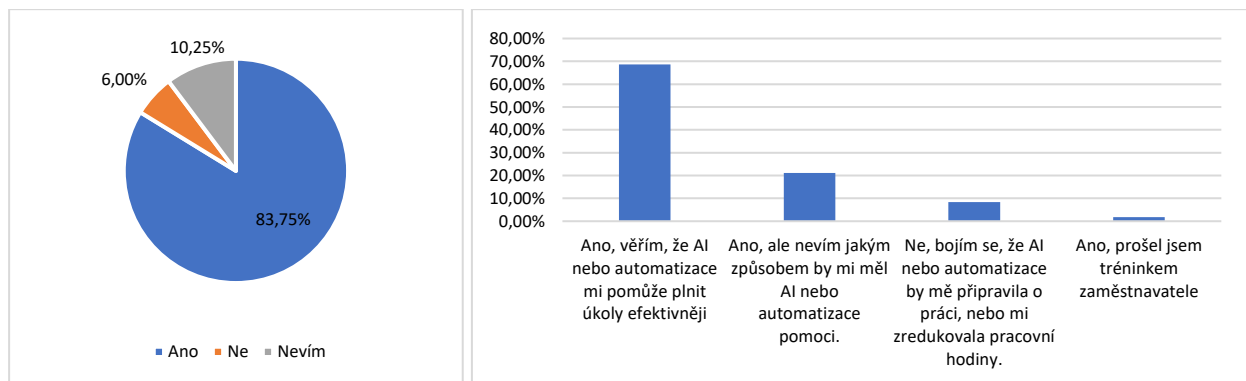
Obr. 56: Komu dospělí lidé v jednotlivých státech přisuzují hlavní zodpovědnost za to, že následující generace budou mít správné pracovní schopnosti, aby byly v budoucnosti úspěšnější? [71]

Z průzkumu provedeného společností Kantar Millward Brown v roce 2020 v Polsku se 67 % dotazovaných automatizace svého místa nebojí a 24 % spíše nebojí (Obr. 57 vlevo), což je poměrně překvapivé. Z průzkumu v zemích Latinské Ameriky z roku 2019 (Obr. 57 vpravo) pak vyplynulo, že nejvíce mají obavu o ztrátu zaměstnání v důsledku automatizace v Mexiku (41 %), nejméně pak v Brazílii (21 %).



Obr. 57: (vlevo) Průzkum obav z automatizace pracovního místa v Polsku v roce 2020? (vpravo) Úroveň strachu z automatizace pracovního místa ve vybraných zemích Latinské Ameriky v roce 2018 [72,73]

Naopak v rozsáhlé studii provedené v Itálii v roce 2019 je cca 84 % lidí přesvědčeno, že umělá inteligence, která má velkou vazbu na automatizaci, ovlivní jejich práci (Obr. 58 vlevo). Zároveň skoro 90 % dotazovaných v Itálii očekává, že umělá inteligence jim v práci pomůže a o práci je nepřipraví, oproti cca 8 % dotazovaných, kteří se bojí, že o práci díky ní přijdou (Obr. 58 vpravo).



Obr. 58: (vlevo) Věříte, že umělá inteligence (AI) bude mít dopad na způsob provádění vaší práce, nebo běžných denních činností v nedaleké budoucnosti? (vpravo) V případě, kdy by byla umělá inteligence, nebo automatizace zavedena na vašem pracovišti, myslíte si, že by měla pozitivní dopad na vaši práci? [74,75]

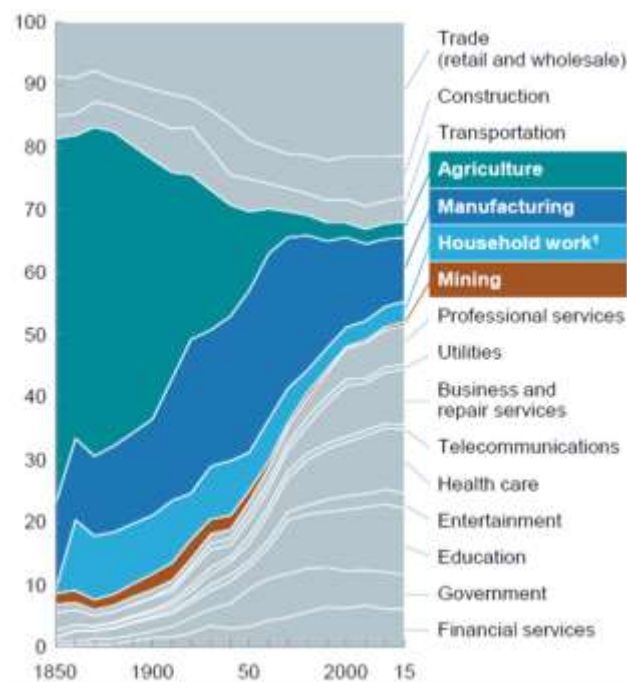
2.6 Stabilní, nové a nadbytečné profese/pracovní pozice

OECD, Světové ekonomické fórum nebo např. poradenské společnosti Boston Consulting Group a McKinsey&Company a další subjekty ve svých analýzách však zároveň dodávají, že současné změny trhu práce nemusí z dlouhodobého hlediska nutně znamenat nižší poptávku po práci a růst nezaměstnanosti. Důvodem je zejména skutečnost, že se začnou dříve či později objevovat nové úkoly a pracovní místa ať už ve stejném či jiném sektoru ekonomiky. Nicméně podívejme se na situaci postupně.

2.6.1 Přesun pracovníků do oblasti služeb

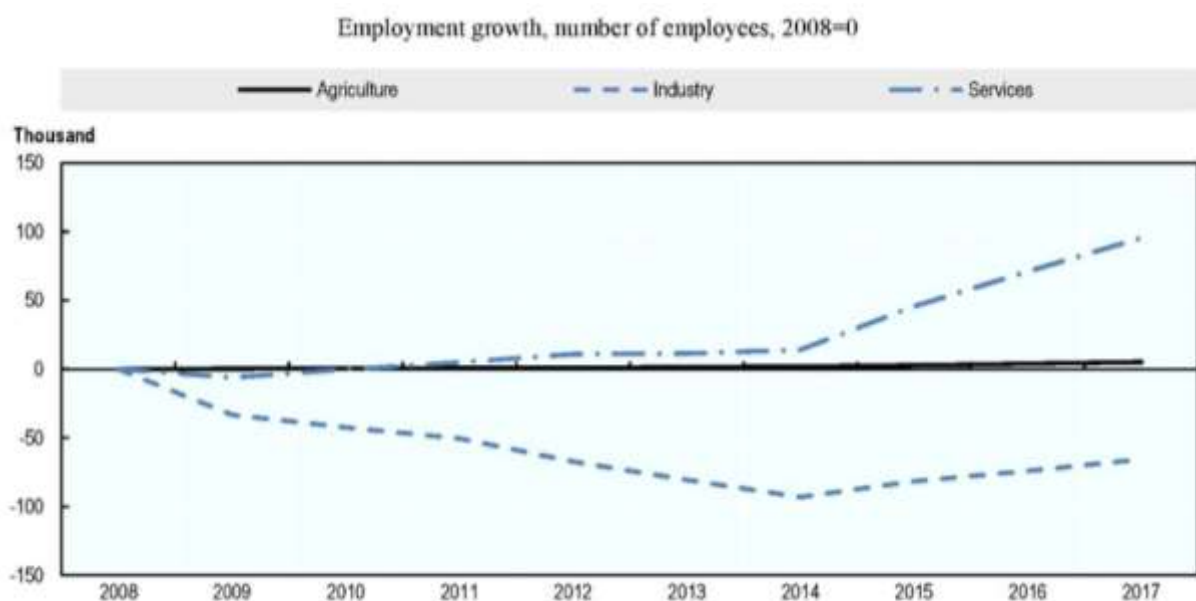
Z analýz vývoje v různých zemích vyplývá, že spolu s tím, jak roste technologická vyspělost zemí, se pracovní síla postupně přesouvá z oblasti primárního sektoru (např. zemědělství a těžba surovin) do sekundárního sektoru se zpracovatelským průmyslem a následně do terciárního sektoru (sektor služeb). Ten se považuje za nejdynamičtější složku hospodářství. Přesun k terciárnímu sektoru lze sledovat cca od 80. let 20. století a podíl tohoto sektoru na celku je možné chápat jako míru vyspělosti země. V nejvyspělejších ekonomikách může tvořit až 60 % HDP. Samozřejmě celý tento proces musí být doprovázen zlepšující se ekonomickou situací obyvatel a jejich ochotou utrácet za služby (např. za lepší zdravotní péči, finanční služby, vzdělávání, ...), což vede k růstu tohoto sektoru. [76]

V této souvislosti se můžeme např. podívat, jak se měnila situace na trhu práce v USA od roku 1850 do roku 2015 (Obr. 59). Je zde zcela zřetelná situace, kdy ubývá pracovníků v zemědělství, výrobě nebo v těžebním průmyslu a roste zaměstnanost v sektorech služeb.



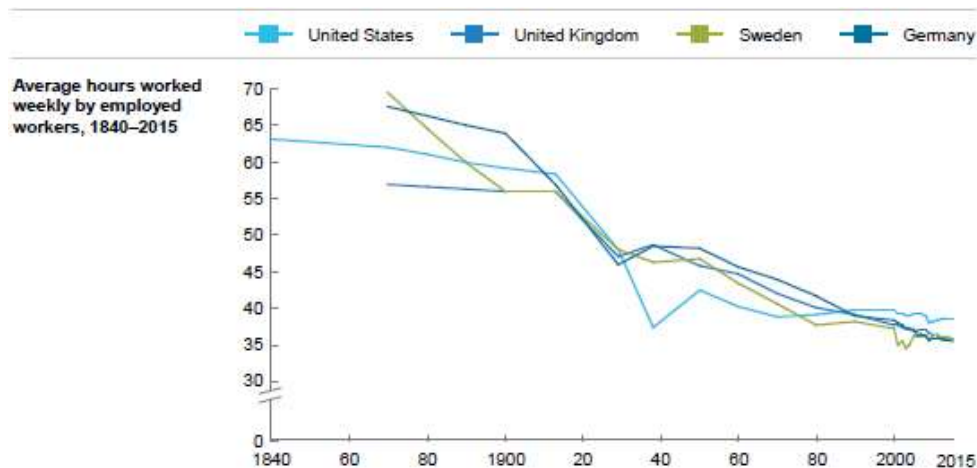
Obr. 59: Změna zaměstnanosti v jednotlivých sektorech ekonomiky v USA [77]

Příkladem může být i např. podle analýzy OECD situace v regionu Benátska, který se nachází na severu Itálie a je jedním z největších (cca 5 mil. obyvatel) a ekonomicky nejdynamičtějších regionů Itálie. Tak jako jinde, i v tomto regionu v roce 2008 začalo postupně docházet k propouštění pracovníků v průmyslu v důsledku ekonomické krize a toto propouštění trvalo až do roku 2014 (Obr. 60). Od tohoto roku začalo postupně docházet k výraznějšímu nabírání pracovníků – vytváření nových pracovních míst a v roce 2017 se zaměstnanost v podstatě vrátila do situace před krizí. Nicméně trh práce prošel výraznými změnami. Změnily se pracovní pozice v důsledku digitalizace a zejména nastal postupný přesun lidí do oblasti služeb.



Obr. 60: Vývoj zaměstnanosti v sektoru průmyslu a služeb v Benátsku [78]

V posledních letech se dokonce hovoří o vzniku dalšího, nového sektoru, tzv. zážitkové ekonomiky, kam by se mohla začít přesouvat pracovní síla ze sektoru služeb, a to opět v důsledku technického pokroku. Očekává se totiž, že lidé si v důsledku zlepšující se ekonomické situace budou chtít více užívat rostoucích příjmů a volného času získaného mimo jiné díky pomoci moderních technologií v jejich práci. Dlouhodobě totiž klesá počet hodin odpracovaných za týden (Obr. 61).



Obr. 61: Vývoj průměrné délky pracovního týdne od roku 1840 [77]

2.6.2 Vznik pracovních příležitostí ve sdílené ekonomice

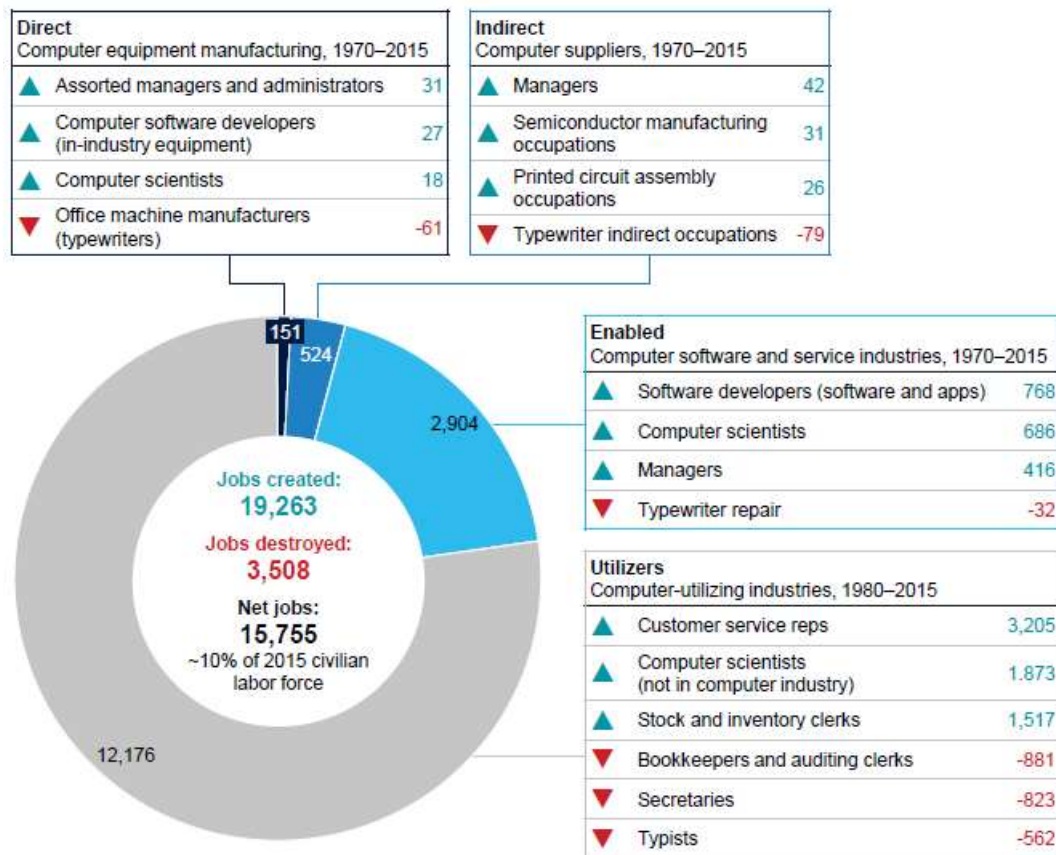
Sdílená ekonomika zažívá rychlý růst po celém světě, který umožňují moderní technologie a obecně jednodušší přístup k nim. Za celou myšlenkou sdílené ekonomiky je zároveň i trend v podobě šetření zdrojů např. spolujízda a vychází z menšího tlaku na hromadění fyzických statků v nastupující generaci, stejně jako obecnější nedůvěru v zaběhlé systémy a snahu o jejich nabourání – když odbočíme od sdílené ekonomiky např. i využívání plateb v kryptoměnách. Sdílená ekonomika umožňuje uživatelům šetřit čas i peníze a poskytuje větší flexibilitu. Představuje také možný zdroj příjmů a přivýdělků.

Z hlediska vzniku pracovních míst ve sdílené ekonomice a následném zaměstnávání je klíčovým problémem rychlost vývoje jednotlivých segmentů, na které nestíhá adekvátně reagovat legislativa daných států. A nejedná se pouze o úpravu pracovněprávního prostředí, ale i zákonů na ochranu spotřebitele, či daňových povinností. S růstem sdílené ekonomiky se dá očekávat, že budou stále větší tlaky na přijímání právních opatření, ovšem v současnosti je velikost sdílené ekonomiky v ČR poměrně malá. Podíl na HDP je necelých 0,04 %, ale očekává se, že do roku 2025 by měl dosáhnout až na 2 %. I díky menšímu podílu ovšem spíše ve společnosti zatím rezonují problémy způsobené například změnou přístupu ve využívání nájemného bydlení pro krátkodobou potřebu a zhoršení situace s nalezáním bydlení ve větších městech nebo problém spolujízda vs. taxi služba. V rámci sdílené ekonomiky ale můžeme vidět i snahu vyvarovat se jednotlivým zprostředkovatelům prodávajících služby jako je zprostředkovávání na realitním trhu nebo crowdfundingové financování projektů. [91]

2.6.3 Vznik nových pracovních míst a profesí

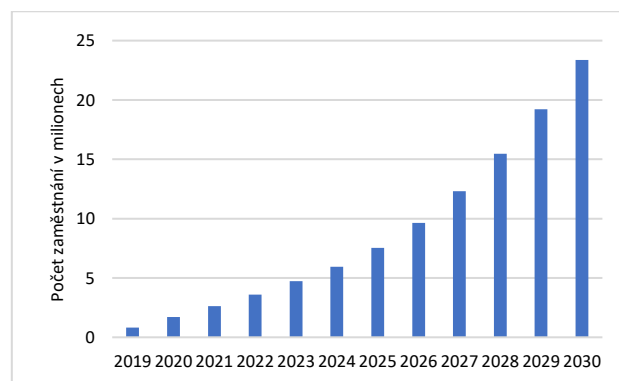
Byť se o tom dle našeho názoru příliš nemluví, tak díky technologickým změnám budou vznikat i zcela nová pracovní místa a profese přímo ve zpracovatelském průmyslu i v jiných sektorech. Ukázkou takové situace z minulosti může být např. rozvoj počítačů. McKinsey&Company ve své analýze uvádí, že díky počítačům sice v USA zaniklo přes 3,5 mil. pracovních míst, ale na druhou stranu vzniklo přes 19 mil. Nových, a to zejména v jiných průmyslových odvětvích a sektorech ekonomiky (Obr. 62). O práci přišly např. zapisovatelky na psacích strojích, sekretářky nebo opraváři psacích strojů. Na druhou stranu vznikla

nová pracovní místa a profese jako např. vývojáři SW, vědci zaměřeni na vývoj počítačů, vědci zaměřeni na využití počítačů ve své odborné oblasti, vznikla pracovní místa zaměřená na výrobu desek s plošnými spoji nebo polovodičů.



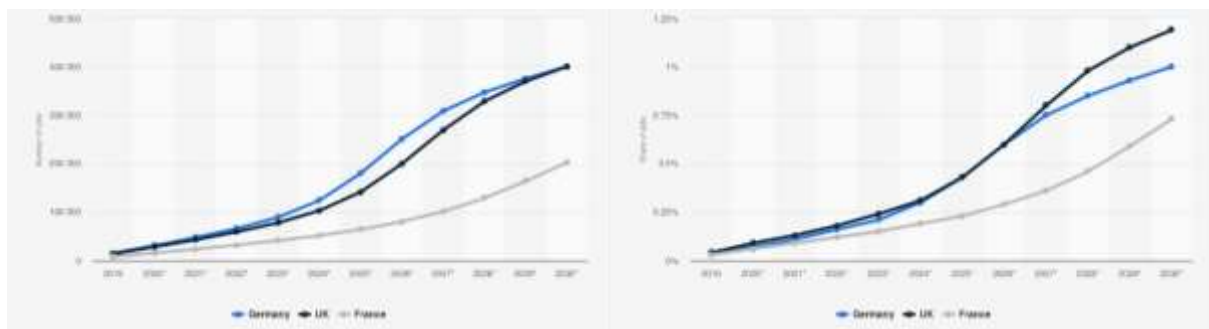
Obr. 62: Vznik a zánik pracovních míst způsobený nástupem PC [77]

Očekává se, že podobná situace té s počítači nastane i u v současnosti moderních technologií. Hlavní otázkou je, kdy, v jaké intenzitě (počtu pracovních míst) a jaký bude průběh v čase. Příkladem může být např. virtuální a rozšířená realita. Podle zprávy poradenské společnosti PwC z roku 2019 by mohlo do roku 2030 vzniknout ve spojení s těmito technologiemi až cca 23 mil. pracovních míst, tedy skoro 23krát více, než v současnosti (Obr. 63). Přičemž tyto technologie by mohly zvýšit HDP do roku 2030 až o cca 450 mld. \$.



Obr. 63: Počet nových pracovních míst generovaných virtuální (VR) a augmentovanou realitou (AR) celosvětově od roku 2019 do 2030 (v milionech) [79]

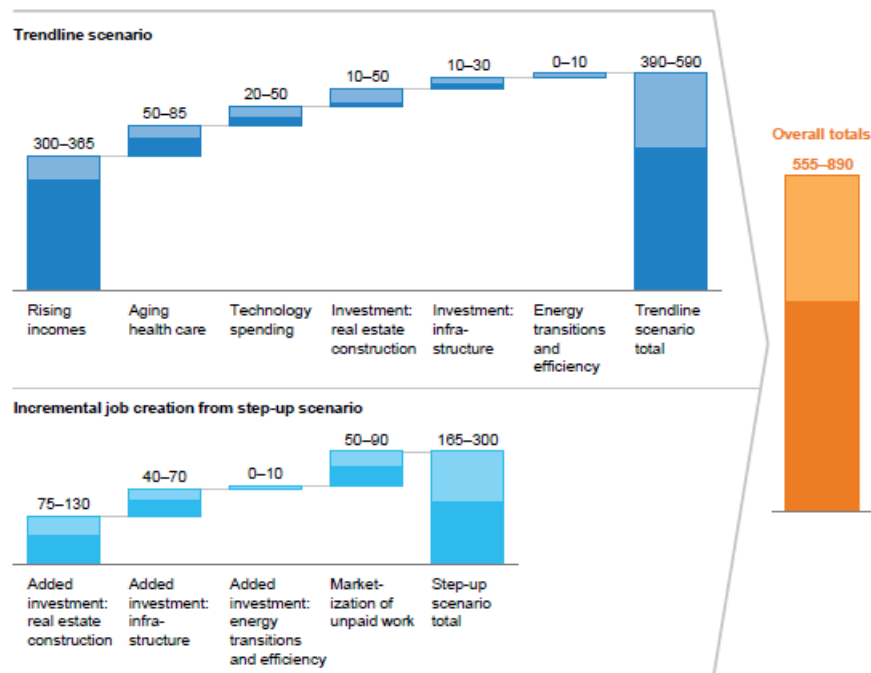
V Evropě se předpokládá, že tyto technologie přinesou sociální a ekonomické výhody a dojde ke zvýšení HDP do roku 2030 až o cca 20 mld. \$ ve Velké Británii a ve Francii až o cca 14,4 mld. \$. [79] Zároveň se předpokládá, že v Německu a Velké Británii vznikne do roku 2030 cca 400 tis. nových prac. míst v každé z nich (Obr. 64 vlevo). Ve Francii pak přibližně 200 tis. Ve všech třech zemích je to však výrazný nárůst oproti současnosti – cca 10-15 tis. pracovních míst v každé zemi. Podíl pracovních míst generovaných rozvojem virtuální a rozšířené reality vzhledem k celkovému počtu pracovních míst v zemích EU by mohl tvořit v roce 2030 0,75-1,25 % (Obr. 64 vpravo).



Obr. 64: (vlevo) Vývoj počtu pracovních míst generovaných rozvojem virtuální a rozšířené reality v zemích EU; (vpravo) Podíl pracovních míst generovaných rozvojem virtuální a rozšířené reality vzhledem k celkovému počtu pracovních míst v zemích EU [80,81]

Odhady různých studií o tom, jaká bude situace na trhu práce celkově se samozřejmě liší. Ze studie Světového ekonomického fóra, do které byly zapojeny podniky z celého světa zaměstnávající přibližně 15 mil. osob, vyplývá, že v rámci těchto společností dojde mezi lety 2018-2022 přibližně ke zrušení 0,98 mil. pracovních míst a zároveň k vytvoření 1,74 mil. pracovních míst. Na základě extrapolace trendů Světové ekonomické fórum očekává, že do roku 2022 by mohlo zaniknout v ekonomických sektorech (kromě zemědělství) až 75 mil. pracovních míst (ovlivněných různými faktory) a zároveň vzniknout 133 mil. nových pracovních míst. V analýze jsou samozřejmě zahrnuty různé faktory, jako je ekonomický růst, stárnutí obyvatelstva atd. [62]

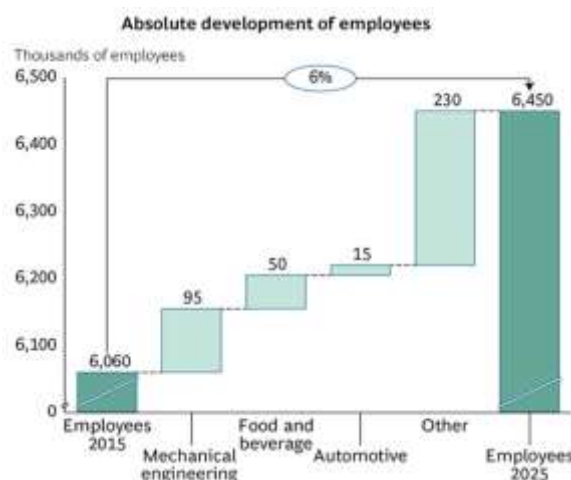
Rozsáhlý průzkum společnosti McKinsey&Company z prosince 2017 si pak dával za cíl nikoliv přesně předpovědět potenciální budoucí změny, ale vytvořit přibližný model, který by napověděl, kde by mohla nová, budoucí místa vznikat. Model pracuje se 2 scénáři, jeden vychází z předpokladu zachování současných výdajových a příjmových trendů v různých zemích a druhý je založen na očekávaných dodatečných investicích. Model nebere v úvahu dynamické interakce mezi trendy nebo napříč ekonomikou. Model odhaduje, že by mohlo do roku 2030 vzniknout podle prvního scénáře cca 390 mil. míst (v přepočtu na 1 celý úvazek) a podle druhého scénáře navíc ještě dalších 165 mil. (Obr. 65). Celkem tedy 555 mil. pracovních míst (při optimističtějším výhledu dokonce až 890 mil.). Přičemž v důsledku automatizace by mohlo o práci přijít až 400 mil. pracovníků (středně rychlé zavádění), při rychlejší implementaci moderních technologií až 800 mil. A další osoby se pravděpodobně přesunou na jiné pozice (75-375 mil.). Středně optimistický scénář tedy výsledně očekává pozitivní vývoj na trhu práce, kdy by mohlo do roku 2030 dojít k vytvoření až cca 250 mil. nových pracovních míst (555 mil. – 400 mil.). [77]



Obr. 65: Odhad počtu nově vytvořených pracovních míst v mil. v závislosti na faktoru působení [77]

Hlavními oblastmi/faktory podle prvního scénáře, které budou generovat nová pracovní místa, budou rostoucí příjmy (300-365 mil.) zdravotní služby v důsledku stárnutí obyvatel a rostoucích příjmů (50-85 mil.), vývoj a rozšiřování nových technologií (20-50 mil.), investice do staveb a infrastruktury (20-80 mil.) nebo do obnovitelných zdrojů energie, energetické účinnosti a snahy naplnit klimatické dohody (10 mil.). Rostoucí příjmy pak budou generovat pracovní pozice zejména v automobilovém průmyslu a ve službách.

Poradenská společnost Boston Consulting Group prováděla v roce 2015 analýzy dopadu zavádění konceptu Průmysl 4.0 v Německu se zaměřením na zpracovatelský průmysl. Při zohlednění různých faktorů spojených se zaváděním konceptu Průmysl 4.0, jako je růst produktivity, růst HDP nebo růst podnikových investic, bylo odhadováno, že do roku 2025 by mohlo dojít k nárůstu pracovních pozic až o 6 % jenom ve zpracovatelském průmyslu s tím, že poptávka by mohla vzrůst ještě o dalších až 10 % (Obr. 66). Samozřejmě v rámci analýzy se počítá s tím, že méně kvalifikovaná síla bude vytlačena moderními technologiemi, které však přispívají k vyšší poptávce po odbornících s kompetencemi v těchto oblastech. [82]



Obr. 66: Odhad nově vygenerovaných pracovních míst v tis. v důsledku zavádění Průmyslu 4.0 v Německu [82]

Na tuto studii pak navázala další detailnější studie, která obsahovala i citlivostní analýzu zaměřenou potenciální vývoj počtu pracovních míst ve zpracovatelském průmyslu v závislosti na růstu příjmů a stupni zavedení konceptu Průmysl 4.0. Můžeme vidět, že pro základní situaci, kdy by růst příjmů v důsledku zavedení byl 1 % a stupeň zavedení na úrovni přibližně 50 %, pak by došlo k nárůstu o 350 tis. pracovních míst (cca 5 %) ve zpracovatelském průmyslu v letech 2015-2025 (Obr. 67). Tento nárůst by byl výsledkem propuštění přibližně 610 tis. zaměstnanců v důsledku implementace Průmyslu 4.0 a zároveň nárůstem o 960 tis. nových pracovních míst spojených s náborem odborníků a s růstem příjmů a poptávkou po produktech. V nejoptimističtější scénáři se očekávalo, že by mohlo dojít až ke vzniku 950 nových pracovních míst. Nejpesimističtější scénář pak hovořil o propouštění 180 tis. pracovníků. [83]



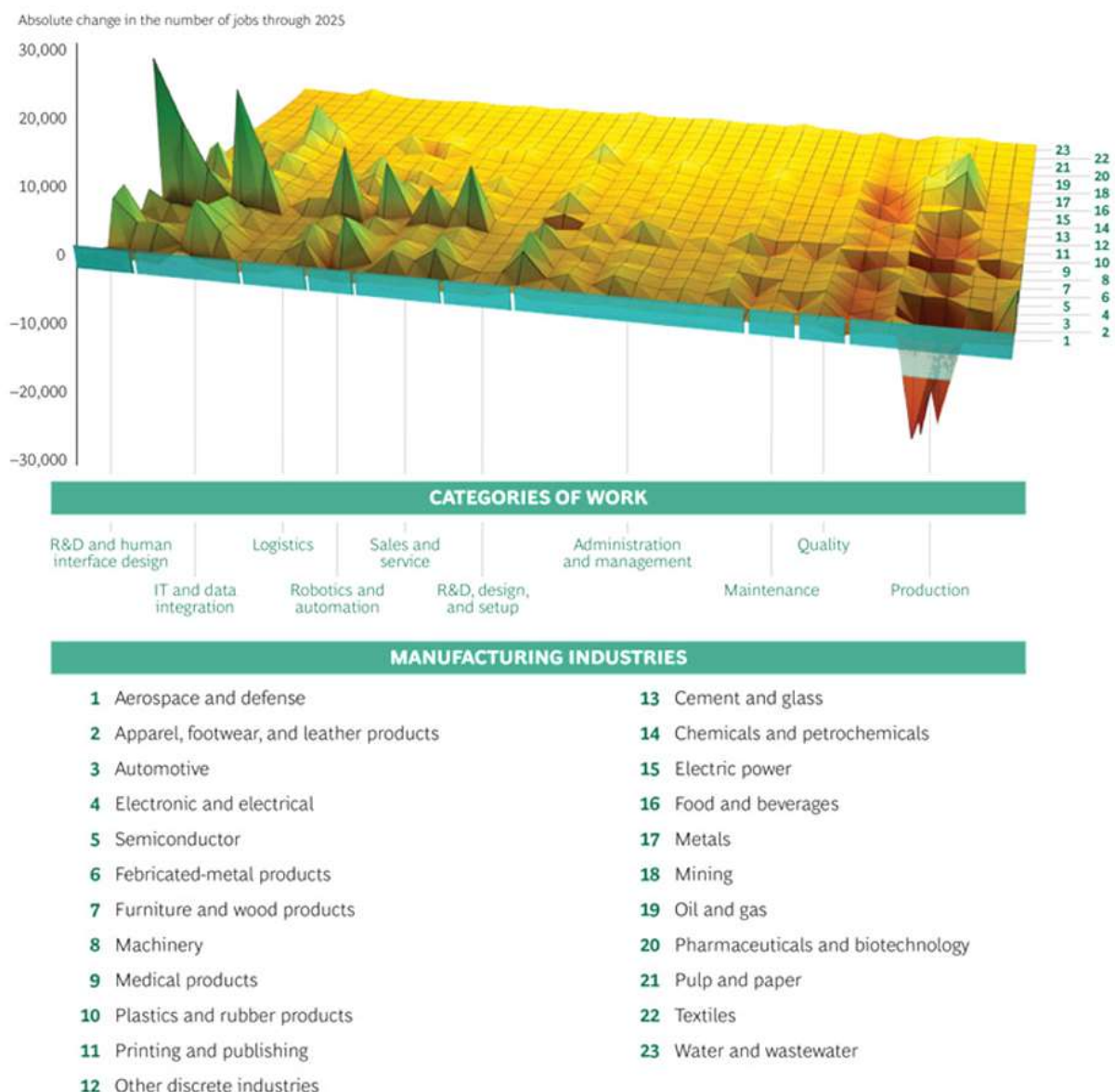
Obr. 67: Odhad vytvořených pracovních míst v tis. v závislosti na úspěšnosti zavedení nových technologií a v závislosti na růstu příjmů díky těmto technologiím v Německu [83]

Při detailním pohledu na vývoj zaměstnanosti v německém zpracovatelském průmyslu do roku 2025 napříč jednotlivými sektory a napříč profesemi společnost BCG očekává např. následující: [83]

- Největší pokles se očekává ve výrobě v důsledku automatizace a robotizace výrobních procesů. Zánik cca 120 000 míst ve výrobě, 20 000 v kontrole kvality a až 10 000 v údržbě. Bude také ovlivněna rutinní kognitivní práce; například bude odstraněno více než 20 000 pracovních míst v plánování výroby.

- Vznik 70 000 nových pracovních míst spojených s růstem důležitosti datových analýz. Zvýšené používání softwaru a IT rozhraní také způsobí nárůst poptávky po architektech IT řešení a designérech uživatelského rozhraní. Rozšiřování robotů pak vytvoří novou roli koordinátora robotů, což povede k odhadovaným 40 000 dalším míst.
- Rozšířené využívání inteligentních strojů vytvoří poptávku v této oblasti po 70 000 pracovnících.
- Implementace robotiky, prediktivní údržby nebo např. rozšířené reality, také umožní výrobcům zavádět nové obchodní modely, které podporují vytváření pracovních míst.

Celou situaci můžeme vidět na následujícím 3D grafu (Obr. 68).



Obr. 68: Odhad vývoje pracovních míst v Německu podle typu průmyslu a jednotlivých profesí [83]

2.6.4 Stabilní, nové a nadbytečné profese a dovednosti

Jak bylo již zmíněno výše, v souvislosti se zaváděním moderních technologií budou vznikat a rozšiřovat se nové profese a zanikat jiné. Vzhledem k tomu, že moderní technologie jsou značně spojeny s ICT,

předpokládá se rozvoj zejména profesí v této oblasti. Jedná se např. o vývojáře SW nebo aplikací, specialisty na cloud computing, umělou inteligenci a strojové učení, blockchain nebo odborníky na digitální transformaci. Spolu s rozvojem ICT a napojením na internet budou třeba rovněž specialisté na kybernetickou bezpečnost, pracovníci zaměřeni na ochranu dat, know-how, bezpečnost kritických infrastruktur, vyhodnocování a řízení rizik, schopnost řešit krizové situace či napadení počítačových systémů. S ohledem na rozvoj e-commerce budou potřeba specialisté i na tuto oblast. Např. specialisté na digitální marketing a strategii, sociální média, odborníci pro vzdálenou podporu pro své produkty.

V podnicích rovněž dochází k významnému nárůstu podnikových dat z různých zdrojů, nejen z tradičních účetně ekonomických systémů, ale také dat dodávaných různými senzory z výrobních a dalších zařízení a také z výrobků samotných v reálném čase. Podniky tedy předpokládají větší potřebu specialistů zaměřených na BigData, na datovou analýzu, specialisty na databáze nebo na tvorbu datových modelů, zpracování a vizualizaci dat.

S rozvojem nových výrobních technologií roste dále potřeba pracovníků se zaměřením na inovace, obecně nové technologie (např. IoT), automatizaci procesů nebo robotizaci, aditivní technologie, průmyslové protokoly a budou rovněž třeba projektanti nových výrobních provozů.

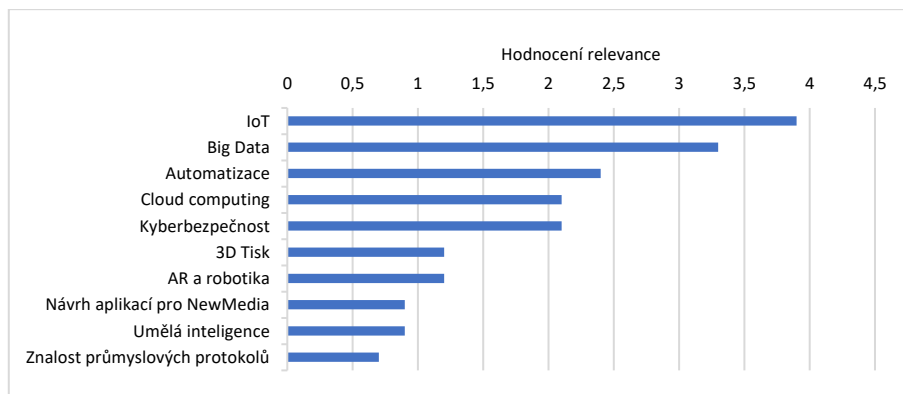
Naopak nadbytečnými či čím dál více ohroženými profesemi budou postupně zejména úředníci zadávající data, administrativní pracovníci, účetní, vybraní pracovníci ve skladech, bankovní úředníci, prodavači, manuální pracovníci ve výrobě, opraváři strojů, účetní, telemarketéři, ...

Detailně shrnuje vývoj v profesní oblasti pro léta 2018-2022 analýza Světového ekonomického fóra z roku 2018 (Obr. 69).

Stable Roles	New Roles	Redundant Roles
Managing Directors and Chief Executives	Data Analysts and Scientists*	Data Entry Clerks
General and Operations Managers*	AI and Machine Learning Specialists	Accounting, Bookkeeping and Payroll Clerks
Software and Applications Developers and Analysts*	General and Operations Managers*	Administrative and Executive Secretaries
Data Analysts and Scientists*	Big Data Specialists	Assembly and Factory Workers
Sales and Marketing Professionals*	Digital Transformation Specialists	Client Information and Customer Service Workers*
Sales Representatives, Wholesale and Manufacturing, Technical and Scientific Products	Sales and Marketing Professionals*	Business Services and Administration Managers
Human Resources Specialists	New Technology Specialists	Accountants and Auditors
Financial and Investment Advisers	Organizational Development Specialists*	Material-Recording and Stock-Keeping Clerks
Database and Network Professionals	Software and Applications Developers and Analysts*	General and Operations Managers*
Supply Chain and Logistics Specialists	Information Technology Services	Postal Service Clerks
Risk Management Specialists	Process Automation Specialists	Financial Analysts
Information Security Analysts*	Innovation Professionals	Cashiers and Ticket Clerks
Management and Organization Analysts	Information Security Analysts*	Mechanics and Machinery Repairers
Electrotechnology Engineers	Ecommerce and Social Media Specialists	Telemarketers
Organizational Development Specialists*	User Experience and Human-Machine Interaction Designers	Electronics and Telecommunications Installers and Repairers
Chemical Processing Plant Operators	Training and Development Specialists	Bank Tellers and Related Clerks
University and Higher Education Teachers	Robotics Specialists and Engineers	Car, Van and Motorcycle Drivers
Compliance Officers	People and Culture Specialists	Sales and Purchasing Agents and Brokers
Energy and Petroleum Engineers	Client Information and Customer Service Workers*	Door-To-Door Sales Workers, News and Street Vendors, and Related Workers
Robotics Specialists and Engineers	Service and Solutions Designers	Statistical, Finance and Insurance Clerks
Petroleum and Natural Gas Refining Plant Operators	Digital Marketing and Strategy Specialists	Lawyers

Obr. 69: Příklady stabilních, nových a nepotřebných pracovních pozic, všechny průmyslové oblasti [62]

Podle průzkumu z roku 2017 provedeného v italském průmyslu patří mezi nejdůležitější profese (dovednosti) specialisté na IoT, BigData. Nejmenší poptávka pak byla v roce 2017 po specialstech na umělou inteligenci nebo průmyslové protokoly (Obr. 70).

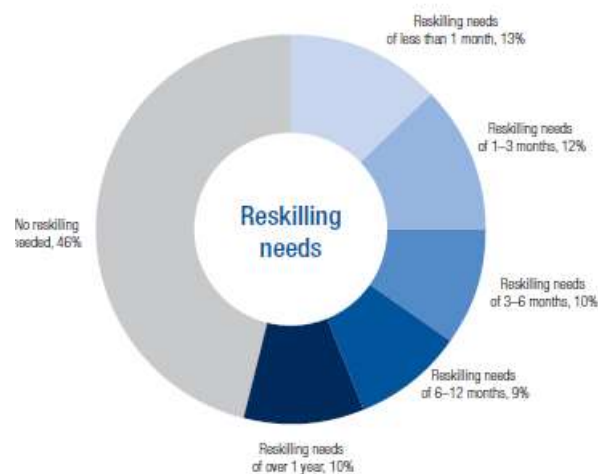


Obr. 70: Nejvíce poptávané schopnosti a profese související s Průmyslem 4.0 v Itálii pro rok 2017 [84]

2.6.5 Dovednosti

Nová či modifikovaná pracovní místa však budou často vyžadovat odlišný soubor dovedností, a proto je pro omezení nepříznivých dopadů automatizace na trh práce v budoucnu nezbytné řádné vzdělávání a odborná příprava. Z této skutečnosti vycházejí i studie analyzující změny v počtu pracovních míst na trhu práce.

Průzkum Světového ekonomického fóra předpokládá, že pouze 46 % pracovníků nebude potřebovat rekvalifikaci či školení. Zbýlých 54 % pak bude potřebovat rekvalifikaci a školení v různém rozsahu, do 3 měsíců cca 25 %, 3-6 měsíců cca 10 %, 6-12 měsíců 9 % a déle než 1 rok 10 % (Obr. 71).



Obr. 71: Očekávaná průměrná doba rekvalifikace k roku 2022 [62]

Většina společností z průzkumu pak očekává, že v souvislosti s rekvalifikací a školením zaměstnanců využije zejména svých interních útvarů (85 %) a externích společností (75 %). Nejméně pak společnosti předpokládají využití zaměstnaneckých odborů (23 %).

V rámci školení a rekvalifikací je však třeba si dávat významně pozor na to, aby pracovníci výsledně nebyli buď nedostatečně kvalifikovaní nebo překvalifikovaní. Jedná se o problém, na který dlouhodobě upozorňuje ve svých zprávách OECD. V ČR je však situace na velmi dobré úrovni, k zaměstnání nevhodného kandidáta dochází pouze ve 14 % oproti např. 37 % v Německu. Výsledkem jsou pak samozřejmě nevhodně vynaložené finanční prostředky. [85]

Přesto, že se některé profese a pozice výrazně změní, společnosti v průzkumu Světového ekonomického fóra očekávají, že průměrná stabilita dovedností – podíl základních dovedností požadovaných pro výkon práce, která zůstane stejná – bude asi 58 %, u zbylých 42 % dovedností se očekává, že dojde k podstatné změně v období 2018–2022. Jedním z důvodů je, že některé procesy se budou díky digitalizaci, automatizaci a robotizaci sbližovat, a tak již nebude nutná tak výrazná specializace. Vzhledem k tomu, že neautomatizované zůstanou zejména nerutinní činnosti, očekává se ve velké míře zejména zapojení dovedností z oblasti ICT, což by mělo výrazně přispět k jejich efektivnějšímu výkonu.

Mezi dovednosti, jejichž důležitost celkově výrazně vzroste, patří: [2,86]

Znalosti informačních a komunikačních technologií:

- Znalost informačních technologií a jejich využívání adekvátně na úrovni kvalifikační náročnosti profese, programovací myšlení;
- Schopnost používat a interagovat s počítači a chytrými zařízeními jako roboty, koncová zařízení, tablety apod.
- Pochopení, jak komunikují stroje a systémy mezi sebou, jak je zajišťována ICT bezpečnost a ochrana dat

Schopnost práce s daty:

- Schopnost zpracovat a analyzovat data a informace obdržené od strojů, schopnost analyzovat a využívat data poskytovaná moderními monitorovacími a informačními systémy;
- Pochopení vizualizovaného datového výstupu a rozhodovat na jeho základě
- Základní znalosti statistiky

Technické znalosti:

- Obecné znalosti technologií s interdisciplinárním přesahem
- Specializované znalosti o výrobních aktivitách a procesech v provozu
- Technické kompetence a technické abstraktní myšlení
- Analytické myšlení a inovační přístupy,
- Technické "know-how" o strojích umožňující starat se o jejich údržbu a další navázané činnosti

Osobní dovednosti:

- Přizpůsobivost, adaptace na měnící se podmínky
- Schopnost dělat rozhodnutí
- Schopnost pracovat v týmu
- Ochota se učit, cílevědomost, orientace na služby
- Typicky "lidské" dovednosti, jako je tvořivost, originalita, iniciativa, kritické myšlení, přesvědčování a vyjednávání, flexibilita, komplexní řešení problémů, komunikace (včetně profesní komunikace v cizím jazyce), schopnost týmové práce
- Oproti současnosti vzroste význam morálních postojů, emocionální a sociální inteligence, sebeorganizace.

Pokud jde o jednotlivé skupiny profesí ve zpracovatelském průmyslu, lze v následujících letech očekávat následující změny v požadavcích na nové znalosti a kompetence.

Specialisté v inženýrských a technických profesích budou muset být obeznámeni s širší škálou technologií, být schopni posuzovat řešení problémů či návrhy nových řešení v daleko širších souvislostech než dříve,

neboť se zvyšuje komplexita úkolů, produkce se stává variabilnější a více přizpůsobená situaci a požadavkům zákazníků/odběratelů. Budou muset být schopni projektového řízení, práce v mezioborových a mezinárodních týmech, efektivní komunikace a řešení problémů. [2]

Zvyšuje se důraz na schopnost zajišťování kvality ve všech článcích výrobního procesu, kdy je třeba zvládnout její zajišťování nejen uvnitř vlastní firmy, ale také u externích partnerů, kteří spolupracují v rámci stále četnějších sítí v dodavatelském řetězci a také ve vztahu k zákazníkům/odběratelům. Vzhledem k tomu, že užívání ICT nástrojů a systémů stále více prorůstá výrobním procesem, již nyní musí i techničtí specialisté ovládat nejen uživatelský, ale i náročnější programovací software. Pokud jde o výkon jednotlivých typů inženýrských profesí, lze očekávat následující požadavky i níže: [2]

- Produktový inženýr – znalosti jak tradičních, tak zejména nových materiálů a jejich vhodných kombinací, znalosti nových designů a simulačních nástrojů, přehled v oblasti oborové legislativy a regulací.
- Procesní inženýr – znalosti nových materiálů a s tím souvisejících výrobních procesů, znalosti mechatroniky, informačních komunikačních technologií pro využití v produkčních systémech.
- Inženýr/technik vývoje – znalosti výrobního procesu a konstrukčních vlastností výrobků, znalosti ergonomie, základní znalosti fungování dodavatelské sítě, pochopení možností technologických aplikací pro pokročilé materiály a v pokročilé výrobě, porozumění tržním trendům a schopnost reagovat na spotřebitelská očekávání.

Technické a odborné profese: [2]

- Technici 3D tisku – znalosti softwarových aplikací a hardwaru, znalosti nových materiálů, schopnost pracovat s digitalizovanou dokumentací, používat vhodné metody a techniky k tisku odlišných komponent, kontrolovat výsledky tisku a vyhodnocovat jejich shodu s požadovanými specifikacemi, schopnost mezitýmové spolupráce a řešení nestandardní situací.
- Výrobní technici – schopnost zastávat poměrně širokou škálu úkonů ve všech fázích přípravy a výroby produktu, efektivně využívat a interpretovat výrobní data a dokumentaci, připravovat, užívat a testovat high-tech zařízení, využívat pokročilé podnikové informační systémy a metody plánování a řízení projektů.
- Odborní pracovníci ve sféře odbytu – Nárůst požadavků na nejen na sociální a jazykové dovednosti ale i na ICT dovednosti pro kreativní marketing, vývoj aplikací pro e-commerce, vývoj a údržbu webů a aplikací, práci s databázemi o zákaznících a pro analýzu dat chování zákazníků.
- Pracovníci skladového hospodářství – Všechny úrovně pracovníků budou muset zvládnout práci s informačními systémy. Pracovníci na vyšších pozicích budou potřebovat schopnost analyzovat systémová data, a být schopni využívat postupy optimalizující dodavatelské toky. I od středně a nízkokvalifikovaných pracovníků ve skladech bude vyžadována dovednost práce s mobilními terminály, skladovými informačními systémy apod.

Dělnické profese: [2]

- Seřizovači, obráběči a řemeslní pracovníci budou pracovat s počítačově řízenými stroji, programovací práce budou stále více součástí úlohy seřizovače, budou také více pracovat s informačními systémy, které budou reagovat na požadavky zákazníků, práce s laserovými technologiemi nahrazujícími klasické obrábění vyžaduje nové dovednosti nejen odborné ale i pro zajištění bezpečnosti práce.

- Operátoři a pracovníci manipulace s materiálem – budou muset zvládnout IT dovednosti na uživatelské úrovni a stále je rozšiřovat o nové prvky práce, a to jak s technologicky vyspělým drahým zařízením, tak se sofistikovanými komponenty.

2.6.6 Rekvalifikace a přesun na jiná pracovní místa

V důsledku působení různých trendů jako jsou působení digitalizace, robotizace, automatizace nebo změny v demografické oblasti bude v následujících letech docházet k zásadním změnám na trhu práce. Součástí přizpůsobení se těmto změnám musí být nutně i posílení oblasti rekvalifikace jako jednoho z kritických faktorů úspěšné transformace trhu práce. Dle studie Světového ekonomického fóra však existuje málo přístupů k identifikaci a systematickému mapování realistických pracovních příležitostí pro pracovníky, kteří budou ohroženi potenciálními změnami (zejména propouštěním). Cílem této studie tedy bylo poskytnout nástroj (jeho popis), který pomůže nejenom pracovníkům, ale i vládám nebo společnostem hledat správný druh práce, na který by se pracovníci mohli přesunout – rekvalifikovat. Studie, respektive nástroj v ní prezentovaný byl sice sestavován pro trh práce USA, nicméně nemělo by být problém jej modifikovat pro jiné podmínky. [87]

Studie čerpá data ze dvou hlavních zdrojů. Z národní databáze povolání USA (The Occupational Information Network – O*NET database), která obsahuje požadované dovednosti, znalosti, schopnosti, vzdělání, školení nebo zkušenosti nutné pro výkon určité práce. A z databáze vzniklé na základě analýzy trhu práce technologickou společností Burning Glass. Jejich databáze je založená na BigData a agreguje poznatky z více než 50 mil. online pracovních pozic v USA z let 2016-2017. V databázi jsou informace o až 15 tis. dovednostech, seskupených do 550 podskupin, rozdělených na základní, specializované a softwarové dovednosti. [87]

Obě zkombinované databáze pokrývají 958 jedinečných typů pracovních míst, což pokrývá většinu pracovních míst v USA. Pracovní místa jsou kategorizována do skupin podle podobnosti. Pro každý typ práce jsou definovány klíčové požadavky jako již zmíněné dovednosti, znalosti, ... Jednotlivá zaměstnání pak mají index vzájemné podobnosti nabývající hodnoty 0-1, který určuje, jaká je uplatnitelnost na nové (druhé) pozici. Studie uvádí jako příklad pracovní místa počítačový programátor a webový vývojář – tyto pracovní místa mají index podobnosti 0,92. Naopak administrativní úředník a technik leteckého inženýrství mají index podobnosti 0,81. Hodnoty indexů jsou rozděleny do tří skupin – vysoké skóre podobnosti 1-0,9, střední skóre podobnosti 0,9-0,85 a nízké skóre 0,85-0. Výsledkem je potom matice (Obr. 72), která umožňuje hledat skupiny/pracovní místa s dostatečnou podobností. Místa s modrou barvou představují místa s určitou podobností – čím tmavší modrá barva, tím větší podobnost. [87]



Obr. 72: Matice podobnosti mezi profesemi v USA [87]

Studie se následně dále zaměřuje na analýzu počtu pracovníků USA, které by mohly jednotlivé skupiny v budoucnu pojmout v rámci rekvalifikace. Vychází přitom z předem definovaných trendů na trhu práce.

2.6.7 Změny ve formách zaměstnávání

Rozšíření využívání moderních technologií vytváří daleko širší prostor pro dohodu flexibilních forem zaměstnávání, které dosud v ČR nepatří mezi nejvyužívanější, ale nabízí velký potenciál pro budoucnost. S ohledem na probíhající situaci s COVID-19 lze očekávat, že se o jednotlivé formy bude zajímat stále více zaměstnavatelů a nabízet je ve svých podnicích. Mnohé z rozvíjejících se nových forem nejsou zatím ani definovány pracovním právem, ale mezi „tradiční“ flexibilní formy zaměstnávání patří zejména uzavírání pracovních poměrů na dobu určitou nebo kratší pracovní úvazky (tyto ukazatele lze využít i pro hodnocení celkové flexibility pracovních trhů jednotlivých zemí); k novějším např. zaměstnávání prostřednictvím agentur práce, rotace práce či sdílení pracovního místa. Samozřejmostí je, že mezi tyto nové formy patří i práce z domova, v současnosti značně propagovaná v kombinaci např. právě se sdílením pracovního místa. Díky tomu mohou podniky dosahovat stejné výkonnosti a omezit počet pracovníků v kanceláři a riziko, rozšíření nemoci v celé skupině namísto pouze třeba jednoho týmu.

Je samozřejmé, že jednotlivé formy flexibilnějšího zaměstnávání přináší výhody v různé míře na straně zaměstnanců i zaměstnavatelů. Stejně jako určité nevýhody. Hlavním problémem je ovšem to, že ze strany zaměstnavatelů často dochází k vyčleňování zaměstnanců s flexibilnějšími úvazky, kteří kromě pracovních

benefitů často nemají možnost dosáhnout v podniku na další vzdělávání a výměnu znalostí. Jestliže do budoucna je cílem vytvořit znalostní společnost a zvyšovat kompetence lidí na pracovním trhu, je potřeba se zasadit o to, aby k dalšímu vzdělávání měli přístup všichni bez rozdílu.

Dále je stručný přehled nejčastějších flexibilních forem zaměstnávání, poukazuje na jejich přínosy, nedostatky i možné zdroje ohrožení pro pracovníky. [92]

Pracovní smlouvy na dobu určitou

Pracovní smlouvy na dobu určitou jsou významným nástrojem tzv. smluvní flexibility. Jsou uzavírány typicky zejména s pracovníky, kteří vykonávají sezónní práce, dále s pracovníky, kteří získali zaměstnání prostřednictvím agentury nebo zprostředkovatelny práce a pro třetí stranu vykonávají určitý pracovní úkol, nebo také s pracovníky se smlouvami vázanými na vzdělávací a školící programy. V zemích EU-15 má regulace této formy práce dlouhodobou tradici (např. v Rakousku od roku 1811). Směrnice ES o pracovních smlouvách na dobu určitou přispěla k určité harmonizaci, nicméně rozdíly v regulaci této formy zaměstnávání jsou v jednotlivých členských zemích rozdílné. V ČR je problematika upravena zákoníkem práce.

Tato smluvní flexibilita je významným nástrojem adaptace počtu pracovníků (uvnitř podniku i z externího trhu práce) na vzniklé potřeby. Podniky tak mohou lépe reagovat na vzniklou situaci na trzích; mohou snadněji propouštět, ale také přijímat nové pracovníky. Smluvní flexibilita umožňuje zaměstnavatelům také prověřit zaměstnance z hlediska jeho kvalifikace, dovedností a schopností, které někdy není možné posoudit v průběhu tříměsíční zkušební doby.

Pracovníci na dobu určitou mají ovšem často horší pracovní podmínky a právní ochranu než pracovníci se smlouvou na dobu určitou (např. horší přístup k výcviku, nižší autonomie pracovního místa, absence benefitů).

Do budoucna by bylo žádoucí zajistit především lepší přístup pracovníků k firemnímu vzdělávání. Pracovní smlouvy na dobu určitou by neměly „izolovat“ pracovníky od přístupu k novým poznatkům, v opačném případě by to mohlo vést k dalšímu zhoršení jejich pozice na trhu práce.

Částečné pracovní úvazky

Částečné pracovní úvazky jsou významným nástrojem tzv. flexibility pracovní doby (též časová flexibilita). Ta umožňuje podnikům zajistit si vyšší míru flexibility prostřednictvím úprav a lepšího rozvržení pracovní doby a flexibilnějších platových podmínek. Jedná se zejména o práci na částečný úvazek, přesčasovou práci, práci o víkendech, proměnlivou nebo nepravidelnou pracovní dobu. Některé formy uspořádání pracovní doby budou více preferovat podniky, jiné naopak pracovníci. Například flexibilní pracovní doba, práce na částečný úvazek, předčasný nebo odložený odchod do důchodu mohou být výhodné pro obě strany.

Výhody pracovního poměru na částečné úvazky jsou flexibilita, která je výhodná zejména pro ženy, které se vrací z mateřské nebo rodičovské dovolené, pro studenty nebo pro pozvolný odchod zaměstnance do důchodu. Je tedy vhodným nástrojem harmonizace pracovního a osobního života (work-life balance). Zaměstnavateli zpravidla přináší větší produktivitu a efektivitu práce.

Mezi nevýhody patří například to, že, přestože zaměstnanci na částečných úvazcích mají formálně stejný právní status jako pracovníci na plné úvazky, nedochází k poskytování stejných benefitů jako pro kmenové zaměstnance nebo přístupu k rozvoji a vzdělávání. Zároveň může být problematické vyčlenit objem práce pro částečný úvazek, aby nedocházelo k většímu zatížení zaměstnance.

Částečné úvazky hrají důležitou roli v návratu matek na pracovní trh, proto by si zasloužily větší podporu, respektive narovnání prostředí pro jejich využívání. Hlavně v oblasti vzdělávání zaměstnanců, protože zvyšování kompetencí zaměstnanců je hlavním bodem této studie, aby v budoucnu nedocházelo k celkovému odmítnutí pracovníka na pracovním trhu.

Dočasné zaměstnávání prostřednictvím agentury práce

Agenturní zaměstnávání patří mezi tzv. trojúhelníkové pracovní vztahy, tj. jeden pracovník mezi dvěma zaměstnavateli. Jedná se o relativně novou, nicméně rychle se rozvíjející flexibilní formu zaměstnávání v rámci EU, i když podíl agenturních pracovníků je dosud relativně nízký (podle odhadů cca 2 %). Harmonizační rámec tvoří směrnice ES o agenturním zaměstnávání. Za největší problém agenturního zaměstnávání napříč EU je splnění požadavku, aby agenturní zaměstnanci měli stejné pracovní podmínky jako kmenoví zaměstnanci. Uvedená směrnice se totiž omezuje pouze na oblast BOZP. Princip stejného zacházení včetně mzdy je proto v jednotlivých zemích regulován rozdílně, zákonem nebo kolektivní smlouvou, popř. vůbec. Je nutné přesně definovat „srovnatelné pracovní podmínky“ pro agenturní a kmenové pracovníky, a to zejména v dělnických profesích, kde je situace nejvážnější. Zřejmě určitým nástrojem kultivace může být také vytvoření vhodných podmínek pro efektivní kontroly inspekce práce. V neposlední řadě by zřejmě mělo dojít ke zpřísnění podmínek zakládání a fungování agentur práce.

V České republice je agenturní zaměstnávání upraveno zákonem o zaměstnanosti. V posledních letech byl zaznamenán velký nárůst agenturního zaměstnávání; podle údajů Asociace pracovních agentur působilo na území ČR v polovině roku 2016 cca 1830 agentur práce, které každoročně zprostředkují zaměstnání cca 200 tis. osob. Přitom v předchozích letech využívaly tuto flexibilní formu zaměstnávání zejména velké globální firmy, dnes stále častěji i střední a malé podniky.

Dočasné zaměstnávání prostřednictvím agentury práce bývá tradičně využíváno především k pokrytí sezónních prací, brigád, časově omezených projektů, při doplnění počtu kmenových pracovníků v případě větších zakázek apod., protože tato forma zaměstnávání splňuje požadavek zaměstnavatelů na flexibilitu a snížení administrativních nákladů (zejm. v oblasti personalistiky a mzdového účetnictví). Umožňuje jim pružně najímat pracovníky dle aktuální potřeby s rychlým nástupem.

Podstatnou nevýhodou pro zaměstnance jsou zpravidla horší podmínky, než mají kmenoví pracovníci, a to zpravidla ve všech směrech – ochrana pracovního místa, mzdová úroveň, přístup k firemnímu vzdělávání, minimální bezpečnost práce atd. Ve většině případů lze charakter práce agenturních pracovníků označit za nejistý. Další podstatnou nevýhodou je nízká vymahatelnost zajištění stejných podmínek pro agenturní pracovníky. Problémem se mohou stát agenturní pracovníci ovšem i pro podnik, kvůli tomu, že mohou mít menší motivaci, následně nižší produktivitu a ovlivnění celkového pracovního prostředí v podniku.

Práce z domova

Práce z domova (home working) má v rámci EU dlouhodobou tradici. Rozvoj moderních technologií však významně rozšířil používání této formy zaměstnávání o tzv. teleworking. Právní regulace home workingu se v jednotlivých zemích EU liší. V některých zemích je tato forma zaměstnávání upravena v rámci pracovního práva (např. v Řecku, Polsku, Portugalsku), ale např. ve skandinávských zemích v kolektivních smlouvách národní úrovně. Také právní status zaměstnanců vykonávajících práci z domova je rozdílný. Zpravidla je práce z domova vykonávána na základě standardního pracovního poměru, ale některé země (např. Německo nebo Velká Británie) umožňují výkon home workingu také jako samostatnou výdělečnou činnost.

V ČR upravuje práci z domova zákoník práce a je vykonávána na základě standardního pracovního poměru.

U home workingu vykonává zaměstnanec práci z domova až z 90 %. Ještě před několika lety využívaly tuto formu zaměstnávání především ženy na mateřské dovolené nebo v předdůchodovém věku, popř. osoby se zdravotním postižením. Dnes je home working hojně využíván u řady profesí, jako jsou například grafici, programátoři, překladatelé, obchodní zástupci, pojišťovací agenti, účetní atd.

Zaměstnavateli přináší tato forma zaměstnávání menší náklady na pracovníka (např. ve formě úspory na provoz kanceláře), ale také zpravidla spokojenějšího pracovníka, a tedy nárůst produktivity práce. Také pro zaměstnance tento přístup přináší řadu výhod, především možnost flexibilního plánování času, úsporu nákladů na cestu do zaměstnání včetně úspory času, možnost lepšího sladění pracovního a osobního života.

Na straně zaměstnavatele představuje hlavní nevýhodu práce z domova ztráta plné kontroly nad pracovním výkonem zaměstnance a také jeho náročnější motivace, popř. možné navýšení nákladů na IT a telekomunikační nástroje a služby. Pro zaměstnance je home working spojen zejména s náklady na vlastní pracovní vybavení (které ale může poskytovat zaměstnavatel jako pracovní bonus, ovšem otázkou poté je, jestli se tedy ještě o bonus jedná) a nevýhodou je také omezení sociálních kontaktů, zejména s kolegy na pracovišti. Problémem se může ovšem stát i předešlý bod o sladění pracovního a osobního života, kdy může docházet k prolínání těchto rovin a vzájemnému ovlivňování – zhoršení produktivity, zhoršení vzájemných vztahů.

Rozšíření nových flexibilních forem zaměstnávání

Kromě výše uvedených, v současnosti již zaběhlých a zákonem většinou ošetřených flexibilních forem zaměstnávání se na trzích práce objevuje řada nových přístupů k zaměstnávání, jejichž jejich realizace zatím závisí většinou na dohodě zaměstnavatele se zaměstnancem.

Studie Eurofoundu identifikovala deset forem zaměstnávání, které se od roku 2010 nově objevily nebo získaly v zemích EU na významu [93]:

- Sdílení zaměstnanců (employee sharing) – skupina zaměstnavatelů si společně najme jednoho pracovníka, aby pokryl personální potřeby různých společností; pracovníkovi tak vznikne plný pracovní úvazek.
- Sdílení pracovního místa (job sharing) – zaměstnavatel přijme dva nebo více zaměstnanců, aby společně zastávali konkrétní pracovní místo; dva nebo více částečných úvazků se spojí do jednoho.
- Dočasné řízení (interim management) – vysoce kvalifikovaní odborníci jsou přijati na dobu určitou, aby řídili konkrétní projekt nebo vyřešili konkrétní problém; dochází tak k integraci externích řídicích kapacit v rámci organizace práce.
- Příležitostná práce (casual work) – zaměstnavatel není povinen zaměstnanci pravidelně poskytovat práci, ale má možnost povolát ho podle potřeby.
- Mobilní práce založená na informačních a komunikačních technologiích (ICT-based mobile work) – zaměstnanci mohou svou práci vykonávat za podpory moderních technologií z jakéhokoli místa a v libovolnou dobu.
- Práce založená na poukázkách (voucher-based work) – pracovní poměr je založen na platbě za služby pomocí voucheru, který je zakoupen u oprávněné organizace a zahrnuje mzdu i příspěvky na sociální zabezpečení. Tento typ zaměstnání je používán především v rychle rostoucím Sektoru služeb pro domácnost v zemích západní Evropy.

- Portfoliová práce (portfolio work) – taková práce, kdy osoba samostatně výdělečně činná (OSVČ) vykonává práce menšího rozsahu pro velký počet klientů.
- Skupinové zaměstnání (crowd employment) – zaměstnavatelé hledají zaměstnance a pracovníci hledají zaměstnání pomocí on-line platformy, přitom často dochází k rozdělování velkých úkolů mezi „virtuální skupinu“ pracovníků.
- Zaměstnání založené na spolupráci (collaborative employment) – jde především o spolupráci nezávislých pracovníků, OSVČ nebo mikropodniků, aby překonali omezení plynoucí z jejich velikosti a profesní izolace.

Nové formy zaměstnávání jsou také spojeny s novými dopady na pracovní trhy, které zatím nebyly podrobněji prozkoumány. Nicméně již dnes lze vysledovat určité charakteristiky:

- Sdílení pracovního místa, sdílení zaměstnanců a dočasné řízení poskytují pracovníkům dobrou úroveň jistoty zaměstnání a současně větší flexibilitu.
- Práce vykonávaná prostřednictvím ICT nezávisle na místě a výkonu práce poskytuje vysokou míru flexibility, větší autonomii, ovšem s rizikem vyšší intenzity práce, většího stresu a stírání hranic mezi pracovním a soukromým životem.
- Portfoliová práce, skupinové zaměstnání a zaměstnání založené na spolupráci umožňují vysokou míru diverzifikace, a tedy obohacení práce, ta se tak stává zajímavější a více motivující.
- Práce založená na voucherech je spojena s vyšší nejistotou zaměstnání, omezeným přístupem ke kariérnímu růstu, s určitou profesní a sociální izolací, nicméně umožňuje pracovat legálně (nikoli v neformální zóně).

Důležité je si uvědomit, že současný vývoj, kdy dochází k ústupu od pracovního poměru na dobu neurčitou k flexibilnějším variantám zaměstnávání sebou nesou na druhou stranu riziko vyvažující právě získanou flexibilitu. To riziko pak nese většinou zaměstnanec, který nese riziko větší nejistoty.

2.6.8 Nedostatek pracovníků s vyšším vzděláním

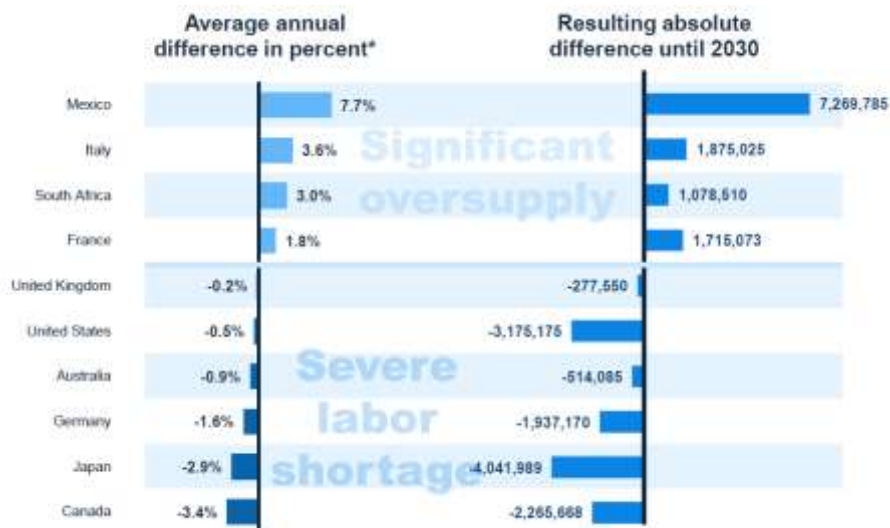
Rozvoj, zavádění a využívání moderních technologií vyžaduje dostatek pracovníků s odpovídajícím vzděláním, zatímco potřeba méně vzdělaných a kvalifikovaných pracovníků klesá. Nedostatek kvalifikovaných pracovníků je možné řešit rekvalifikací či školením, nicméně toto řešení není vždy možné či dostatečné. Vzhledem k tomu, že úprava vzdělávacích systémů je časově náročná, je třeba potenciální změnu připravovat s co největším předstihem a s ohledem na očekávaný budoucí vývoj.

Právě analýzou nedostatku či nadbytku pracovníků s vyšším vzděláním do roku 2030 se zabýval statistický portál Statista, a to zejména na základě údajů od Mezinárodní organizace práce, demografických údajů, míry absolventů a rostoucího počtu penzistů. [88]

Analýza očekává celosvětově nárůst podílu pracovníků s vysokým vzděláním (manažeři a specialisté) a to ze 14 % v roce 2019 na 17 % v roce 2030 a středně vzdělaných pracovníků, pracovníků s odborným výcvikem (technici, obchodníci, řemeslníci, ...) z 41 % v roce 2019 na 43 % v roce 2030. Naopak se očekává významnější pokles nejméně vzdělaných (operátoři výroby, zemědělci, ...) a to z 45 % v roce 2019 na 39 % v roce 2030. Pokud bychom se podívali na situaci EU28, tak zde se očekává zejména nárůst počtu zaměstnanců s vysokým vzděláním o 3 % na 29 % a pokles těch s nízkým vzděláním o 3 % na 17 %.

Zcela logicky různě rozvinuté ekonomiky potřebují různý počet kvalifikovaných odborníků. Při pohledu na situaci je pro nás důležitá zejména informace, že se zásadním nedostatkem kvalifikovaných pracovníků se bude potýkat Německo. Do roku 2030 se předpokládá absolutní nedostatek vzdělaných pracovníků ve výši

1,95 mil. absolventů, což je průměrný roční nedostatek přibližně 1,6 % (Obr. 73). Vzhledem k tomu, že česká pracovní síla stále ještě pořád patří k levnějším a naše země sousedí s Německem, dává tato skutečnost tušit potenciální problémy pro ČR spojené s odchodem našich vzdělaných pracovníků, kterých je již nyní v některých oblastech nedostatek. Naopak v Itálii a Francii se předpokládá přebytek vzdělané pracovní síly. Mimo Evropu se pak bude s výrazným nedostatkem potýkat Japonsko a USA. Reálnou situaci ve světě ukazuje následující graf (Obr. 73).



Obr. 73: Roční a kumulativní vývoj počtu absolventů vysokých škol do roku 2030 [88]

V případě, že bychom neuvažovali potřebu vzdělaných pracovníků vyvolanou rozvojem, zaváděním a využíváním moderních technologií a další vlivy, ale pouze rozdíl mezi čerstvými absolventy a novými penzisty, tak zjistíme, že v Německu se jedná o nižší nedostatek, přibližně 0,7 mil (Obr. 74). Zároveň jsme díky tomu schopni určit, že potřeba vyvolaná právě ostatními vlivy představuje cca 1,2 mil. absolventů. Nedostatek by měl v Německu nastat přibližně po roce 2022. [88]



Obr. 74: Kumulativní počet absolventů a nových penzistů do roku 2030 [88]

Závěr a doporučení

Nacházíme se v období čtvrté průmyslové revoluce, která přináší do našich osobních i pracovních životů změny. Významně se mění celé zákaznické prostředí. Zákazníkovi již často nestačí běžný produkt dodaný během pár dnů. Chce produkt „na míru“, „hned“, „za rozumnou cenu“. Ve snaze zaměřit se na zákazníka a plnit jeho potřeby, přání a požadavky pak dochází ke změnám v interním řízení podniků, které se např. zaměřuje na procesní řízení a větší provázanost jednotlivých částí podniku ve snaze vytvořit výkonnější a efektivnější organizaci. Rovněž v této souvislosti dochází k větší integraci dodavatelsko-odběratelských vztahů. Avšak aby byla realizace všech změn v podnikovém řízení úspěšná, neobejde se bez využití moderních technologií. V podstatě ve všech sektorech ekonomiky se postupně čím dál více prosazuje obecně digitalizace, automatizace a robotizace. Roste využívání moderních technologií jako jsou moderní SW nástroje, internet věcí, cloud computing, BigData a jejich analýza, umělá inteligence nebo např. aditivní výroba. Změny, které čtvrtá průmyslová revoluce přináší jsou tedy zásadní. Je velmi obtížné je předpovídat, ale je nutné se na ně připravit. S jistotou totiž můžeme říct, že významně ovlivní naše pracovní i osobní životy. V rámci současné situace s COVID se efekt v oblasti pracovních životů dostaví možná později – to je hlavně otázkou budoucího vývoje a hodnocení, ke kterým dospějí podniky, ale v osobních životech se řada z nás již musela začít přizpůsobovat právě teď.

Po období, kdy se objevovalo mnoho studií předpovídajících pesimistický vývoj na trhu práce v důsledku digitalizace, automatizace a robotizace postupně přicházejí studie optimističtější. Dnes se již nepředpokládá hromadné nahrazování pracovní síly roboty, ale v krátkodobém až střednědobém horizontu posílení práce lidí prací strojů a počítačů. K velké části automatizace totiž dochází na úrovni úkolů, nikoliv na úrovni celých pracovních pozic či profesí. Díky odstranění rutinních úkolů pak bude moci být lépe využit lidský potenciál, díky čemuž se zvýší produktivita a tím i konkurenceschopnost. U nejvíce ohrožených pozic/činností, kam patří např. ruční zápis nebo zpracování dat se odhaduje, že by práce stroje/počítače mohla mít do roku 2022 podíl až 62 %. U nejméně ohrožených pozic/činností jako je rozhodování a argumentace pouze 28 %.

Snahou studií je rovněž kvantifikovat jak možné úspory počtu pracovníků, redukci pracovních pozic nebo pracovní místa ohrožená automatizací, tak kvantifikovat počet nových pracovních míst, které vzniknou v důsledku vyšší poptávky po nových produktech, vyšší produktivitě práce či nedostatku kvalifikovaných odborníků na nové technologie. Předpokládá se, že v zemích OECD je významně ohroženo automatizací 14 % míst a 32 % míst může být významně ovlivněno. ČR je mírně nad průměrem OECD a při přepočtu na pracovní místa se jedná o cca 780 tis. míst, respektive 1 560 tis. míst. Nejhuře by byla v ČR postižena střední Morava. Existují však i pesimističtější odhady, např. studie PwC, která odhaduje, že ohroženo by mohlo být ve třech různých vlnách dle typu automatizace až 39 % pracovních míst v ČR do roku cca 2040. Důvodem je zejména značný podíl zpracovatelského průmyslu. Obecně jsou nejvíce ohroženi samozřejmě lidé v nízkopříjmové skupině, cca 20 %, 18 % lidí ve skupině se středními příjmy a 11 % lidí s nejvyššími příjmy (průměr OECD, ČR lehce pod průměrem).

Byť samozřejmě záleží na celkovém vývoji mnoha faktorů, spíše se neočekává, že by pracovníci přece jen propuštění v důsledku automatizace, zůstali ve velké míře bez práce a když, tak pouze krátkodobě. Tři analyzované studie (od Světového ekonomického fóra, poradenské společnosti McKinsey&Company a poradenské společnosti BCG), které se zabývaly jak úbytkem pracovních míst v důsledku automatizace, tak nárůstem nových pracovních míst, předpokládají, že vznikne více nových míst, než zanikne. Důvodů je několik. Nové technologie generují i nová pracovní místa, a to jak v rámci svého vlastního rozvoje a výroby, tak v sektorech, kde se výsledně využívají, protože vyžadují odborníky např. na jejich zavádění, práci s nimi

či jejich servis. Nově zavedené technologie by pak měly podpořit růst produktivity, což by mimo jiné znamenalo růst ekonomiky a tím pádem i vznik nových dodatečných pracovních míst s tímto růstem spojených. V neposlední řadě se pak propuštění pracovníci budou přesouvat do sektoru služeb, který u vyspělých ekonomik převažuje, protože lidé s rostoucími příjmy více utrácejí za služby. Zatímco studie Světového ekonomického fóra předpokládá, že by mohlo do roku 2022 vzniknout celosvětově 135 mil. nových míst a zaniknout 75 mil. Studie poradenské společnosti McKinsey&Company pak předpokládá, že rozdíl mezi novými a zaniklými místy by mohl být celosvětově až 250 mil. ve prospěch nových do roku 2030.

Mezi nové profese a pracovní místa budou patřit ty, které se zaměřují na rozvoj a implementaci moderních technologií, a ty, které se zaměřují na jejich využívání v praxi. Jedná se např. o vývojáře SW nebo aplikací, specialisty na umělou inteligenci a strojové učení. S ohledem na rozvoj e-commerce budou potřeba např. specialisté na digitální marketing a strategii, sociální média, odborníci pro vzdálenou podporu pro své produkty. Podniky předpokládají větší potřebu specialistů zaměřených na BigData, na datovou analýzu, specialisty na databáze nebo na tvorbu, zpracování a vizualizaci dat. S rozvojem nových výrobních technologií roste dále potřeba pracovníků se zaměřením na inovace, ovládání a nastavování těchto technologií nebo obecně pracovníků zaměřených na transformaci podniků ve směru k využití těchto technologií. Naopak nadbytečnými či ohroženými profesemi budou postupně zejména úředníci zadávající data, administrativní pracovníci, účetní, vybraní pracovníci ve skladech, bankovní úředníci, prodavači, manuální pracovníci, účetní, telemarketéři, ... K výkonu nových profesí/pracovních míst pak budou samozřejmě potřeba nové dovednosti: obecně práce s ICT, práce s daty, nové technické znalosti a osobní dovednosti.

Na předpokládané nadcházející změny na trhu práce je třeba nahlížet s respektem, nikoliv s přemírou obavy nebo přemírou optimismu. Zejména je však nutné se na tyto změny s co největším předstihem a v rámci možností připravit. Kdo je připraven, není překvapen! Při přípravě na tyto změny je velmi důležitá spolupráce všech subjektů na trhu práce – státu, zaměstnavatelů, odborových organizací – a to na všech úrovních. Rovněž je však nutná i spolupráce, vlastní iniciativa a otevřený přístup samotných zaměstnanců. V souvislosti s nadcházejícími změnami je pak třeba se zaměřit na:

- Vstřícnou a otevřenou spolupráci všech subjektů, které jsou těmito změnami ovlivněny.
- Vysvětlení a komunikaci charakteru, důležitosti a zejména nevyhnutelnosti změn ve směru k zaměstnancům a všem subjektům obecně. Všichni musí vědět proč ...
- Analýzy, které by aktuálně a detailněji ukázaly, jak se budou vyvíjet počty nových a zrušených míst v jednotlivých regionech, sektorech ekonomiky, profesích a celkově.
- Tvorbu nástroje, který by v podmínkách ČR dokázal co nejlépe pomoci zaměstnancům ohroženým digitalizací, automatizací a robotizací, jejich zaměstnavatelům a dalším subjektům pomoci najít co nejvhodnější profese pro rekvalifikaci.
- Vytváření a úpravu vzdělávacích a rekvalifikačních programů a kurzů se zacílením na nové technologie.
- Motivaci všech k dalšímu vzdělávání a studiu.
- Vytvoření vhodných podmínek pro další vzdělávání a studium zejména pro zaměstnance spadající do nejvíce ohrožené nízkopříjmové skupiny a obecně ohrožených skupin (mladí, nad 55 let, ženy, ...).

- Připravit se s předstihem na potenciální odliv většího počtu absolventů do Německa v důsledku možného tamního nedostatku absolventů. Průzkumy dlouhodobě ukazují, že vysoká mzda není vše. Důležitá je v této souvislosti otevřenost novým trendům při nastavování pracovních podmínek (např. částečná práce z domova), prostor k tvořivosti a kreativitě atp.

Pamatujme na to, že význam čtvrté průmyslové revoluce, a to, jak jsme v jejím průběhu uspěli, jak jsme ji využili ve svůj prospěch a v prospěch lidstva však budeme schopni pochopit až při pohledu zpět.

Seznam zdrojů

1. ZAVORAL, Petr. Druhý věk strojů, třetí platforma aneb čtvrtá průmyslová revoluce. *ICT revue: Průvodce manažera informačními a komunikačními technologiemi*. 2016, **2016** (březen), 4-7.
2. ČVUT V PRAZE, UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE, NÁRODNÍ VZDĚLÁVACÍ FOND, ASOCIACE MALÝCH A STŘEDNÍCH PODNIKŮ A ŽIVNOSTNÍKŮ ČR, JIHOČESKÁ HOSPODÁŘSKÁ KOMORA. *Kvantitativní a kvalitativní požadavky českého zpracovatelského průmyslu na pracovní sílu v měnících se podmínkách průmyslu 4.0: Výstup V7 v rámci projektu: Řízená migrace se zvláštním zaměřením na Ukrajinu jako nástroj pro snížení deficitu pracovní síly a zvýšení konkurenceschopnosti*. Praha, Listopad 2019.
3. ALMQUIST, Eric, John SENIOR a Nicolas BLOCH. The Elements of Value. *Harvard Business Review*. 2016. Dostupné také z: <https://hbr.org/2016/09/the-elements-of-value>
4. PWC. *Five trends transforming the Automotive Industry*. 2018. Dostupné také z: https://www.pwc.at/de/publikationen/branchen-und-wirtschaftsstudien/eascy-five-trends-transforming-the-automotive-industry_2018.pdf
5. PWC. *Global Digital Operations Study 2018: Digital Champions*. 2018. Dostupné také z: <https://www.strategyand.pwc.com/media/file/Industry4.0.pdf>
6. MARR, Bernard. *How Blockchain Will Transform The Supply Chain And Logistics Industry*. 2018. Dostupné také z: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/03/23/how-blockchain-will-transform-the-supply-chain-and-logistics-industry/#6cd1371b5fec>
7. Various sources. (2017). *Industrial IoT adoption worldwide as of 2017, by industry*. Statista. Statista Inc.. Accessed: 2020. <https://www.statista.com/statistics/797392/industrial-iot-adoption-worldwide-by-industry/>
8. PwC. (2018). *Importance of, confidence in, and investment plan for Internet-of-Things (IoT) in organizations worldwide as of 2018, by industry*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 22, 2020. <https://www.statista.com/statistics/945058/worldwide-iot-importance-digital-trust-industry/>
9. Gartner. (2019). *Enterprise and automotive Internet of Things (IoT) endpoint market installed base worldwide from 2018 to 2020, by segment (in billion units)*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 22, 2020. <https://www.statista.com/statistics/1044596/iot-endpoint-installed-base-by-segment-worldwide/>
10. Strategy Analytics. (2019). *Number of internet of things (IoT) connected devices worldwide in 2018, 2025 and 2030 (in billions)*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 22, 2020. <https://www.statista.com/statistics/802690/worldwide-connected-devices-by-access-technology/>
11. IDC. (2019). *Prognosis of worldwide spending on the Internet of Things (IoT) from 2018 to 2023 (in billion U.S. dollars)*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 22, 2020. <https://www.statista.com/statistics/668996/worldwide-expenditures-for-the-internet-of-things/>
12. Statista. (2020). *Industrial Internet of Things (IIoT) market size worldwide from 2017 to 2025*, by region (in billion U.S. dollars)*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 22, 2020. <https://www.statista.com/statistics/1102164/global-industrial-internet-of-things-market-size/>
13. IHS. (June 30, 2019). *Number of LPWAN connections by technology worldwide from 2017 to 2023 (in millions) [Graph]*. In Statista. Retrieved July 22, 2020, from <https://www.statista.com/statistics/880822/lpwan-ic-market-share-by-technology/>

14. IDC, Statista. (2019). *Data volume of internet of things (IoT) connections worldwide in 2018 and 2025 (in zettabytes)*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 22, 2020. <https://www.statista.com/statistics/1017863/worldwide-iot-connected-devices-data-size/>
15. Bundesnetzagentur. (2019). *Number of regular UMTS and LTE users in Germany from 2005 to 2018 (in millions)*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 27, 2020. <https://www.statista.com/statistics/463672/umts-and-lte-number-of-users-germany/>
16. VATM. (2019). *Average monthly data volume per mobile internet subscription* in Germany from 2009 to 2019 (in megabytes)*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 27, 2020. <https://www.statista.com/statistics/469121/mobile-internet-monthly-data-volume-per-user-germany/>
17. VATM. (2019). *Data volume development in stationary broadband internet traffic via landline in Germany from 2001 to 2019 (in billion gigabytes per year)*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 27, 2020. <https://www.statista.com/statistics/461725/broadband-internet-traffic-data-volume-germany/>
18. COUGHLIN, Tom. IDG. 175 Zettabytes By 2025. 2018. Dostupné také z: <https://www.forbes.com/sites/tomcoughlin/2018/11/27/175-zettabytes-by-2025/#607a555a5459>
19. CONDON, Stephanie. *By 2025, nearly 30 percent of data generated will be real-time, IDC says*. 2018. Dostupné také z: <https://www.zdnet.com/article/by-2025-nearly-30-percent-of-data-generated-will-be-real-time-idc-says/>
20. IDG. *Data & Analytics Survey*. 2016. Dostupné také z: https://cdn2.hubspot.net/hubfs/1624046/IDGE_Data_Analysis_2016_final.pdf?t=1496694598964
21. GOASDUFF, Laurence. *Top Trends on the Gartner Hype Cycle for Artificial Intelligence, 2019*. 2019. Dostupné také z: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/top-trends-on-the-gartner-hype-cycle-for-artificial-intelligence-2019/>
22. SLOUKA, David. *AI vs ML: co je umělá inteligence a co strojové učení?*. 2019. Dostupné také z: <https://aiworld.cz/umela-inteligence/ai-vs-ml-co-je-umela-inteligence-a-co-strojove-uceni-288>
23. STATISTA. *In-depth: Industry 4.0 2019*. 2019. Dostupné také z: <https://www.statista.com/study/66974/in-depth-industry-40/>
24. Statista. (2020). *Market size and revenue comparison for artificial intelligence worldwide from 2015 to 2025 (in billion U.S. dollars)*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 23, 2020. <https://www.statista.com/statistics/941835/artificial-intelligence-market-size-revenue-comparisons/>
25. Tractica. (September 21, 2017). *Cumulative revenue of top 10 use cases/segments of artificial intelligence (AI) market worldwide, between 2016 and 2025 (in million U.S. dollars) [Graph]*. In Statista. Retrieved July 23, 2020, from <https://www.statista.com/statistics/607835/worldwide-artificial-intelligence-market-leading-use-cases/>
26. The Innovation Group. (2019). *To what extent have you adopted artificial intelligence (AI) for your company's digital transformation?*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 23, 2020. <https://www.statista.com/statistics/1079975/ai-implementation-for-digital-transformation-italy/>
27. The Innovation Group. (2019). *How long have you been using artificial intelligence (AI) in your business?*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 23, 2020. <https://www.statista.com/statistics/1079976/ai-implementation-by-length-of-time-italy/>

28. MM SPEKTRUM. *Prediktivní údržba - cesta ke snížení nákladů*. 2012. Dostupné také z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/prediktivni-udrzba-cesta-ke-snizeni-nakladu.html>
29. IoT Analytics. (2019). *Projected size of the global predictive maintenance market between 2018 and 2024 (in billion U.S. dollars)*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 23, 2020. <https://www.statista.com/statistics/748080/global-predictive-maintenance-market-size/>
30. EUROSTAT. *Cloud computing - statistics on the use by enterprises*. 2018. Dostupné také z: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Cloud_computing_statistics_on_the_use_by_enterprises#Enterprises_using_cloud_computing
31. IDC. (2020). *Annual spending on cloud IT infrastructure worldwide from 2013 to 2023 (in billion U.S. dollars)*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 23, 2020. <https://www.statista.com/statistics/503686/worldwide-cloud-it-infrastructure-market-spending/>
32. Statista. (2020). *Worldwide information technology (IT) infrastructure spending breakdown (by value) from 2014 to 2024, by deployment type***. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 23, 2020. <https://www.statista.com/statistics/486586/it-infrastructure-spending-forecast-by-type/>
33. Statista. (2019). *Cloud services market revenue in Czechia from 2016 to 2021, by segment (in million U.S. Dollars)**. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 22, 2020. <https://www.statista.com/forecasts/963990/cloud-services-revenue-segment-in-czechia>
34. 451 Research. (2019). *Drivers of Internet of Things (IoT) spending worldwide as of 2019*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 22, 2020. <https://www.statista.com/statistics/1079622/iot-spending-drivers-worldwide/>
35. BCG. *Embracing Industry 4.0 and Rediscovering Growth*. 2018. Dostupné také z: <https://www.bcg.com/capabilities/operations/embracing-industry-4.0-rediscovering-growth>
36. Canalys. (2019). *Spending on cybersecurity worldwide in 2017, 2018 and 2020 (in billion U.S. dollars)*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 22, 2020. <https://www.statista.com/statistics/991304/worldwide-cybersecurity-spending/>
37. IHS. (2017). *Market forecast for industrial cybersecurity hardware, software, and services worldwide, in 2017 and 2020 (in billion U.S. dollars)*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 22, 2020. <https://www.statista.com/statistics/748760/worldwide-industrial-cybersecurity-market/>
38. Gartner. (2020). *Information technology (IT) spending on enterprise software worldwide, from 2009 to 2021 (in billion U.S. dollars)*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 27, 2020. <https://www.statista.com/statistics/203428/total-enterprise-software-revenue-forecast/>
39. TrustRadius. (2020). *What are businesses reducing software spend on?*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 27, 2020. <https://www.statista.com/statistics/1116820/business-software-spending-covid19-decrease/>
40. KMS. (2017). *Forecasted business and government spending on IT consulting and systems integration equipment from 2013 to 2017, by segment (in billion U.S. dollars)*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 27, 2020. <https://www.statista.com/statistics/292212/global-spending-it-consulting-and-system-integration-equipment-worldwide/>
41. Ark Invest. (2019). *Average cost of industrial robots in selected years from 2005 to 2017 with a forecast for 2025 (in U.S. dollars)*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 24, 2020. <https://www.statista.com/statistics/1120530/average-cost-of-industrial-robots/>
42. IFR. (2019). *Worldwide industrial robot unit shipments* from 2004 to 2022 (in 1,000s)*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 22, 2020. <https://www.statista.com/statistics/946988/industrial-robots-global-supply/>

43. IFR. (2019). *Worldwide operational stock of industrial robots from 2009 to 2022 (in 1,000 units)*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 22, 2020. <https://www.statista.com/statistics/947017/industrial-robots-global-operational-stock/>
44. Statista. (2019). *Share of traditional and collaborative robot unit sales worldwide from 2017 to 2021*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 22, 2020. <https://www.statista.com/statistics/1018935/traditional-and-collaborative-robotics-share-worldwide/>
45. IFR. (2019). *Manufacturing industry-related robot density in selected countries worldwide in 2018 (in units per 10,000 employees)*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 24, 2020. <https://www.statista.com/statistics/911938/industrial-robot-density-by-country/>
46. IFR. *Executive Summary World Robotics 2019 Industrial Robots*. 2019. Dostupné také z: <https://ifr.org/downloads/press2018/Executive%20Summary%20WR%202019%20Industrial%20Robots.pdf>
47. IFR. *IFR Press Conference*. 2019. Dostupné také z: <https://ifr.org/downloads/press2018/IFR%20World%20Robotics%20Presentation%20-%2018%20Sept%202019.pdf>
48. HfS Research . (January 23, 2020). *Robotic process automation (RPA) market revenues worldwide from 2017 to 2023 (in billion U.S. dollars) [Graph]*. In Statista. Retrieved July 24, 2020, from <https://www.statista.com/statistics/740440/worldwide-robotic-process-automation-market-size/>
49. HfS Research . (2020). *Adoption rate of intelligent automation (IA) technologies in organizations worldwide in 2019**. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 24, 2020. <https://www.statista.com/statistics/1114893/adoption-rate-intelligent-automation-organizations/>
50. Website. (2018). *Global additive manufacturing system deployments as of 2017, by use*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 24, 2020. <https://www.statista.com/statistics/287609/global-spending-on-additive-manufacturing-systems-by-application/>
51. PwC. (2018). *Additive manufacturing market potential in leading industry sectors between 2015 and 2030 (in million U.S. dollars)*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 24, 2020. <https://www.statista.com/statistics/287610/global-spending-on-additive-manufacturing-systems-by-sector/>
52. Sculpteo. (June 2, 2020). *What is your top focus related to 3D printing in 2020? [Graph]*. In Statista. Retrieved July 24, 2020, from <https://www.statista.com/statistics/559749/worldwide-survey-3d-printing-top-priorities/>
53. EY. *3D tisk v českém výrobním prostředí*. 2017. Dostupné také z: [https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/3D_print_infosheet/\\$FILE/16679_EYcr%20Brozura%203D%20tisk%2004_17%2004.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/3D_print_infosheet/$FILE/16679_EYcr%20Brozura%203D%20tisk%2004_17%2004.pdf)
54. STATISTA. *In-depth: Industry 4.0*. 2019. 2019. Dostupné také z: <https://www.statista.com/study/66974/in-depth-industry-40/>
55. GARTNER. *Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies 2017*. 2017. Dostupné také z: https://www.researchgate.net/figure/Gartner-Hype-Cycle-for-Emerging-Technologies-2017-C-Gartner-6_fig1_324137011
56. IDC. (2019). *Forecast augmented (AR) and virtual reality (VR) market size worldwide from 2016 to 2020 (in billion U.S. dollars)*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 23, 2020. <https://www.statista.com/statistics/591181/global-augmented-virtual-reality-market-size/>

57. IDC. (2019). *Forecast share of augmented and virtual reality (AR/VR) spending worldwide in 2020, by segment*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 24, 2020. <https://www.statista.com/statistics/737587/ar-vr-spending-share-worldwide-by-segment/>
58. CCS Insight. (2019). *Virtual (VR) and augmented reality (AR) device shipments worldwide from 2015 to 2023 (in million units), by product type*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 23, 2020. <https://www.statista.com/statistics/1055434/worldwide-vr-ar-device-shipments-by-product-type/>
59. Spiceworks. (2019). *Adoption of information technology (IT) trends, current and planned, in organizations in North America and Europe, as of 2019*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 22, 2020. <https://www.statista.com/statistics/544806/north-america-emea-survey-it-technology-trend-adoption/>
60. UNITED NATIONS. *World Population Prospects: The 2017 Revision*. 2018. Dostupné také z: <https://doi.org/10.1787/888933927818>
61. OECD. *OECD Employment Outlook 2019*. 2019. Dostupné také z: https://www.oecd-ilibrary.org/employment/the-decline-of-the-manufacturing-sector_cc51a592-en
62. WEF. *The Future of Jobs Report 2018*. 2018. Dostupné také z: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf
63. CHMELÁŘ, A. a kol. *Dopady digitalizace na trh práce v ČR a EU*. Úřad vlády ČR. Praha, 2015.
64. TECHNOLOGICKÉ CENTRUM AV ČR, CENTRUM UMĚLÉ INTELIGENCE FEL ČVUT, ÚSTAV STÁTU A PRÁVA AV ČR, V. V. I. *Výzkum potenciálu rozvoje umělé inteligence v České republice*. 2018. Dostupné také z: <https://www.vlada.cz/assets/evropske-zalezitosti/aktualne/AI-souhrnna-zprava-2018.pdf>
65. OECD. *OECD Employment Outlook 2019*. 2019. Dostupné také z: https://www.oecd-ilibrary.org/employment/the-decline-of-the-manufacturing-sector_cc51a592-en
66. OECD (2018), *Job Creation and Local Economic Development 2018: Preparing for the Future of Work*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264305342-en>.
67. PWC. *Will robots really steal our jobs?*. 2018. Dostupné také z: https://www.pwc.com/hu/hu/kiadvanyok/assets/pdf/impact_of_automation_on_jobs.pdf
68. STATISTA. *Low-Income Jobs at Highest Risk of Automation*. 2019. Dostupné také z: <https://www.statista.com/chart/18114/share-of-jobs-at-risk-of-automation/>
69. OECD. *OECD Economic Outlook, Volume 2019 Issue 1*. 2019. Dostupné také z: https://www.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-economic-outlook-volume-2019-issue-1_b2e897b0-en
70. BCG. *Advanced Robotics in the Factory of the Future*. 2019. Dostupné také z: <https://www.bcg.com/de-de/publications/2019/advanced-robotics-factory-future>
71. PEW RESEARCH CENTER. *In Advanced and Emerging Economies Alike, Worries About Job Automation*. 2018. Dostupné také z: <https://www.pewresearch.org/global/2018/09/13/in-advanced-and-emerging-economies-alike-worries-about-job-automation/>
72. ccnews.pl. (2020). *Are you afraid of automating your workplace?*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 29, 2020. <https://www.statista.com/statistics/1113648/poland-concerns-of-employees-about-automation-in-workplace/>
73. Activa Research. (2019). *Level of fear of job automation in selected countries in Latin America in 2018*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 28, 2020. <https://www.statista.com/statistics/1056643/fear-job-automation-latin-america/>
74. Docebo. (2019). *Do you believe artificial intelligence (AI) technology will impact how you perform your job or daily tasks in the near future?*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 29, 2020. <https://www.statista.com/statistics/1032519/ai-impact-on-daily-work-italy/>

75. Docebo. (2019). *If artificial intelligence or automation (i.e. automating functions of certain jobs or daily tasks) is introduced into your workplace, do you think it would have a positive impact on your job?*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 29, 2020. <https://www.statista.com/statistics/1040031/opinion-on-how-ai-will-change-jobs-in-italy/>
76. MANAGEMENT MANIA. *Sektor služeb (terciární sektor)*. Dostupné také z: <https://managementmania.com/cs/sektor-sluzeb-terciarni-sektor>
77. MCKINSEY & COMPANY. *Jobs lost, jobs gained: What the future of work will mean for jobs, skills, and wages*. 2017. Dostupné také z: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Public%20and%20Social%20Sector/Our%20Insights/What%20the%20future%20of%20work%20will%20mean%20for%20jobs%20skills%20and%20wages/MGI-Jobs-Lost-Jobs-Gained-Report-December-6-2017.pdf>
78. OECD. *Job Creation and Local Economic Development 2018*. 2018. Dostupné také z: https://read.oecd-ilibrary.org/employment/job-creation-and-local-economic-development-2018_9789264305342-en#page84
79. PwC. (2019). *Number of jobs enhanced by virtual reality (VR) and augmented reality (AR) worldwide from 2019 to 2030 (in millions)*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 23, 2020. <https://www.statista.com/statistics/1121601/number-of-jobs-enhanced-globally-by-vr-and-ar/>
80. PwC. (2019). *Number of jobs enhanced by virtual reality (VR) and augmented reality (AR) in Europe's leading economies from 2019 to 2030*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 23, 2020. <https://www.statista.com/statistics/1121646/number-of-jobs-enhanced-by-vr-and-ar-in-europe-s-leading-economies/>
81. PwC. (2019). *Share of jobs enhanced by virtual reality (VR) and augmented reality (AR) in Europe's leading economies from 2019 to 2030*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 23, 2020. <https://www.statista.com/statistics/1121672/share-of-jobs-enhanced-by-vr-and-ar-in-europe-s-leading-economies/>
82. BCG. *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. 2015. Dostupné také z: https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries
83. BCG. *Man and Machine in Industry 4.0*. 2015. Dostupné také z: <https://www.bcg.com/publications/2015/technology-business-transformation-engineered-products-infrastructure-man-machine-industry-4>
84. Associazione italiana per l'Information Technology, Associazione Nazionale Industrie Informatica, Telecomunicazioni ed Elettronica di Consumo. (2019). *Most in-demand skills and professions for Industry 4.0* in Italy in 2017*. Statista. Statista Inc.. Accessed: July 24, 2020. <https://www.statista.com/statistics/1066814/industry-four-point-zero-skills-italy/>
85. OECD. *OECD Skills for Jobs Database*. 2015. Dostupné také z: <https://www.oecd.org/els/emp/OECD%20Skills%20for%20Jobs.pdf>
86. ROLAND BERGER GMBH. *Skill Development for Industry 4.0*. 2016. Dostupné také z: <http://www.globalskillsummit.com/Whitepaper-Summary.pdf>
87. WEF. *Towards a Reskilling Revolution A Future of Jobs for All*. 2018. Dostupné také z: http://www3.weforum.org/docs/WEF_FOW_Reskilling_Revolution.pdf
88. STATISTA. *Labor Shortage: Workers with a higher education*. 2019. Dostupné také z: <https://www.statista.com/study/69261/labor-shortage/>

89. SCHOLZ, P. a FREIBERG, F. CLOUD COMPUTING. *Sborník příspěvků ze 17. mezinárodní konference: INTEGROVANÉ INŽENÝRSTVÍ V ŘÍZENÍ PRŮMYSLVÝCH PODNIKŮ*. Praha: ústav řízení a ekonomiky podniku. 2016, s. 59-74. ISSN 2464-4722. ISBN 978-80-01-06010-0.
90. IOTPORT Digital Twin: už jste někdy potkali digitální dvojče? 2019 Dostupné také z: https://www.iotport.cz/digital-twin-uz-jste-nekdy-potkali-digitalni-dvojce?gclid=CjwKCAjw9vn4BRBaEiwAh0muDENbqNe-W3rOmSN3Mzix9BJzZpPBJHVcuigrw7qCnO384USEW1r8SBoCfqMQAvD_BwE
91. Analýza sdílené ekonomiky a digitální platform. 2017. Dostupné také z: https://www.vlada.cz/assets/urad-vlady/poskytovani-informaci/poskytnute-informace-na-zadost/Priloha_4_Material_Analyza.pdf
92. Kohout, P. a Palíšková, M. *Dopady digitalizace na zaměstnanost a sociální zabezpečení zaměstnanců*. Praha. 2017.
93. Eurofound. 2015. *New forms of employment*. Dostupné z: <https://www.eurofound.europa.eu/publications/report/2015/working-conditions-labour-market/new-forms-of-employment>