



Ekonomická
fakulta
Faculty
of Economics

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Ekonomická fakulta

Katedra řízení

Diplomová práce

Přípravenost vybraných podniků na Průmysl 4.0

Vypracovala: Bc. Martina Macková

Vedoucí práce: doc. Ing. Ladislav Rolínek, Ph.D.

České Budějovice 2022

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Ekonomická fakulta

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Martina MACKOVÁ
Osobní číslo: E20419
Studijní program: N0413A050036 Ekonomika a management
Studijní obor:
Téma práce: Připravenost vybraných podniků na Průmysl 4.0
Zadávající katedra: Katedra řízení

Zásady pro vypracování

Cíl práce:

Cílem práce je průzkum připravenosti ve vybraných podnicích daného odvětví na prvky Průmyslu 4.0. Cílem je popis a zhodnocení stávající úrovně, srovnání podniků a doporučení pro zvýšení jejich konkurenceschopnosti v odvětví.

Metodika práce:

1. Vymezení základních pojmů a metod Průmyslu 4.0 a konkurenceschopnosti.
2. Popis Průmyslu 4.0 v podnicích jako celku a následný popis jednotlivých prvků.
3. Srovnání úrovně připravenosti podniků na Průmysl 4.0 a jeho využití pro lepší konkurenceschopnost.

Rámcová osnova:

1. Úvod.
2. Literární přehled.
3. Metodika.
4. Charakteristika vybraných podniků.
5. Vlastní práce.
6. Závěr.
7. Použitá literatura.
8. Přílohy.

Rozsah pracovní zprávy: 50 – 60 stran
Rozsah grafických prací: dle potřeby
Forma zpracování diplomové práce: tištěná


Seznam doporučené literatury:

- Bartodziej, C. J. (2016). *The concept industry 4.0*. New York: Springer Berlin Heidelberg.
Doole, I., & Lowe, R. (2004). *Strategic Marketing Decisions in Global Markets*. Hampshire: Cengage Learning EMEA.
Kotler, P., & Keller, K. L. (2007). *Marketing management*. Praha: Grada.
Magretta, J. (2012). *Michael Porter jasně a srozumitelně: O konkurenci a strategii*. Praha: Management Press.
Mikoláš Z. (2005). *Jak zvýšit konkurenceschopnost podniku: konkurenční potenciál a dynamika podnikání*. Praha: Grada.

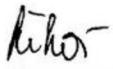
Mikoláš, Z. (2011). *Konkurenční potenciál průmyslového podniku*. Praha: C. H. Beck.
Veber, J. (2018). *Digitalizace ekonomiky a společnosti: Výhody, rizika, příležitosti*. Praha: Management Press.

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Ladislav Rolínek, Ph.D.
Katedra řízení

Datum zadání diplomové práce: 15. ledna 2021
Termín odevzdání diplomové práce: 15. dubna 2022


doc. Dr. Ing. Dagmar Škodová Parnová
děkanka

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
EKONOMICKÁ FAKULTA
Studentská 13 (20)
370 05, České Budějovice


doc. Ing. Petr Řehoř, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 16. února 2021

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47 zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to – v nezkrácené podobě/v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Ekonomickou fakultou – elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum

Podpis studenta

Poděkování v této práci patří především vedoucímu práce doc. Ing. Ladislavu Rolínkovi, Ph.D. za vedení, přístup a zpětnou vazbu při zpracovávání této diplomové práce. Ráda bych také poděkovala společnostem zapojeným do spolupráce a vstřícný přístup při šetřeních.

Obsah práce

1	Úvod.....	9
2	Literární přehled	10
2.1	Průmysl 4.0 jako pojem.....	10
2.2	Vývoj průmyslových revolucí.....	10
2.3	Koncept Průmyslu 4.0 a jeho charakteristika.....	11
2.4	Přípravenost na Průmysl 4.0 v kontextu státu.....	12
2.4.1	Network Readiness Index – NRI	13
2.4.2	Roland Berger Industry 4.0.....	15
2.5	Technologie Průmyslu 4.0 pro výrobní podniky.....	16
2.5.1	Big Data	16
2.5.2	Cloud Computing.....	16
2.5.3	Autonomní roboti.....	17
2.5.4	Rozšíření realita	18
2.5.5	Aditivní výroba	18
2.5.6	Internet věcí	19
2.5.7	Horizontální a vertikální integrace	20
2.6	Smart factory koncept	20
2.7	Současný stav jako ukazatel pro implementaci prvků Průmyslu 4.0.....	22
2.7.1	Vlastnická struktura	22
2.7.2	Postavení v hodnotovém řetězci produkce	22
2.7.3	Motivace zavést Průmysl 4.0	22
2.8	Lidské zdroje v Průmyslu 4.0.....	23
2.8.1	Vzdělání	23
2.8.2	Přípravenost lidského kapitálu pomocí informačních technologií	24
2.8.3	Zvyšování kvalifikace.....	24
2.8.4	Změny lidských zdrojů v organizaci práce	25
2.9	Změna v efektivitě a využívání zdrojů.....	26

2.10	Implementace Průmyslu 4.0	27
2.10.1	Manažerské výzvy	27
2.10.2	Technologické výzvy	28
2.10.3	Výzvy zpracování dat	29
2.10.4	Lidské zdroje.....	29
2.10.5	Bezpečnostní výzvy a standardizace.....	29
2.10.6	Finanční výzvy.....	30
2.10.7	Výrobní systém	30
2.10.8	Komunikační výzvy	30
2.10.9	Environmentální výzvy	30
3	Cíle a metodika	31
3.1	Cíl práce	31
3.2	Metodika práce.....	31
3.2.1	Výzkumné šetření	32
3.2.2	Strukturované rozhovory	32
4	Výzkum připravenosti podniků na Průmysl 4.0	33
4.1.1	Index zavedení Průmyslu 4.0 (IPP4.0)	33
4.2	Výzkumné šetření případových studií.....	33
4.2.1	Úroveň zavedení technologií Průmyslu 4.0 (Technologie)	34
4.2.2	Úroveň digitalizace procesů (Procesy)	37
4.2.3	Bariéry zavedení Průmyslu 4.0 (Zdroje).....	41
4.2.4	Konkurenční výhoda (Dopady)	43
4.2.5	Vnitřní vlastnosti (Výhody).....	46
4.2.6	Výsledky dotazníkového šetření v sémantickém diferenciálu s rozptylem hodnot	49
4.3	Řízené rozhovory s managementem společností	50
4.3.1	Ebas.....	50
4.3.2	Löttco.....	52

4.3.3	Schürmann	53
4.3.4	Linaplast.....	55
5	Diskuse a návrh řešení	58
5.1	Stav implementace Průmyslu 4.0 společnosti Linaplast.....	58
5.1.1	Výzvy pro společnost Linaplast.....	60
5.1.2	Návrhy změn v implementaci Průmyslu 4.0 pro Linaplast	61
5.2	Stav implementace Průmyslu 4.0 společnosti Ebas	62
5.2.1	Výzvy pro společnost Ebas.....	63
5.2.2	Návrhy změn v implementaci Průmyslu 4.0 pro Ebas.....	65
5.3	Stav implementace Průmyslu 4.0 společnosti Löttco	65
5.3.1	Výzvy pro společnost Löttco	66
5.3.2	Návrhy změn v implementaci Průmyslu 4.0 pro Löttco.....	68
5.4	Stav implementace Průmyslu 4.0 společnosti Schürmann.....	68
5.4.1	Výzvy pro společnost Schürmann	69
5.4.2	Návrhy změn v implementaci Průmyslu 4.0 pro Schürmann	70
5.5	Návrh na vzdělávání manažerů	71
6	Závěr	73
I.	Summary and keywords.....	74
II.	Seznam použitých zdrojů.....	75
III.	Seznam obrázků, tabulek, grafů a příloh	78
	Seznam obrázků.....	78
	Seznam tabulek.....	78
	Seznam grafů	78
	Seznam příloh	78
IV.	Přílohy.....	79

1 Úvod

Průmysl 4.0 je v posledních letech ve výrobních podnicích velmi skloňovaným pojmem. Jedná se nejen o technologické inovace, ale i o změnu přemýšlení subjektů dotčených tímto tématem.

Průmysl 4.0 navzdory svému názvu propojuje všechna oddělení společností, propojuje jejich dodavatelské řetězce a přímo se dotýká i zákazníka.

Hybatel změn, který byl poprvé představen na veletrhu v Německu, se rychle dostal do povědomí manažerů, inovátorů i technologů po celém světě.

Definice čtvrté průmyslové revoluce jsou různé, shodují se ale na faktu, že Průmysl 4.0 učiní činnost společností efektivnější, dojde k úsporám času, nákladů a organizace budou více flexibilní.

I přes kritiku odpůrců takových změn a bezpečnostní obavy se některá odvětví mezi společnostmi začala intenzivně připravovat na přechod na nové technologie, na koncepty definované jednotlivými výzvami a nový systém.

Pro tuto práci byly vybrány čtyři společnosti z odvětví výroby automobilových dílů pro bližší zkoumání tématu implementace Průmyslu 4.0. Cílem je popsat a shrnout znalosti z Průmyslu 4.0, zkoumat úroveň implementace v daných podnicích a určit stav, ve kterém se společnosti nacházejí.

Práce se zabývá různými pohledy společností na Průmysl 4.0, a jelikož se jedná o malé a střední podniky, velmi klíčové jsou názory manažerů, kteří mohou být vlivnými hybateli změn ve společnostech. Porovnání s ostatními společnostmi by mohli vytvořit nadhled pro manažery ve vnímání situace, která může být velmi důležitým hybatelem změn na trhu v následujících letech.

2 Literární přehled

2.1 Průmysl 4.0 jako pojem

Čtvrtá průmyslová revoluce je definována pojmem Průmysl 4.0, tedy zaváděním digitalizace, robotiky, kybernetiky, chytrých systémů či umělé inteligence. Tyto prvky jsou zaváděny do průmyslových odvětví a mají za úkol zvyšovat konkurenceschopnost a flexibilitu podniků pro jejich budoucí fungování. Propojení průmyslových procesů a produktů má růstový potenciál pro společnost využívající technologie Průmyslu 4.0 (Pedersen, a další, 2016).

Některé zdroje uvádí Průmysl 4.0 jako fázi, která vyústí v „chytrý proces“. V takovém procesu algoritmy, moduly a fyzikálně-kybernetické systémy vytvářejí virtuální kopii fyzického světa a dělají decentralizovaná rozhodnutí. To zajistí rychlejší vývoj a mnohem efektivnější procesy (Harahap & Rafika, 2020).

„Průmysl 4.0 transformuje výrobu ze samostatných automatizovaných jednotek na plně integrovaná automatizovaná a průběžně optimalizovaná výrobní prostředí.“ (Mařík, 2016)

Podstatným jádrem Průmyslu 4.0 je střet fyzické reality a virtuálního kybernetického světa, což přináší interakce systémů se společností.

2.2 Vývoj průmyslových revolucí

Historicky jsou zaznamenány čtyři průmyslové revoluce. Níže je uveden stručný úvod k revolucím, jež předcházely poslední revoluci 4.0.

První průmyslová revoluce je datována od osmnáctého století ve Velké Británii. Právě tam začala spolu s využitím nových zdrojů energie – v tomto případě hlavně páry. Ve velkém množství byly zaváděny stroje zaváděny do výroby, tím docházelo k její mechanizaci. Hlavním představitel první průmyslové revoluce je James Watt se svým vynálezem parního stroje (Deane, 1979).

Druhá průmyslová revoluce je datována zhruba od roku 1870 do roku 1914, tedy do začátku první světové války. Začátek revoluce ovšem bývá v literatuře uváděna od 50. let 19. století. Revoluci definuje nový zdroj energie, kterým se stala elektřina. Mezi významné představitelé tohoto období lze řadit například Thomase Edisona nebo Henryho Forda. S nimi je pro toto období charakteristická industrializace spolu se zaváděním montážních linek, které vedly k masové produkci (Mokyr, 1998).

Třetí průmyslová revoluce je spjata s automatizací, nástupem informačních technologií a elektronikou. Automatizace začala ve velké míře nahrazovat mechanické procesy. Období třetí revoluce je ovšem spornější než u předchozích dvou, jelikož se jednalo o postupný proces. Mezi objevy startující éru třetí průmyslové revoluce jsou uváděny první průmyslové počítače nebo objev tranzistoru (Greenwood, 1997).

Čtvrtá průmyslová revoluce byla souhrnem vizí o vývoji průmyslu a představena byla v Hannoveruském veletrhu v roce 2011. Oficiální německá platforma Industrie 4.0 byla představena taktéž v Hannoveru v roce 2013. Centrem pozornosti pro Průmysl 4.0 má být posun od vestavených systémů ke kyberneticko-fyzikálním systémům. Automatizace je zaměřena na automatickou optimalizaci, konfiguraci, diagnostiku a vnímání (Mařík, 2016).

2.3 Koncept Průmyslu 4.0 a jeho charakteristika

Úkolem Průmyslu 4.0 je transformovat výrobu z oddělených samostatných jednotek, které jsou automatizované na takové jednotky, které budou nejen plně automatizované, ale také integrované a průběžně optimalizované ve výrobním prostředí (Mařík, 2016).

Hlavním smyslem Průmyslu 4.0 je inovace, nejen z výrobního hlediska firem. Závisí také na celoeconomickém vnímání a společnosti. Jak uvedl Joseph Shumpeter (1982): „*Inovace je význačná skutečnost v ekonomických dějinách kapitalistické společnosti – je do jisté míry zodpovědná za většinu věcí, o kterých bychom na první pohled považovali za následek jiných faktorů.*“

Autoři se shodují ve dvou základní atributech přechodu k novým technologiím. Dle Brynjolfssona a McAfeeho (2014) tkví základní principy v technologickém pokroku ve dvou faktorech. Prvním z faktorů je exponenciální funkce z pohledu Gordona Moora, který uvedl ve svém zákonu, v němž definuje fakt, kdy hustota tranzistorů se na integrovaném obvodu při minimální ceně komponent každý rok zvýší zhruba dvojnásobně. Pro zákazníka znamená tento obrat výpočetní sílu, kterou si může koupit za jeden dolar. Rychlost se nezmění nebo se zvýší.

Moore dle poznatků v roce 1965 dokonce podhodnotil budoucí vývoj, výhled činil v tehdejší době na budoucích 10 let. V nynější době se uvádí jeho zákon s obecnou úpravou na zdvojnásobení obecného počítačového výkonu za osmáct měsíců. Dalším faktorem je digitalizace, která utváří takzvaný druhý věk strojů. Mnohé služby už nyní

používají mnohavrstevnaté systémy založené na digitalizaci. Právě ta podporuje inovace ve světě technologie (Brynjolfsson & McAfee, 2014).

Základním stavebním prvkem inovovaných inteligentních společností jsou tzv. CPS (Cyber-Physical Systems), tedy kyberneticko-fyzikální systémy. CPS jsou schopny výměny informací autonomně, nezávislou kontrolu a vyvolání adekvátní reakce na určitou akci. Hranice systémů (např. strojů, senzorů a dílů) nebudou dány firmou, ale budou spojeny vyšším hodnotovým řetězcem. Hlavním atributem pro takovou komunikaci je připojení na bázi internetu a výsledkem je efektivní analýza potřebných dat nejen pro vhodnou funkčnost, ale také pro předvídání například chyb a potřebnou konfiguraci (Mařík, 2016).

Základní charakteristiky inteligentních továren v rámci Průmyslu 4.0 jsou dle Maříka (2016):

- Vertikální a horizontální propojení integrovaných IT systémů, což vede k optimalizovaným výrobním procesům.
- Plně automatizované a vzájemně propojené výrobní jednotky místo izolovaných výrobních jednotek.
- Virtuální návrhy výrobků místo fyzických prototypů, které zapojuje výrobce, ale i dodavatelský řetězec.
- Flexibilní výrobní procesy umožňující efektivní výrobu.
- Roboti, výrobní zařízení a výrobky vzájemně komunikují a činí do určitých hranic autonomní rozhodnutí.
- Výrobní zařízení se samo optimalizuje a konfiguruje.
- Potřeby výroby jsou usnadněny automatizovaným logistickým zázemím.

2.4 Přípravenost na Průmysl 4.0 v kontextu státu

Významný faktor postavení průmyslu v České republice je procentní podíl na celkové ekonomice státu. Například z hlediska přidané hodnoty v nákladech na výrobní činitele zaujímá Česká republika v porovnání s ostatními evropskými ekonomikami první místo. Tento údaj s sebou ovšem nese i negativa. Jistá spokojenost se současným uspokojujícím ukazatelem konzervuje postoj k inovacím a má k nim odmítavý postoj (Mařík, 2016).

Přípravenost ekonomiky na Průmysl 4.0 byla v minulosti definována několika indexy, které charakterizovaly připravenost zejména dle internetového a digitálního prostředí.

Indexem této připravenosti se zabývá Global Technology Report Světového ekonomického fóra (2021).

2.4.1 Network Readiness Index – NRI

Daný index má zkratku NRI (Network Readiness Index). NRI měří sklon zemí využít příležitosti, které přináší informační a komunikační technologie (ICT). Poprvé byl zjišťován v roce 2002 a poskytl ucelený pohled dopadu informačních technologií na společnost a její rozvoj. Tři úrovně indexu se dělí na čtyři pilíře v první úrovni – technologie, lidé, vládnutí, dopad. V druhé úrovni se nachází dílčí pilíře, a ty ve třetí úrovni obsahují jednotlivé indikátory používané v rámci NRI. Níže je ve zkratce shrnuto, jaké indikátory jednotlivé pilíře obsahují:

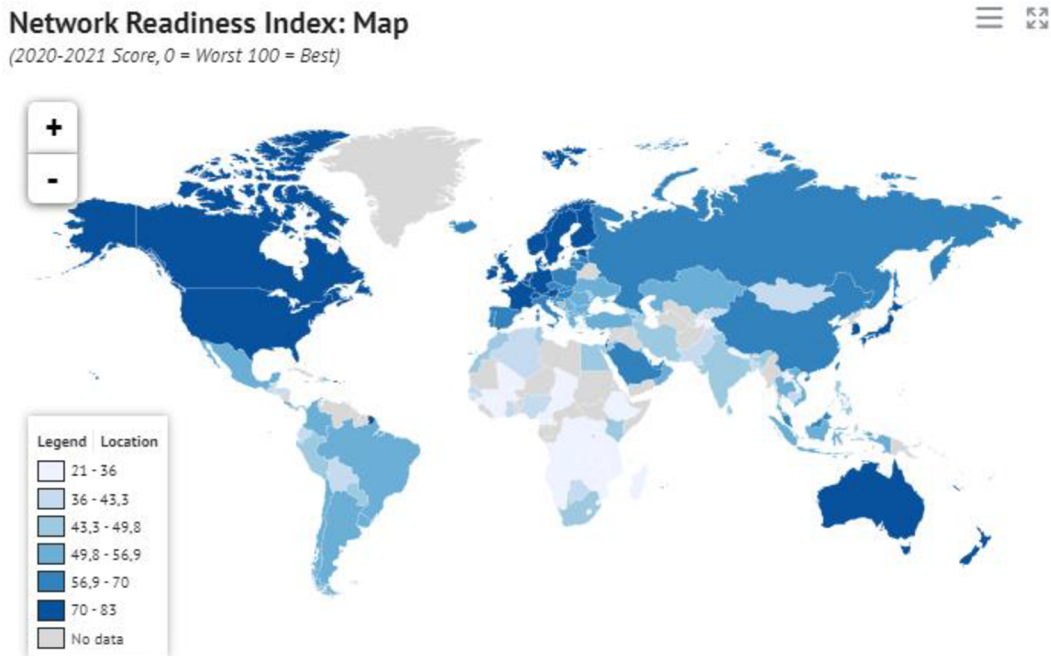
- **Technologie:** posuzuje se úroveň technologie, která je nezbytnou podmínkou pro účast země v globální ekonomice.
 - **Dílčí pilíře:** Přístup, Obsah, Budoucí technologie.
- **Lidé:** dostupnost a úroveň technologie je směřovatna pouze ve chvíli, kdy obyvatelstvo a organizace v zemi mají přístup, zdroje, dovednosti a znalosti pro efektivní využívání technologie.
 - **Dílčí pilíře:** Osoby, Podniky, Vlády.
- **Vládnutí:** sleduje, jak jsou subjekty bezpečné v rámci síťové ekonomiky, digitální začlenění a regulace.
 - **Dílčí pilíře:** Důvěra, Regulace, Zařazení.
- **Dopad:** důsledkem je připravenost v síťové ekonomice – ta vede ke zlepšení růstu a blahobytu společnosti.
 - **Dílčí pilíře:** Ekonomika, Kvalita života, Udržitelnost (Knoema.com, 2021).

Faktem je, že 17 z 25 nejúspěšnějších zemí v rámci NRI indexu zaujímají evropské státy (především ze severní a západní Evropy). Další ekonomiky jsou ve východní a jihovýchodní Asii, Oceánii a v Severní Americe (Obrázek 1) (Knoema.com, 2021).

Česká republika se nachází na 24. místě ze všech zemí světa. Jedná se o vzestupnou tendenci oproti roku 2020, kdy obsadila ze 130 ekonomik světa 28. místo.

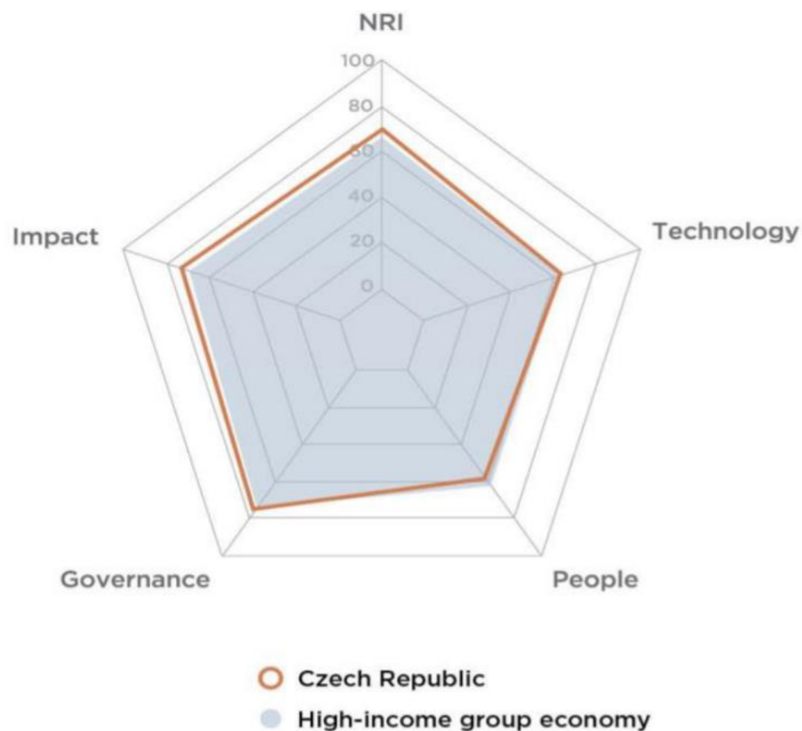
Na níže uvedeném grafu (Obrázek 2) je srovnána Česká republika oproti průměru. Jsou srovnávány jednotlivé pilíře a celkový NRI index. Ve srovnání například první v žebříčku NRI indexu vládne Nizozemsko s indexem 82,1. Česká republika má oproti tomu index s hodnotou 68,1 (Knoema.com, 2021).

Obrázek 2: Mapa rozvržení NRI



Zdroj: (Knoema.com, 2021)

Obrázek 1: NRI index



Zdroj: (Knoema.com, 2021)

2.4.2 Roland Berger Industry 4.0

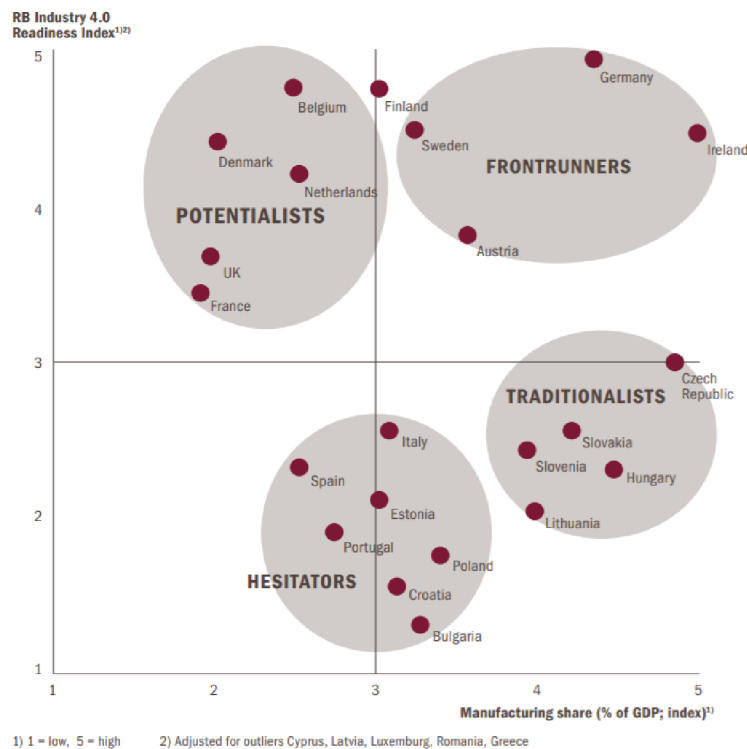
Další pohled na připravenost zemí na Průmysl 4.0 vnesl například index od společnosti Roland Berger (2014), která dělí země na 4 skupiny:

- Potenciální (Potentialists).
- Přední běžci (Frontrunners).
- Váhající (Hesitators).
- Tradicionalisté (Traditionalists).

Index RB je znázorněn na svislé ose (Obrázek 3). Na vodorovné ose se nachází výrobní podíl. Index je souhrnem sofistikovanosti výrobního procesu, stupně automatizace, připravenosti pracovní síly a inovační náročnosti. Dalšími ukazateli jsou otevřenost odvětví, inovační síť. Stupnice hodnocení je pětistupňová (5 = výborná připravenost). Kombinace ukazatelů na osách určuje pozici země v indexu RB (Think Act Industry 4.0, 2014).

Na níže uvedeném obrázku (Obrázek 3) lze mezi evropskými zeměmi vidět Českou republiku mezi tradicionalisty (vedle Slovenska, Slovinska, Maďarska a Litvy). To znamená, že si země zakládá na kvalitní průmyslové základně, ale iniciativy na vstup průmyslu do nové etapy nejsou zavedeny.

Obrázek 3: Roland Berger Industry 4.0



Zdroj: (Think Act Industry 4.0, 2014)

Aktuální komparativní výhody České republiky mohou tedy v budoucnu ztratit svou hodnotu. Následkem toho by byly makroekonomické a sociální problémy (Think Act Industry 4.0, 2014).

2.5 Technologie Průmyslu 4.0 pro výrobní podniky

Technologie, které jsou zavedeny spolu s Průmyslem 4.0 jsou specifické svou provázaností. Technologie se zabývá velkými objemy dat, optimalizací a vyšší efektivitou výroby.

2.5.1 Big Data

Big data svou podstatou názvu je koncept sběru a analýzy velkého množství dat, které není možno takto zpracovávat běžnými softwarovými prostředky v kratším čase.

Dříve funkční tzv. datové sklady, které byly ve strukturované podobě a byly schopny analyzovat připravenými algoritmy data v hodnotě terabytů pro nové systémy nestačí.

Big data pracují s hodnotami ve velikosti petabytů, což je 10^{15} Bytů. Kromě samotného objemu Big data doprovází další dva faktory. Od toho je odvozena charakteristika 3V:

Volume (objem): Ten u Big data narůstá exponenciálně.

Velocity (rychlost): U tohoto druhu dat, v takto velkém objemu, vznikají i během zpracování úkoly, které je třeba průběžně zpracovávat.

Variety (rozmanitost): Big data se nezabývají pouze zpracováním určitých textových položek, ale i multimediálních dat, zahrnujících zvuk či obraz (Ivanov & Korfiatis, 2013).

Důležitým faktem tedy zůstává, že nezáleží jen na množství dat, ale také na jejich zpracování a využití. Organizace si pomocí Big dat dávají zacílení na vybraný segment zákazníků, expanzi a zlepšení komunikační efektivity.

Ve výrobních podnicích je dat využívání například pro analýzu dat z umístěných senzorů v podniku o celém procesu výrobního cyklu. Společnosti se tak z využitých dat mohou rozhodovat v reálném čase (Ivanov & Korfiatis, 2013).

2.5.2 Cloud Computing

Cloud Computing je v dnešní době již zažitou technologií ve využívání kyberprostoru pro ukládání dat. Dříve podniky využívaly tradičních datových center v podniku či mimo něj, oboje ale s propojením fyzických serverů – ty měly určitou maximální hodnotu využitelnosti. Buď tedy nemusely stačit pro potřeby podniku nebo naopak byly placeny nevyužité prostory.

Cloud Computing s sebou přináší možnosti velké flexibility v tomto ohledu. Organizace svou datovou kapacitu můžou upravovat dle aktuálních potřeb.

Společně s potřebou flexibility je pro Průmysl 4.0 klíčové také sdílení těchto dat – ať už se jedná o sdílení v rámci podniku nebo mezi společnostmi a zákazníky.

Decentralizace dat s sebou také přináší bezpečnostní změny. Pro cloudový prostor musí být nastavena přísná bezpečnostní pravidla ve virtuálním prostoru, na druhou stranu díky tomu, že jsou data decentralizovaná, nehrozí takové riziko ztráty dat. Protokoly a standardy, přísně nastavené, by měly zabezpečit dat vůči útokům zvenčí. Izolovaná data od všech rizik ve vlastních fyzických zařízeních se stanou do budoucna mnohem více nákladná.

V neposlední řadě je výhodou reakční čas, který se u Cloudu neustále snižuje. V budoucnu je očekáván reakční čas v řádu milisekund. Cloud tak nabízí rychlý přístup k datům ohledně výrobních dat, funkčnosti a řídicích procesů firem (Rüssman, a další, 2015).

2.5.3 Autonomní roboti

Robotizace je jedním z klíčových prvků Průmyslu 4.0, který má vést ke zvýšení produktivity, jehož není možné dosáhnout pouze za pomoci lidské síly.

Současné výrobní linky jsou již často vybaveny robotickými zařízeními, které jsou navrženy pro specifické úkony (Mařík, 2016).

Autonomní roboti fungují na základě předpřipraveného programování, které má za úkol eliminovat řízení člověkem v reálném čase v průběhu úkonu (např. výroby). Technologie má postupem času získávat schopnosti, učit se a získávat poznatky o plnění výrobních úkolů (Schwab, 2016).

Koexistence montážních prací a technologií, jež umožňuje robotizace je velmi dobře zkoumána na automobilovém průmyslu díky částečným postupným montážím, které v průmyslu probíhají. Například mezi lety 2012 a 2013 stoupl prodej robotů pro automobilový průmysl o 17 % - prodalo se 43 300 jednotek průmyslových robotů (Pfeiffer, 2016).

Montáže jako takové jsou velmi náchylné k robotizaci, jelikož se jedná o rutinní práci – manipulace a nastavení dílů je náchylné k nahrazování robotickou technologií (Pfeiffer, 2016).

Roboty mají již řadu dělení a generací. Nejjednoduššími roboty jsou tzv. podavače, které jsou jednoúčelové. Synchronní roboti již přenáší vzdáleně příkazy člověka do vybraného úkonu.

Dle programovatelnosti lze roboty dělit na programovatelné s pevným programem (který se nemění během činnosti – je tedy stálý), s proměnlivými programy (jejichž volba záleží na manipulačním mechanismu, ve kterém se nacházejí a jsou adaptivní) a kognitivní (které díky senzorickým technologiím jsou schopny vnímání a určité úrovně racionálního myšlení) (Kolíbal, 1993).

Snížení nákladů na užití robotů ve výrobě by mohlo probíhat díky kognitivním robotům, spolupracujících s člověkem tak, že schopnosti učení budou na tak vysoké úrovni, že překonají dosud využívané roboty a jejich údržba ze strany lidského faktoru nebude tak vysoká (Rüssman, a další, 2015).

2.5.4 Rozšíření realita

Rozšířená realita, nazývaná ve zkratce AR (dle anglického názvu Augmented Reality), nabízí rozšíření lidského vnímání.

Rozšířená realita přijímá informace, které jsou generované digitální cestou a v reálném čase je spojuje dohromady tak, aby zlepšovaly všechny smysly lidí.

Nejvyužívanější část rozšířené reality je umožnění vizualizace, která vidí skutečný svět s rozšířenými virtuálními objekty nebo celkově vytvořený virtuální svět. Reálný svět v tomto případě není nahrazován, ale je rozšířen o objekty virtuálního charakteru.

Jejich efektivita spočívá v poskytování dat v reálném čase, které přispívá ke zlepšení rozhodování lidského faktory, a tedy i zvýšení efektivity produktivity práce (Rüssman, a další, 2015).

2.5.5 Aditivní výroba

Aditivní výroba je známá také pod termínem 3D tisk, je to i díky názornosti toho, v čem aditivní výroba spočívá. Je to třetí rozměr tisku, který umožňuje převést virtuální model do fyzického objektu.

Díky softwarům umožňujícím 3D modelování pak může aditivní technologie složité geometrie převést do reálného světa, záleží pak na faktorech, kterými jsou rychlost, náklady, vlastnosti vrstev a materiály, které jsou pro modelování použité (Gibson, Rosen, & Stucker, 2015).

Dle standardů je aditivní výroba rozdělena do sedmi kategorií, které jsou určeny technologií, která objekt vytváří (např. v jakém směru je nanášený materiál zatěžován, homogenita výsledných součástí, geometrická komplexnost). V současné době se 3D tisk potýká s kombinovatelností materiálů a s náklady, které s sebou tisk přináší (Gibson, Rosen, & Stucker, 2015).

Výhodami 3D tisku jsou jeho rychlost, kdy se model vyrábí pouze na základě modelu a nejdou tedy potřeba další přípravné operace a možnost vyrábět tvarově složité mechanismy. Její vhodnost tedy nyní spočívá při výrobě prototypů nebo zákaznických specifických požadavcích. Kustomizace výroby je jedním z prvků Průmyslu 4.0 a výrobní technologie zde nemusí být upravovány pro jednotlivé, různé zakázky (Gibson, Rosen, & Stucker, 2015).

2.5.6 Internet věcí

Internet věcí, zkratkou IoT, dle anglického Internet of Things, je významným virtuálním komponentem Průmyslu 4.0, jelikož umožňuje vzájemnou spolupráci jednotlivých systémů a prvků těchto technologií.

Rozhraní IoT díky internetovému připojení a spolupráce s člověkem, příslušného hardwaru a softwaru – umožňuje přímo komunikovat jednotlivým systémům. Objekty jsou tak řízeny na dálku. Konektivita zařízení spočívá v příslušných čípech a senzorech.

V konceptu Smart factory jsou k internetu napojena výrobní zařízení, výrobky a nosiče výrobků. Internet věcí tedy ve své výhodě sleduje vzdáleně zařízení, což může napomoci předcházení poruchám a automaticky udržuje či opravuje zařízení. Komunikuje se servisem a ve spojení s Big Data v reálném čase provádí analýzy a sdílí všechny komponenty systému.

S těmito pojmy se také pojí IoS (Internet of Services, tedy Internet lidí). U IoS se jedná o entitu, která je schopna vyvolat libovolnou službu (web, data či cloudová služba). U IoP umožňují připojení pracovníků v reálném čase k internetu a sdílí dat (Helbig, Kaggerman, & Wahlster, 2013).

V průmyslovém světě je užíván pojem IIoT čili Industrial Internet of Things. Tím je myšleno propojení výrobního zařízení pomocí internetu, či interní sítě. Komunikace a spolupráce produktů zastřešuje sběr dat ve výrobě. Pro průmyslové podniky je IIoT zásadní ve sběru informací pro rozhodovací procesy v reálném čase (Rüssman, a další, 2015).

2.5.7 Horizontální a vertikální integrace

Propojení v podnicích, ať už v interním nebo externím smyslu je v současné době stále spíše izolované. Systémy firem, jejich softwarů a komunikační kanály nejsou plně integrované – ať už v rámci firmy (například mezi různými odděleními) nebo v dodavatelském řetězci.

Průmysl 4.0 má za úkol propojit horizontálně i vertikálně všechny entity řetězců pro optimalizaci hodnotového řetězce a jeho automatizaci. Soudržnost mezi odděleními pomocí podnikových softwarů jsou klíčové pro integraci dat (Rüssman, a další, 2015).

2.6 Smart factory koncept

Koncept Smart factory propojuje komplex pojmů z předchozí kapitoly. Jedná se o společnosti, které jsou díky chytrým technologiím hnacím motorem průmyslové revoluce.

Smart factory je sloučením virtuálního a fyzického světa pomocí kyber-fyzikálních systémů. Jak uvádí Germany Trade & Invest (2019): *„Produkty, zdroje a procesy inteligentních továren jsou charakterizovány kyberneticko-fyzikálními systémy; poskytují významné výhody v reálném čase v oblasti kvality, času, zdrojů a nákladů ve srovnání s klasickými výrobními systémy.“*

Obchodní postupy takových společností mají jako základní pilíře adaptabilitu, flexibilitu, tzv. sebe-přizpůsobivost (aktualizace a automatické opravy), řízení rizik a učení.

Kyber-fyzikální systémy dohlížejí na výrobní procesy, což umožňuje vysokou automatizaci. Automatizace je na vysoké úrovni, to umožňuje potřebnou flexibilitu. Další úroveň flexibility tkví v reakčním čase, kdy jsou výrobní systémy schopny reagovat téměř okamžitě. Časová úspora se nachází také například v inovacích a opravách, které díky globální síti a propojení mohou probíhat na více místech najednou (GTAI, 2019).

Chytré továrny jsou charakteristické následujícími výhodami:

- Procesy ve výrobě optimalizované pro kyber-fyzikální jednotky jsou schopny identifikovat své pole působnosti, konfigurace, automatické aktualizace a výrobní podmínky.
- Procesy ve výrobě jsou schopny bezdrátově komunikovat s ostatními jednotkami v reálném čase.

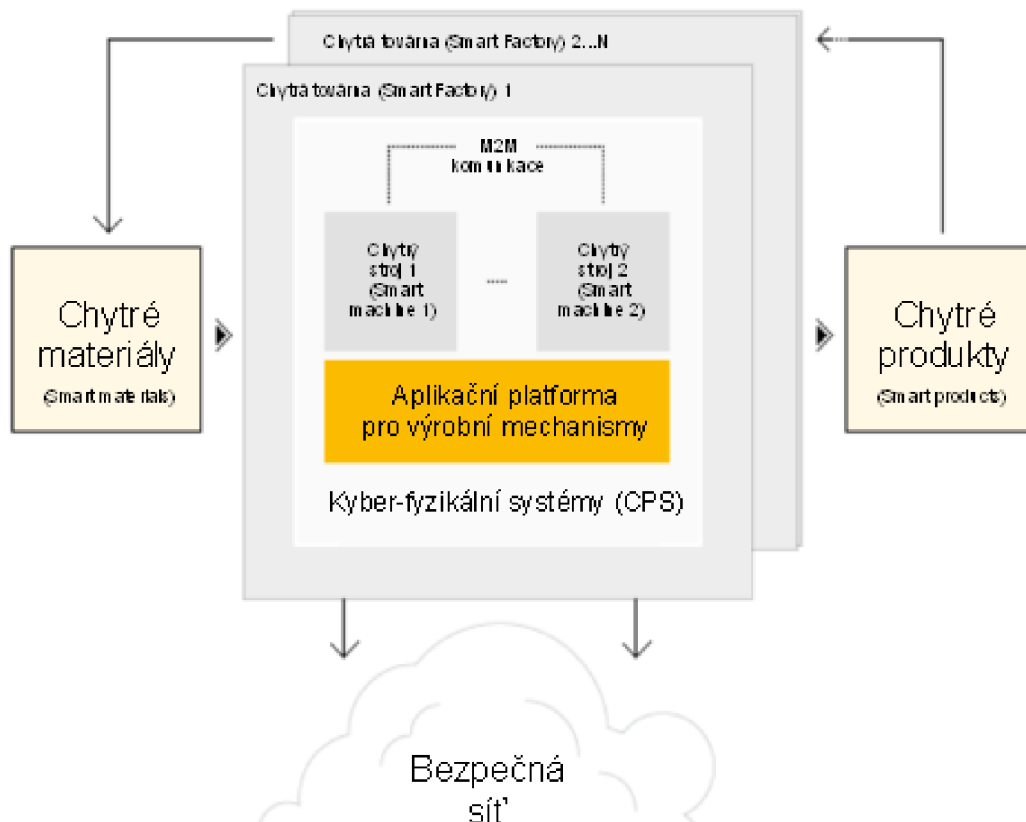
- Optimalizovaná výroba pomocí procesů, které zohledňují vlastnosti produktu, náklady, logistický systém, bezpečnost, spolehlivost čas a udržitelnost.
- Výroba je efektivní z hlediska zdrojů.
- Výroba se přizpůsobuje lidskému faktoru (GTAI, 2019).

Na níže uvedeném obrázku (Obrázek 4) je znázorněn koncept Smart factory v kontextu systému. Smart materials (chytré materiály) vstupují do Smart factory a ta vytváří Smart products (chytré produkty).

Vše ve Smart factory zabezpečují kyber-fyzikální systémy, které zaštiťují určitou aplikační platformu pro výrobní prvky. Ty komunikují pomocí M2M (machine-to-machine), kdy zařízení komunikují bezdrátově pomocí senzorů a sdělovačů da právě v aplikačním prostředí.

Veškerá data jsou pak zaštitěna bezpečnou sítí, cloudem, který v reálném čase data sbírá, analyzuje a poskytuje.

Obrázek 4: Koncept Smart Factory



Zdroj: (GTAI, 2019)

2.7 Současný stav jako ukazatel pro implementaci prvků Průmyslu 4.0

Implementace prvků Průmyslu 4.0 je velice odlišná v přístupech ke změnám, které s sebou přináší faktory v následující kapitole (Mařík, 2016).

2.7.1 Vlastnická struktura

Vlastnická struktura je dělena do několika kategorií:

- Nadnárodní korporace: rozhodnutí činí vývojová centra se sídlem mimo Českou republiku. U Průmyslu 4.0 jde často spíše o doporučení než striktní požadavky.
- Samostatná česká firma vlastněná zahraniční nebo tuzemskou skupinou: strategické rozhodování v organizaci se často nachází v deficitu z důvodu krátké životnosti vedení společnosti. Inovace jsou utlačovány na úkol krátkodobých plnění cílů a jejich schvalování prochází složitým procesem.
- Česká společnost vlastněná managementem nebo vlastníkem: většinou sem patří malé nebo střední firmy. Inovace jsou většinou potřeba pro větší konkurenceschopnost (Mařík, 2016).

2.7.2 Postavení v hodnotovém řetězci produkce

Zaměření společností rozdělené na jednotlivé segmenty jsou zastoupena v níže uvedených kategoriích:

- Finální produkty pro konečného spotřebitele.
- Polotovary a součástky finálních výrobků.
- Investiční celky a jejich součásti.
- Vývojové a výzkumné práce bez hmotných výstupů.
- Kybernetické společnosti.

Finální produkty a polotovary/součástky jsou dvěma nejčastějšími skupinami v produkci České republiky (Mařík, 2016).

2.7.3 Motivace zavést Průmysl 4.0

Motivace zavést Průmysl 4.0 tkví zejména v několika faktorech, které mohou ovlivnit strategické rozhodování podniku. Dle mnohých studií zavedení Průmyslu 4.0 může vést k zefektivnění pracovní produktivity až o 32 %. Navíc zavedení může vyřešit problém deficitu lidských zdrojů, se kterým se mnohé společnosti potýkají (Mařík, 2016).

HDP na osobu navyšuje zvýšení produktivity práce, kterou je navýšení objem výroby za hodinu práce. Robert Solow přišel s předpokladem, že růst pracovní síly a větší vklady do kapitálu nevysvětlují veškerý růst hospodářské produkce. Dle Brynjolfsonna a McAfeeho (2014) by nyní průměrnému Američanovi stačilo vykonávat práci jedenáct hodin za týden, aby vyprodukoval takové množství produkce, pro jaký by potřeboval v roce 1950 čtyřicet hodin. Oním vysvětlujícím faktorem zvýšení produktivity jsou právě inovace.

Společnosti čelí navíc tlaku zahraničních partnerů, zákazníků či vlastníků firem. Postupné zavádění Průmyslu 4.0 také může předejít problémům s pozdním přechodem na nové technologie. V neposlední řadě motivací můžou být environmentální požadavky při ochraně a zdraví při práci (Mařík, 2016).

Výše byly uvedeny příklady současného stavu přístupů a současné situace společností. V této otázce je ale třeba dále uvažovat například typy řízení výroby a dle něj rozhodování o vhodném přizpůsobení Průmyslu 4.0. Navíc hraje roli nedostatečný způsob údržby zařízení, kterému se často společnosti nevěnují dostatečně. Strategii údržby nemá zpracovanou více než polovina českých společností (Mařík, 2016).

2.8 Lidské zdroje v Průmyslu 4.0

Primární aspekty v koncepci řešení Průmyslu 4.0 zaujímají autonomní jednotky, ke kterým můžeme řadit výrobní prvky (stroje, nástroje, úseky, samotné výrobky, logistické prvky atd.) a lidi. Tyto dvě sféry musí v rámci Průmyslu 4.0 efektivně, flexibilně a nepřetržitě komunikovat.

Proto je nezbytně nutné, aby při Průmyslu 4.0 byly přítomny připravené lidské zdroje, které mají potřebné schopnosti a dovednosti pro spolupráci s technologiemi (Hecklau, Galeitzke, Flachs, & Kohl, 2016).

2.8.1 Vzdělání

Vázanost lidského kapitálu na míru industrializace může být příznivým faktorem pro organizaci. Jako takový udržuje znalosti technické povahy na dobré úrovni. Vysoký podíl průmyslu, jako je tomu v České republice, může ale vést ke zranitelnosti v rámci přechodu na Průmysl 4.0.

Pokud je uvážen zpracovatelský průmysl z hlediska zaměstnanosti, v roce 2014 bylo zaznamenáno, že 55 % zaměstnaných pracovníků bylo na pozicích, které jsou

technologicky nenáročné. Takové pozice jsou náročné vysokým podílem fyzické práce, která ovšem bude postupem času snadno nahraditelná příslušnými technologiemi.

V rámci výzkumu Eurostatu vyplynulo, že podíl kvalifikačně náročných prací je často obsazován osobami se středoškolským vzděláním. V možnostech České republiky je tedy prostor pro uplatnění pracovníků s úrovní terciárního vzdělání – zejména těch s technickým vzděláním.

Pohledem technologického pokroku je klíčovou složkou náročných a středně náročných technologických pozic zejména informační oblast, telekomunikační činnost a znalost automatizačních a kybernetických technologií (Mařík, 2016).

2.8.2 Přípravenost lidského kapitálu pomocí informačních technologií

Z pohledu připravenosti lidských zdrojů je důležitý růst zejména oboru informačních technologií, kdy se Česká republika pohybuje kolem průměru – vývojem se řadí mezi nejrychleji rostoucí. Výzkum a vývoj (zde z hlediska vývoje aplikací, kybernetických a automatizačních činností) je ovšem často směřován do mateřských společností, které se nachází v cizině – proto jsou poté pozice odborníků v informačních technologiích vázány v méně kvalifikačně náročných činnostech.

Informační technologie, jejich znalost a gramotnost jejich užívání je základním pilířem připravenosti ovlivňující názor populace na pokrok a přijetí nových technologií. Je důležité si uvědomit, že informační technologie nejsou jen otázkou výzkumu a vývoje a průmyslového světa. Běžní spotřebitelé jsou ovlivněni v možnostech nákupu zboží a způsobu jejich používání (Mařík, 2016).

2.8.3 Zvyšování kvalifikace

Jak je uvedeno v kapitole 2.4.2 – z výzkumu studie Roland Berger Strategy Consultant se Česká republika nachází ve skupině tradičních zemí, což obnáší vysoký podíl průmyslu v zemi, ale nízkou připravenost. Ve skupině těchto zemí (například spolu se Slovenskem, Slovinskem, Litvou či Maďarskem) si Česká republika vede nejlépe – zaostává však velmi za tzv. předáky trhu, tedy zeměmi s vysokým podílem průmyslu i vysokou připraveností na změny (Think Act Industry 4.0, 2014).

Česká republika se nachází z hlediska kvalifikace velmi silná v oblasti sekundárního vzdělání. To je jedno z nejvíce zastoupených v evropských zemích.

Na rozdíl od toho, primární vzdělání je ve velmi nízkém podílu k počtu obyvatel. Tyto dva aspekty jsou pozitivní pro míru kvalifikovanosti, nicméně terciární vzdělání je pod

průměrem Evropské unie. Intenzita změn a požadavků na dovednosti a znalosti vyžaduje rozvoj terciárního vzdělání, zejména v technickém směru.

Důležitým aspektem terciárního vzdělání je nepříznivý demografický vývoj. Vrchol počtu studující na vysokých školách (popřípadě na vyšších odborných školách) byl zaznamenán v roce 2010. Od té doby počet studentů na těchto institucích spíše klesá (ČSÚ, 2014).

2.8.4 Změny lidských zdrojů v organizaci práce

Postupným vývojem technologického světa a průmyslu bude docházet k mnoha změnám. Nezmění se jen charakter práce, která bude prováděna, ale také počet pracovních příležitostí, struktura a organizace práce.

Změnou v charakteru práce bude hlavně mnohem větší míra odbourávání dělby práce. Výkon práce bude mnohem více propojený a kontinuální, bude také vyžadovat samostatnější rozhodování podporované kybernetickými systémy. Mnohem větší důraz bude kladen na monitorovací stránku práce, koordinaci a monitoring práce.

V pracovních skupinách bude častěji docházet k práci vykonávané za účelem řešení problémů s tím, že budou vznikat častěji náročné úkoly (projekty) vyžadující kreativní myšlení a nestrukturované problémy, k jejichž řešení nebudou dané postupy. Týmy pracovníků na sebe budou také vázány mnohem více virtuálním řešením, což se projevuje už v nynější době díky pokroku komunikačních technologií.

S odbouráním bariéry místa pracovního výkonu díky virtuálnímu spojení vyvstává větší důraz na jazykové schopnosti a schopnosti odbourat například i kulturní bariéry.

Mařík (2016) mluví také o formě „sebezaměstnání“, kdy pracovník s využitím informačních technologií nabídne své schopnosti více zaměstnavatelům. Což kromě zvýšení příjmů s sebou ponese i získávání rozmanitějších zkušeností, které opět ovlivní kreativitu a flexibilitu při řešení různých situací a problémů.

Nové technologie odstraní fyzicky nebezpečné práce, náročné a rutinní činnosti, což kromě bezpečnostních rizik odbourá rutinní myšlení. Větší prostor vznikne pro možné inovace a autonomie (Berkup, 2014).

Generace X, Y a Z – jak jsou nazvány generačně odlišené skupiny lidí, které již jsou v pracovním procesu (generace X a z velké části generace Y) nebo generace vstupující na trh práce (generace Z), očekávají jiné hodnoty od práce než předešlé generace. Více

se zaměřují na work-life balance (vyvážený život mezi pracovním a osobním životem), jiné hodnoty než zisk, flexibilitu a dematerializaci. Velmi odlišný přístup k práci s sebou ale nese psychické zatížení pro starší pracovníky, kteří se potýkají s tlakem na výše uvedené aspekty práce (Berkup, 2014).

Častým výsledkem studií, které jsou uváděny jsou předpoklady k zániku pracovních míst s růstem technologického pokroku. Jak uvádí například Frey a Osborne (2013), do roku 2050 zanikne až 50 % pracovních míst v tradičních odvětvích. Oponenti ovšem zmiňují například multiplikační efekt tvorby pracovních míst s novými technologiemi. Obecně je uváděno, že nejméně jsou ohroženy profese, které jsou spojeny s vysokou kvalifikací, invencí a empatií.

2.9 Změna v efektivitě a využívání zdrojů

Zavedení Průmyslu 4.0 výrazně zefektivní využívání zdrojů ve firmách. Mnohem více se firmy mohou zaměřit na zákazníka díky rychlejšímu reflektování na jeho požadavky. Zefektivnění zdrojů ve firmách může být až v desítkách procent (Mařík, 2016).

Bezpečnost práce

Pro organizace je například významným faktorem, že díky Průmyslu 4.0 bude zvýšena bezpečnost práce – díky senzorům, které detekují spolupráci s lidmi, jejich pohyb a činnost, kterou analyzují a vyhodnotí, případně upozorní na možné nebezpečí. Tím budou uchráněny lidské zdroje (Mařík, 2016).

Skladové hospodářství a logistika

Skladové hospodářství bude zefektivněno díky přehledu o stávajících zásobách a stavu v jednotlivých komponentech dodavatelského řetězce. Díky tomu podniky mohou v reálném čase optimalizovat výrobní a logistické procesy, snižovat skladovací zásoby a zefektivnit výrobu.

Díky využití tzv. IoT (Internet of Things) vznikají chytré produkty, jejich inteligence spočívá v kontinuálním sledování životního cyklu výrobku. Pro výrobní podniky je také nezbytný tzv. ITS (Intelligent Transport Systém), který integruje informační a komunikační technologie dopravního inženýrství. Logistický řetězec má tak možnost splnit podmínky pro koncept „Just in Time“, který nepočítá se skladovacími prostory (Mařík, 2016).

Automatický proces výroby

Na to navazuje automatický proces výroby. Téměř celý výsledný produkt může být vyráběn za pomoci robotu a automatizovaných jednotek. Dosavadní neúspěšné pokusy tzv. Dark factory, kdy je výroba vedena pouze pomocí automatických jednotek a robotů, plně, bez přítomnosti lidského faktoru, ukazuje na nefunkčnost takto plně automatizovaných výrob, nicméně vyšší uplatnění automatizovaných projektů je možné (Lengsfeld, 2021).

Například funkčními prvky takto automatizované výroby jsou vnitropodnikové vozíky, které přepravují výrobní prvky po podniku pomocí buď magnetických pásek nebo senzorů. Jsou nastavené pomocí čidel (tak aby byly bezpečné například při vpádu objektu do cesty) a naprogramované tak, aby znaly samy svou trasu a mohly tedy být neřízené fyzickou osobou na místě (Mařík, 2016).

Doprava

Dalším logistickým prvkem je samoříditelné auto, které se na určitých místech testuje, je do budoucna řešením pro transport materiálu a výrobků. U takových aut, stejně jako u robotů, je řešena také etická rovina, a to, kdo například ponese odpovědnost za dopravní nehodu a kdo je za cestu zodpovědný (Mařík, 2016).

Odpadní cyklus

Odpady, které jsou významnou otázkou pro výrobní firmy, jsou v Průmyslu 4.0 řešeny například pomocí bezdrátových senzorů, které jsou umístěny do kontejneru, kde jsou sledovány aktuální kapacity, predikce budoucích potřeb dle analyzovaných minulých dat a počítány nejvhodnější cesty ke svozu odpadu. Vozy svážející odpad jsou pak vedeny jen právě k těm kontejnerům, které je potřeba odvézt (Mařík, 2016).

2.10 Implementace Průmyslu 4.0

Implementaci Průmyslu 4.0 lze rozdělit na více druhých výzev, určitých druhů překážek, se kterými se společnosti potýkají při implementaci Průmyslu 4.0 (Bojic, Rikalovic, & Suzic, 2021).

2.10.1 Manažerské výzvy

Manažerské výzvy se týkají problémů manažerského rázu při implementaci Průmyslu 4.0. Mezi takové problémy lze zařadit například nedostatek zdrojů – finančních či lidských nebo například bezpečnostní problémy.

Manažeri řeší problematiku buď při zavádění celkového konceptu Průmyslu 4.0 nebo jeho jednotlivé kategorie.

Celkově se management musí potýkat s problematikou vysokých investic a jejich nejisté návratnosti při zavádění technologií. Tato problematika se týká hlavně malých a středních podniků, pro které často není finančně možné si dovolit nové technologie.

Vysoké náklady se pojí s potřebou zaškolit zaměstnance a organizovat takové aktivity. Navíc kromě školení je v řešení problém lidských zdrojů, kdy zaměstnanci nejsou ochotni se učit novým technologiím a mají strach ze ztráty místa.

Při zavádění je nutné managementem zajistit dostatečné množství příslušně vzdělaných lidí se správnými schopnostmi, kteří jsou ochotni dále komunikovat výhody inovací. Takoví lidé jsou klíčoví pro práci s integrací systémů ve výrobě.

Manažerskou výzvou je také práce s legislativou dané země, potažmo standardy v podniku, které nedovolují zavádění určitých technologií.

V neposlední řadě je v manažerské kompetenci celý proces implementace naplánovat a naplánovat i záložní situace (Bojic, Rikalovic, & Suzic, 2021).

2.10.2 Technologické výzvy

Technologické výzvy tkví v řešení problémů ohledně kompatibility zařízení, analýzy dat nebo například algoritmy.

- 1) Nedostatečná technologická vyspělost – existující technologie nejsou dostatečné, aby uspokojily požadavky na vysoce komplexní implementaci Průmyslu 4.0.
- 2) Nedostatečná integrace výrobního systému – která znamená, že výrobní systémy nejsou dostatečně horizontálně a vertikálně integrovány.
- 3) Nevědomost společnosti o stávajících technologiích Průmyslu 4.0 – kdy informovanost o stávajících technologiích je často mizivá.
- 4) Nedostatečná schopnost rekonfigurace výrobního systému – znamená nedostatečnou flexibilitu v reakci na požadavky trhu (Bojic, Rikalovic, & Suzic, 2021).

2.10.3 Výzvy zpracování dat

Výzvy týkající se zpracování dat je vícevrstnaté. Zpracování dat je však jedním z klíčových atributů práce s technologiemi Průmyslu 4.0.

- 1) Neschopnost extrahovat znalosti z dat a transformovat je na použitelná data.
- 2) Nestrukturovaný formát shromážděných dat z různých úrovní řízení a zdrojů.
- 3) Masivní data pro správu, ukládání a zpracování bez podpory adekvátní technologie.
- 4) Nedostatečná kvalita dat tkví v časté irelevanci, redundantnosti nebo nerealitě dat.
- 5) Nedostatečný výkon pro zpracování dat pro odezvu dat v reálném čase (Bojic, Rikalovic, & Suzic, 2021).

2.10.4 Lidské zdroje

Průmysl 4.0 s sebou přináší nové požadavky na lidské zdroje – na zaměstnance, kteří musí mít specifické dovednosti a znalosti. Problémy s lidskými zdroji a jejich výzvy jsou nejčastěji následující:

- 1) Nedostatek pracovníků sdílející vizi implementace Průmyslu 4.0 – což se týká hlavně vzdělaných pracovníků, kteří by byli otevření vůči zavádění nových technologií a dané změny komunikovali.
- 2) Rezistence pracovníků vůči zavádění – odpor je jedním ze zásadních problémů zavádění Průmyslu 4.0, které jej může zcela znemožnit (Bojic, Rikalovic, & Suzic, 2021; Harahap & Rafika, 2020).

2.10.5 Bezpečnostní výzvy a standardizace

Bezpečnostní výzvy odkazují na skutečnost, že důvěra výrobních společností vůči druhým stranám je velmi nízká. Většina společností není ochotna sdílet informace a ostatními společnostmi.

Problémem je také nespolehlivost ukládání dat na jednom centrálním místě s ohledem na možnost kybernetického útoku.

Pokud jsou ochotny sdílet informace, jsou zapotřebí zabezpečené protokoly konektivity tak, aby byla zajištěna komunikace v reálném čase bez překážek.

Ochrana dat souvisí s potřebou zajistit ochranu dat společností za pomoci bezpečných sítí. S tím dále souvisí standardizace dat, které je velmi těžké dosáhnout v rámci zavedení jednotné normy pro data (Bojic, Rikalovic, & Suzic, 2021).

2.10.6 Finanční výzvy

Výzvy týkající se finančních zdrojů jsou vázány hlavně v následující dvou faktorech (Bojic, Rikalovic, & Suzic, 2021):

- 1) Potřeba velkých investic do nových technologií, které odrazující část společností.
- 2) Nejistá návratnost investic, které odkazující na riziko, které s sebou investice přináší.

2.10.7 Výrobní systém

Výrobní systém je velmi závislý na integraci výrobních společností a procesů v nich. To ale obnáší překážku ve formě nedostatečně vyvinuté infrastruktury či dokonce nevyvinutí informační a technologické struktury.

Složitost výrobního systému, jenž obnáší Průmysl 4.0 odkazuje na neschopnost řídit systém, což souvisí s problematikou lidských zdrojů a jejich vzdělanosti (Bojic, Rikalovic, & Suzic, 2021).

2.10.8 Komunikační výzvy

Komunikační výzvy souvisí nejen s manažerskými schopnostmi, kdy je problémem nedostatek strategie přístupu k přijímání nových konceptů výroby, k čemuž je potřebná flexibilita dynamika pro dané výzvy.

Druhou rovinou komunikace je připojení k internetu, které je mnohdy nedostatečné. Nedostatečná konektivita ovlivňuje sdílení informací, sběr a poskytování dat (Bojic, Rikalovic, & Suzic, 2021).

2.10.9 Environmentální výzvy

Implementace Průmyslu 4.0 s sebou přináší problematiku zvýšeného množství spotřebované energie, kterou je potřeba užít. Reakčním aspektem je pak vznik emisí, které taková produkce může spustit. Společnosti musí dodržovat ekologické normy, kdy problémem může být i likvidace starých technologií (Moktadir, Ali, Kusi-Sarpong, & Shaikg, 2017).

3 Cíle a metodika

3.1 Cíl práce

Cílem této práce je prozkoumat připravenost vybraných podniků daného odvětví na prvky Průmyslu 4.0.

Práce má dílčí cíle:

- 1) Popsat a shrnout znalosti z oblasti Průmyslu 4.0 z literární rešerše, vymezit pojmy, rozlišit a charakterizovat specifikace daného tématu.
- 2) Zkoumat úroveň implementace Průmyslu 4.0 v daných podnicích a určit stav, ve kterém se dané společnosti nacházejí.
- 3) Provést rozbor a vyhodnotit přístup k implementaci Průmyslu 4.0 mezi jednotlivými společnostmi a jejich současný stav, zjistit mezery a navrhnout zlepšení a opatření pro lepší konkurenceschopnost.

3.2 Metodika práce

Tato práce je rozdělena na dvě části – teoretickou a praktickou část. Teoretická část je zaměřena na shrnutí prostudovaných poznatků na téma Průmyslu 4.0 a jeho implementace do podniků z tuzemských a zahraničních pramenů.

Hlavními poznatky je shrnutí prvků, které se technologií Průmyslu 4.0 týkají, dále atributy současného stavu jako ukazatele pro implementaci technologií Průmyslu 4.0 a samotné výzvy, které se pojí k implementaci.

Praktická část je tvořena analýzou vybraných podniků. Pro analýzu jsou využity poznatky z literární rešerše, výzkumné dotazníkové šetření, strukturované rozhovory a vlastní pozorování ve vybraných společnostech.

K výzkumnému šetření je využit Index zavedení Průmyslu 4.0 (IPP4.0), který je modelem sloužícím k detekci připravenosti podniků na koncepci Průmyslu 4.0 a je navržen na základě literárních pramenů a výsledků výzkumu řešitelským týmem výzkumného projektu Grantové agentury Jihočeské univerzity 047/2019/S (Rolínek, Vrchota, & Pech, 2022).

Kvalitativní šetření je založeno na strukturovaných rozhovorech s vedením společností, vlastním pozorování a poznatcích z návštěv v daných podnicích.

Úroveň implementace je srovnána s výzkumem uvedeným v literárním přehledu, Bojice, Rikalovice a Suzice (2021), kteří uvádí ve svém výzkumu 9 výzev spojených

s implementací Průmyslu 4.0. Tyto výzvy jsou ze získaných informací popsány u všech společností.

3.2.1 Výzkumné šetření

Dotazník je vytvořen jako konstrukce indexu IPP 4.0 v podnicích a je založen na hodnocení následujících oblastí (Rolínek, Vrchota, & Pech, 2022):

- 1) Úroveň zavedení technologií Průmyslu 4.0 (Technologie).
- 2) Úroveň digitalizace procesů (Procesy).
- 3) Bariéry zavedení Průmyslu 4.0 (Zdroje).
- 4) Konkurenční výhoda (Dopady).
- 5) Vnitřní vlastnosti (Výhody).

Každá kategorie obsahuje 10 otázek, ve kterých se odpovídá na bodové škále od 1 do 5. Zjišťovány jsou informace ohledně technologií zavedených v podniku, digitalizace v podniku, překážkách bránících inovacím a implementaci Průmyslu 4.0, konkurenčních výhodách (vnějších výhodách implementace) a vnitřních vlastnostech implementace.

Výzkumná šetření byla poskytnuta společnostem v lednu 2022 čtyřem zástupcům společností Löttco GmbH & Co. Kg, Linaplast s.r.o., Schürmann s.r.o. a Ebas spol. s r.o.

Data a sémantické diferenciály jsou zpracovány v programu MS Excel.

3.2.2 Strukturované rozhovory

Rozhovory mají za cíl detailněji prozkoumat oblasti implementace Průmyslu 4.0 v podnicích z pohledu vedení společností.

Rozhovory proběhly v březnu 2022 s vedením výše uvedených podniků. Strukturovaný rozhovor má 11 předem připravených otázek. Jsou zaměřeny hlavně na postoje k implementaci, lidské zdroje a představu o budoucnosti rozvoje.

Rozhovory probíhaly i nestrukturovaně během návštěv daných podniků, kdy vedoucí komentovali konkrétní situace a otázky z výzkumného šetření, které jsou o poznámky vedení doplněny.

4 Výzkum připravenosti podniků na Průmysl 4.0

Analýza vybraných podniků je založena na výsledcích dotazníkového šetření, které bylo vytvořeno Rolínkem, Vrchotou, Pechem a kol. (2022). Jím byl vytvořen Index zavedení Průmyslu 4.0 (IPP4.0) pro detekování připravenosti podniků na koncept Průmyslu 4.0.

Autoři se odkazují na Wanga a kol. (2017), který tvrdí, že přechod na Průmysl 4.0 je potřeba vnímat v 6 úrovních, mezi které patří:

- Integrace a kooperace – všechny prvky jsou propojeny a vzájemně spolupracují.
- Virtuální svět – procesy (jako návrhy, simulace a další) se odehrávají ve virtuálním světě.
- Decentralizace – lidská činnost je přenechána automatizovaným zařízením.
- Kapacity v reálném čase – simulace napomáhají redukovat potřebné procesy v reálném čase.
- Orientace na služby – internet služeb nabízející služby.
- Modularita – flexibilní reakce na požadavky.

Dále byly vedeny řízené rozhovory a pozorování situace v jednotlivých podnicích.

4.1.1 Index zavedení Průmyslu 4.0 (IPP4.0)

„Index zavedení Průmyslu 4.0 (IPP 4.0) představuje model, který slouží k detekci připravenosti podniků na koncepci Průmyslu 4.0. IPP 4.0 byl navržen na základě literárních pramenů a výsledků výzkumu řešitelským týmem výzkumného projektu Grantové agentury Jihočeské univerzity 047/2019/S. Konstrukce indexu IPP 4.0 v podnicích je založena na hodnocení následujících oblastí:

- 1) *Úroveň zavedení technologií Průmyslu 4.0 (Technologie)*
- 2) *Úroveň digitalizace procesů (Procesy)*
- 3) *Bariéry zavedení Průmyslu 4.0 (Zdroje)*
- 4) *Konkurenční výhoda (Dopady)*
- 5) *Vnitřní vlastnosti (Výhody)“* (Rolínek, Vrchota, & Pech, 2022)

4.2 Výzkumné šetření případových studií

Výzkumné šetření bylo provedeno u výzkumných případů, které jsou ve více popisných rysech podobné v rámci území, jsou podobně velké – čítají podobný počet zaměstnanců a strukturu managementu firem a jejich produkt je určen pro stejný průmysl.

Šetření bylo provedeno v únoru 2022 ve čtyřech společnostech, které se zabývají výrobou automobilových komponentů. Jedná se o malé a střední podniky. Management je shodně u společností veden jednou osobou a jejím zástupcem.

Společnosti budou dále uváděny pro přehlednost ve výzkumné části jako:

- Löttco – Löttco Gmbh & Co. Kg
- Linaplast – Linaplast s.r.o.
- Schürmann – Schürmann s.r.o.
- Ebas – Ebas spol. s r.o.

Jednotlivé společnosti v diplomové práci fungují jako výzkumné případy v případových studiích založených na prvcích Indexu IPP4.0.

Výzkumné případové studie zde mají jako cíl komplexní zachycení jevů ve společnostech a zamezení redukci díky měřitelným proměnným a sadám parametrů. Analýza kvalitativní evidence je založena na analýze obsahu a vzájemných vazbách (analýza mezi případy) (Strach, 2007).

4.2.1 Úroveň zavedení technologií Průmyslu 4.0 (Technologie)

V první sadě otázek měly společnosti za úkol uvést míru zavedení technologií na stupnici od 1 (nezavedená) do 5 (zavedená) – pokud nezaškrtnli tlačítko relevance, kdy otázku nechali bez odpovědi.

Úroveň zavedení technologií Průmyslu 4.0 obsahovala deset bodů:

- Cloud (úložiště dat).
- IT infrastruktura (rychlost, stabilita).
- Informační systémy (ERP, MES).
- Propojená data, stroje a zařízení spolu komunikují (M2M, internet věcí).
- Využíváme robotů, robotických paží.
- Mobilní koncová zařízení (tablety, mobily, PDA, HMI).
- Využíváme snímače a senzory.
- Využíváme učící software (machine learning).
- Využíváme virtuální reality (simulace, digitální dvojčata, rozšířená realita).

V tabulce níže (Tabulka 1) můžeme vidět dané kategorie s výsledky společností. Výsledné hodnoty pak byly průměrovány jak pro danou kategorii, tak pro jednotlivé firmy.

Tabulka 1: Úroveň zavedení technologií Průmyslu 4.0

Technologie	EBAS	LINAPLAST	LÖTTCO	SCHÜRMANN	Průměrné hodnoty v kategorii
Cloud (úložiště dat)	1	5	5	4	3,75
IT infrastruktura (rychlost, stabilita)	5	5	3	5	4,5
Informační systémy (ERP, MES)	5	5	2	4	4
Propojená data, stroje a zařízení spolu komunikují (M2M, internet věcí)	3	5	3	1	3
Využívání robotů, robotických paží	4	5	5	3	4,25
Mobilní koncová zařízení (tablety, mobily, PDA, HMI)	1	5	3	2	2,75
Využíváme snímače a senzory	5	5	5	2	4,25
Využíváme učící software (machine learning)	3	3	3	1	2,5
Využíváme virtuální reality (simulace, digitální dvojčata, rozšířená realita)	4	4	4	1	3,25
3D tisk	5	5	5	4	4,75
Průměrné hodnoty pro společnost	3,6	4,7	3,8	2,7	

Zdroj: vlastní zpracování

Nejlépe z dané kategorie pro společnosti vyšlo zavedení 3D tisku, kterému se věnují všechny dané firmy. Společnost Schürmann a Löttco jej využívají hlavně pro vývoj nových výrobků a jejich prototypy. Ebas využívá 3D tisk pro kontrolní přípravky.

Nejpokročilejší technologii vlastní společnost Linaplast, která využívá 3D tisk pro sériovou výrobu. Vlastní několik 3D tiskáren s vlastním zázemím, které bylo uzpůsobeno laboratorními podmínkami pro speciální odvětrávání, ideální teplotu a tlak v místnosti s 3D tiskem. 3D tiskárny navíc využívají skrze různé materiály.

Jedny z nejvíce rozdílných odpovědí náležely v kategorii o zavedení technologií cloudovému systému.

Společnost Löttco například uvedla fungování cloudu, kdy veškerá data společností jsou zpracovávána prostřednictvím firemních serverů, připojení fyzických subjektů probíhá pomocí VPN (virtuální privátní síť) a přístup získává k otázkám výrobních dokumentů, výzkumných materiálů, personálních, finančních či logistických dokumentů. Ne všichni pracovníci ve firmách mají přístup ke všem složkám a serverům, ty jsou omezeny ze strany top managementu a oddělení informačních technologií.

Společnost Ebas na rozdíl od toho uvedla, že Cloudem disponovala, a před dvěma lety systém nechala zrušit. Cloud byl veden externí firmou. Firma s cloudovým systémem nebyla spokojená a změnili systém na zavedení svých serverů, kde probíhají v průběhu dne zálohy.

Problémy informací v cloudu uvedly společnosti Löttco a Schürmann. Společnosti vlastní velké množství historických, archivovaných dat ve fyzické podobě, k jejichž digitalizaci dochází postupně a cloudová úložiště tak neobsahují všechny informace.

Ač pro společnosti v průměru dobře vyšla i kategorie informačních systémů, průměr snížila odpověď společnosti Löttco, jelikož jako jediná nemá plně zavedený ERP systém,

tedy systém na řízení společností. Löttco na zavádění teprve pracuje. Ostatní firmy shodně využívají systémy společnosti HELIOS, která se specializuje na informační systémy pro malé a střední podniky.

Roboti a jejich využití je společným tématem ve všech společnostech. Pro společnosti vyrábějící automobilové díly se jedná o velice aktuální téma. Dle pozorování je nejvíce automatizovanou společností firma Linaplast, která využívá nejvíce automatických výrobních linek s robotickými zařízeními. Další společnosti vnímají téma stejně aktuální a shodně nejvíce investic do výroby jde právě na robotické linky. Zajímavým faktem je, že společnosti pořizují robotická zařízení i dle přání zákazníka. Zákazník, který si například objedná specifický výrobek s konkrétním postupem výroby, zavádá i podnět k tomu, zda nekoupit robota/robotický výrobek na výrobu tohoto dílu. Pokud se daný postup společnosti vyplatí, má motivaci linku kupovat.

Tablety jsou nejvíce využívány ve firmě Linaplast, která se snaží absolutně odbourat papírovou dokumentaci a nyní už ve všech výrobních linkách mají pouze tablety pro práci s daty. Schürmann a Ebas tablety téměř nevyužívají.

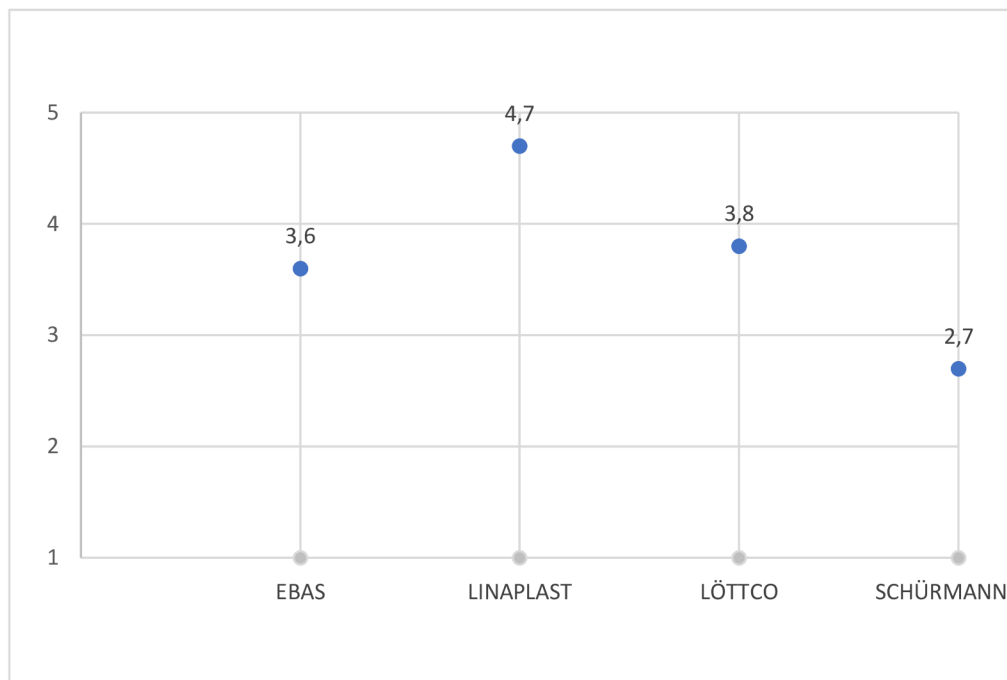
Snímače a senzory jsou největším tématem pro kontrolu správnosti dílů, které se po nasnímání odesílají do cloudu, kde se vyhodnocují. Ty příliš nevyužívá pouze firma Schürmann. V ostatních společnostech k využívání snímačů v poledních letech dochází víc hojně.

K virtuální realitě se společnosti staví pozitivně. Společnost Löttco přemýšlí do budoucna a možnosti pomocí virtuální reality například školit BOZP nebo jej využít pro ukázkou návrhů dílů pro zákazníka. Pro společnost Ebas již toto v praxi funguje, pomocí VR probíhá modelování nástrojů a jejich činnost nebo simulace výrobků.

Nejhůř z kategorie zavedení Technologie dopadlo využití učícího softwaru. O tom mají společnosti buď velmi slabé povědomí nebo jej teprve testují na prvních výrobních linkách, jako společnost Ebas, která machine learning testuje nyní na prvních robotech.

Na níže uvedeném grafu (Graf 1) jsou uvedeny průměrné hodnoty odpovědí daných respondentů v dané kategorii. Nejlépe dopadla společnost Linaplast, která má zavedení technologií na vysoké úrovni i dle pozorování. S průměrnou hodnotou 4,7 disponuje silnými stránkami v oblasti technologií průmyslu 4.0. Nejhůře v kategorii dopadla společnost Schürmann s hodnotou průměru 2,7.

Graf 1: Úroveň zavedení technologií Průmyslu 4.0



Zdroj: vlastní zpracování

4.2.2 Úroveň digitalizace procesů (Procesy)

Následující sada otázek se zabývala úrovní digitalizace procesů u společností. Míra zavedení digitalizace byla v téže stupnici, jako sada předchozí. Společnosti měly uvést míru zavedení digitalizace od 1 (málo) do 5 (hodně).

Sada otázek byla následující:

- Sbíráme data.
- Analýza dat.
- Sdílení dat s dodavateli.
- Propojení organizačních oddělení.
- V organizaci je digitalizována administrativa.
- Digitalizace návrhu výrobků (služeb).
- Digitalizováno je plánování výroby.
- Digitalizováno je vlastní řízení výroby.

- Zákazník si může individuálně online přizpůsobit produkt.
- Všechny systémy, zařízení, stroje jsou integrovány do informačních systémů.

Tabulka níže (Tabulka 2) uvádí hodnoty odpovědí v daných podkategoriích u daných společností. Barevně vyznačené jsou průměrné hodnoty v kategorii a průměrné hodnoty pro společnost.

Tabulka 2: Úroveň digitalizace procesů

Procesy	EBAS	LINAPLAST	LÖTTCO	SCHÜRMANN	Průměrné hodnoty v kategorii
Sbíráme data	5	5	5	2	4,25
Analýza dat	5	5	5	2	4,25
Sdílení dat s dodavateli	3	3	5	3	3,5
Propojení organizačních oddělení	5	5	5	3	4,5
V organizaci je digitalizována administrativa	4	5	3	4	4
Digitalizace návrhu výrobků (služeb)	3	5	4	5	4,25
Digitalizováno je plánování výroby	1	5	1	2	2,25
Digitalizováno je vlastní řízení výroby	5	5	1	2	3,25
Zákazník si může individuálně online přizpůsobit produkt	4	1	3	1	2,25
Všechny systémy, zařízení, stroje jsou integrovány do informačních systémů	3	4	3	2	3
Průměrné hodnoty pro společnost	3,8	4,3	3,5	2,6	

Zdroj: vlastní zpracování

Nejsilnější stránky mají společnosti v průměru v kategorii Propojení organizačních oddělení a Digitalizace návrhu výrobků.

Co se týče propojení organizačních oddělení, zásadním atributem je fakt, že všechny firmy se řadí mezi malé a střední podniky. Organizace se tedy nedělí na mnoho celků, navíc jsou ty stávající v těsném kontaktu, jejich propojení není proto organizačně ani technicky tak náročné. U všech firem kromě Löttca tomu systémově napomáhá Helios.

Digitalizace návrhu výrobků je již běžnou praxí u všech společností. Společnosti nevyužívají pro žádné účely papírové výkresy, vše je vytvářeno pomocí programů specializovaných pro dané výrobky.

Obstojně si společnosti vedou ve sběru a analýze dat. Ta je klíčová hlavně při kontrole výrobků. Například ve společnosti Löttco jsou skenovány hotové výrobky nebo jejich části a kontrolovány systémem správnosti těchto dílů. V Linaplastu tato kontrola probíhá automaticky. Schürmann všechna data v tuto chvíli nesbírá. Společnosti využívají data i pro analýzu chybovosti a další potřebu zdokonalování dílů. Je potřeba si uvědomit, že automobilové díly jsou společností vyráběny do různých částí automobilů, několik z firem se přímo zabývá bezpečnostními prvky vozidel, které jsou přísně normované, a proto je jejich systém kontroly pro společnosti klíčový. Společnosti se také shodly, že využívají digitálních reportů a analýz, které jsou pro firmy různé jen co se týče četosti těchto reportů. Firmy analyzují denní reporty, poté různě buď týdenní, měsíční, čtvrtletní nebo roční dle potřeby dané analýzy nebo zkoumaného ukazatele.

Administrativa je ve většině firem plně digitalizována, také za pomoci určitých informačních systémů, kromě společnosti Löttco, která řeší zavedení výrobního systému, kterým disponuje pouze mateřská společnost v Německu. Například některé logistické dokumenty se vyplňují v ruce.

Sdílení dat s dodavateli je pro společnosti také složité téma. Společnosti využívají systémy EDI – Electronic Data Interchange – které slouží pro komunikaci mezi obchodními partnery pro výměnu dokumentů ve strukturovaných formátech. Týkají se hlavně sdílení dat o nakládkách, vykládkách, kdy se materiály nebo zboží objednaly, jak se odeslaly a informace o cestě. Společnosti se ale u otázky shodly na opatrnosti ve sdílení dat, která má návaznost v kategorii bezpečnosti systémů pro Průmysl 4.0. Společnosti mají různé metodologie, certifikace a patenty, které je činí specifickými na trhu, proto sdílení všech informací s dodavateli berou s určitou rezervou.

Plánování výroby a řízení výroby rozdělilo podniky na ty, které systém ERP mají zavedený, ty, které jej teprve plánují zavést a společnost, která systém na plánování založený měla a zrušila jej.

Linaplast využívá služeb Helios, který například umožňuje plánování výroby, evidenci a sběr dat z technologií v reálném čase. Pro firmu Löttco a Schürmann je systém ERP v aktuálním řešení, jelikož plánování výroby je zatím zaštitěno německou pobočkou, která o těchto věcech rozhoduje, což s sebou nese mnoho problémů, kterými jsou v první řadě zdoluhavá komunikace a časové prodlevy. V praxi nyní chodí například ve firmě Löttco týdenní odvolávky z mateřské firmy, kde jsou stanoveny velikosti a termíny dílčích dodávek či způsoby balení, pobočka v České republice dle toho vytváří týdenní rozpisy. Případné změny jsou řešeny prostřednictvím e-mailu, což je velice zdoluhavé a pro firmu neefektivní.

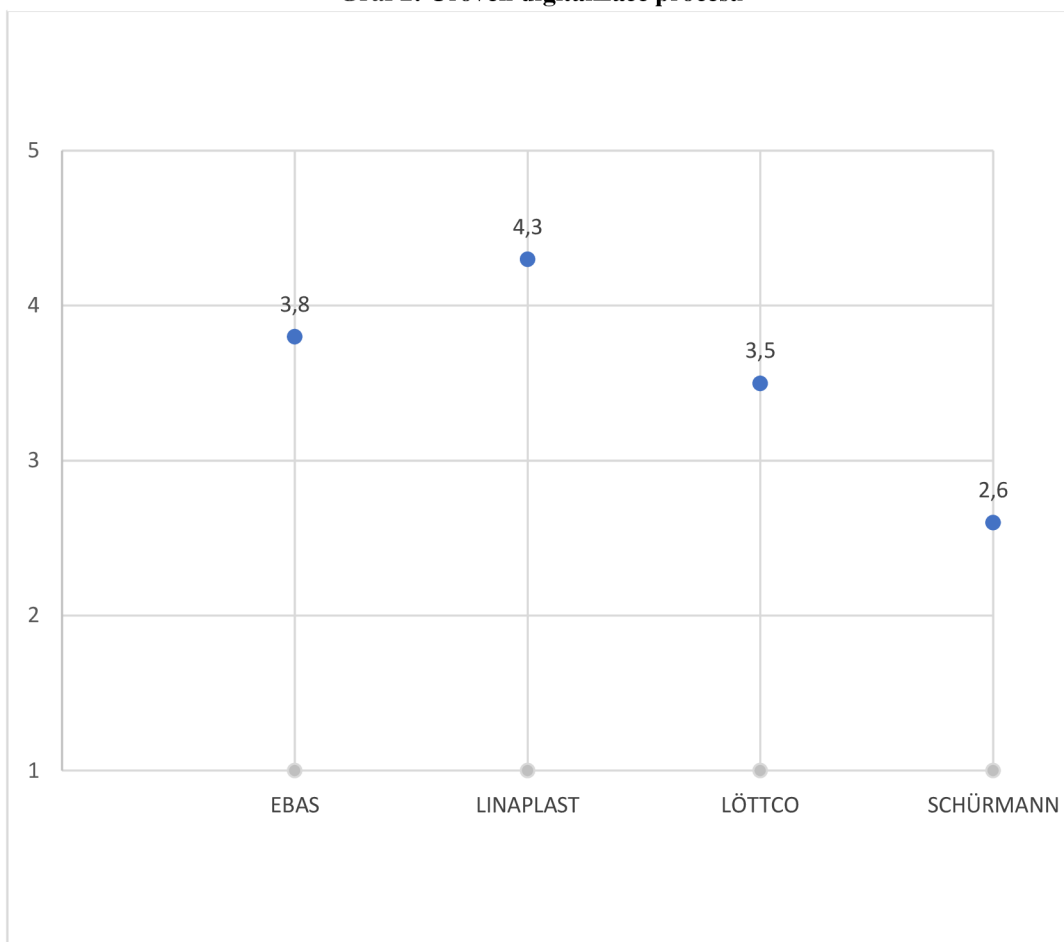
Pro společnost Ebas bylo téma digitalizace plánování výroby a digitalizace samotného řízení výroby přes předpokládanou blízkost témat absolutně odlišené. Systém plánování výroby měli systémové a zcela se jim neosvědčilo, proto jej dělají ručně – pomocí tabulí a štítků. Výrobu mají na rozdíl od toho řízenou zcela automaticky.

Zcela nejnižší hodnoty spolu s plánováním výroby mají data u možnosti zákazníka si online individuálně přizpůsobit produkt. V tomto ohledu se také společnosti rozcházejí. Více tuto možnost nabízí společnost Ebas, která má u více výrobků možnost tímto způsobem výrobek přizpůsobovat a měnit. Löttco tuto možnost nabízí pouze ve fázi

vývoje a prototypové fázi produktu. Prototyp nelze uzpůsobovat, jakmile vejde do sériové výroby tak snadno. Za změnou stojí řada složitých procesů, které z větší části nejsou online. Ostatní společnosti se shodují, že potřeba upravovat a přizpůsobovat produkt stojí velmi na osobní komunikaci mezi společností a zákazníkem. Proces tedy bez náročných softwarových řešení nelze aplikovat. Pro společnost Schürmann a Linaplast je v tuto chvíli nevýhodné takové investice poskytovat.

V grafu níže (Graf 2) jsou uvedené průměrné hodnoty pro kategorii úrovně zavedení procesů pro jednotlivé společnosti. Nejlépe je tedy na tom s digitalizací dle dotazníkového šetření společnost Linaplast (s průměrem 4,3), dále Ebas (3,8), Löttco (3,5) a nejméně pokročilou úroveň vykazuje společnost Schürmann (2,6).

Graf 2: Úroveň digitalizace procesů



Zdroj: vlastní zpracování

4.2.3 Bariéry zavedení Průmyslu 4.0 (Zdroje)

V této kategorii společnosti uváděly míru významu bariéry od 1 (málo významná) do 5 (velmi významná). Pro významnost daných bariér byla jako u jediné kategorie škála opačná. Nejvýznamnější bariéry, největší problémy jsou tedy nejvýše hodnocené, přestože mají opačný efekt na společnost.

V otázkách bariér byly hodnoceny následující kritéria:

- Vytvářet široké produktové řady.
- Diferenciace produktu.
- Rozlišování výroby a prodeje (růst trhu).
- Zajištění individuálních požadavků zákazníků (kustomizace).
- Využívání tržních příležitostí.
- Schopnost získávat nové zákazníky.
- Zajištění tržní pozice (podíl na trhu).
- Budování značky, jména na trhu.
- Zaměření na tržní segment (nikový trh)
- Sociální odpovědnost, udržitelnost.

V níže uvedené tabulce jsou uvedeny hodnoty odpovědí jednotlivých společností. Průměrné hodnoty v kategorii i průměrné hodnoty pro společnost jsou vyznačeny na barevné škále opačně, než tomu bylo u kategorií předchozích. Významně vnímané bariéry mají barvu do červených odstínů, méně významné zelenou barvu.

Tabulka 3: Bariéry zavedení Průmyslu 4.0

Zdroje	EBAS	LINAPLAST	LÖTTCO	SCHÜRMANN	Průměrné hodnoty v kategorii
IT zdroje	1	4	3	3	2,75
Finanční zdroje	1	4	3	2	2,5
Výrobní zdroje (stroje, zařízení)	3	4	3	2	3
Lidské zdroje	4	4	5	5	4,5
Vztahy s partnery	1	4	3	2	2,5
Nedostatek informací	1	4	2	3	2,5
Bezpečnost	1	4	1	3	2,25
Management (nutnost zavedení změn)	2	3	3	2	2,5
Organizační bariéry	1	3	5	2	2,75
Státní správa a administrativa	2	2	1	2	1,75
Průměrné hodnoty pro společnost	1,7	3,6	2,9	2,6	

Zdroj: vlastní zpracování

Největší bariérou, na které se shodly společnosti, je bariéra lidských zdrojů. Lidské zdroje, respektive jejich nedostupnost si uvědomují všechny dané společnosti. V nynějších podmínkách na trhu práce je pro dané společnosti absolutní nedostatek pracovníků s potřebnými znalostmi, jedná se zejména o programátory, obsluhu robotických linek a seřizovače. Jelikož se jedná o totožné odvětví, problémy jsou téměř

identické. Navíc společnosti Ebas, Löttco a Schürmann se nacházejí v dojezdové vzdálenosti od Prahy, která nabízí velmi dobré podmínky pro takové pracovníky, proto všechny neustále řeší strategie na získávání takových zaměstnanců. Firma Linaplast je navíc specifická tím, že mnoho technologií si vytváří a vyhledává na trhu sama. Inovace jsou pro firmu stěžejní, proto hledá velmi specifické zaměstnance, kteří přinesou nový pohled na velmi úzký obor technologií, které jsou ve společnosti využity. Otázky ohledně lidských zdrojů jsou více specifikované v řízených rozhovorech v následujících kapitolách.

U IT zdrojů se ve společnostech ukázalo, že jejich nynější kapacita je dostatečná pro dané potřeby. Není ale jisté, jak dlouho při rychlém pokroku budou stačit. Softwary a datová náročnost je u automatizovaných linek veliká, proto jsou si shodně společnosti vědomy toho, že bude potřeba zdroje obnovovat rychleji, než tomu bylo dřív.

Finanční zdroje a jejich rozvržení zmiňovala při pozorování například firma Löttco, která uváděla pro příklad s finančními zdroji situaci, kdy centrála firmy rozhoduje o finančním přerozdělení na rok a možnosti jsou vázány i na zákazníky. Pro určité financování nových technologií je potřeba garance odběrů, kterou zákazníci nechtějí poskytovat.

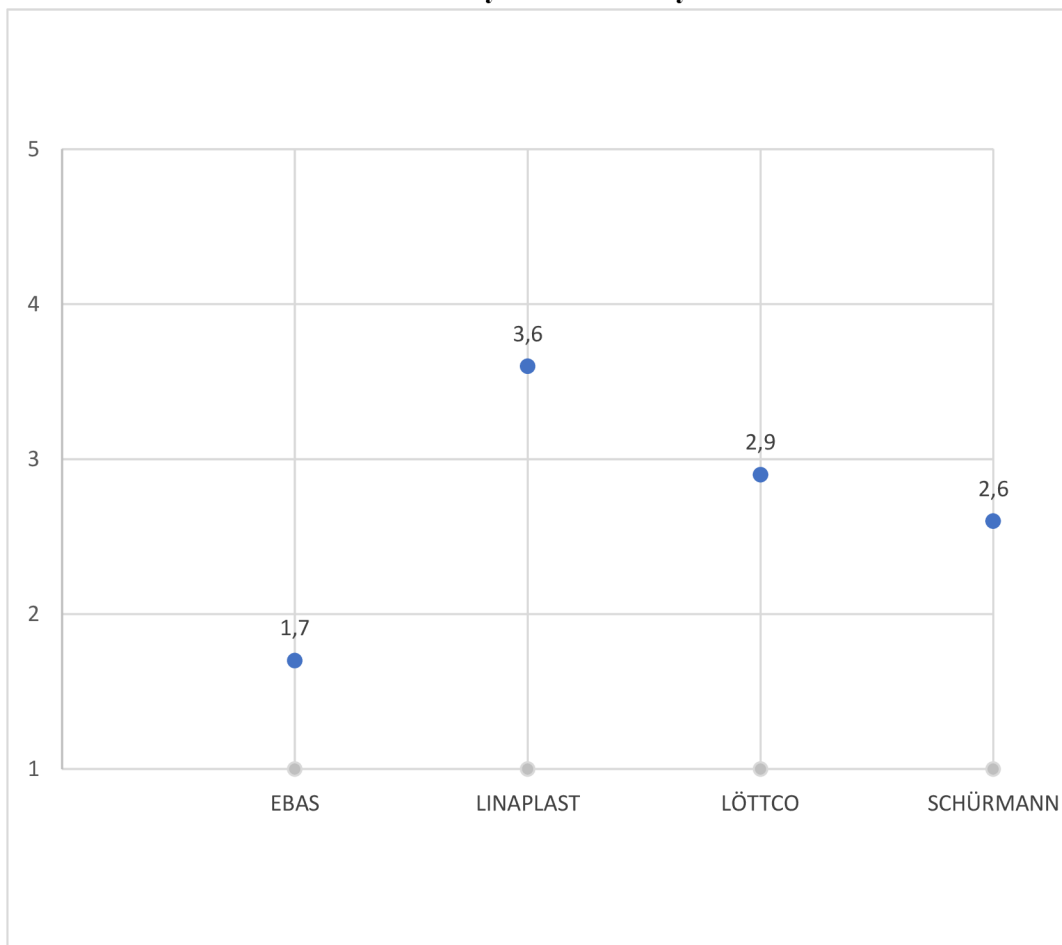
Jako bariéru vyššího významu označila jako jediná na vyšší stupnici bezpečnostní rizika firma Linaplast. Pro Linaplast je bezpečnost rizikem hlavně z důvodu možného úniku informací o technologických postupech, na který bere zřetel.

Pozitivním faktem je, že ani pro jednu z firem není překážkou implementace Průmyslu 4.0 otázka bariér ze strany managementu. V daném průmyslu jsou si dle nich již všichni vědomi nutnosti udržovat tempo inovací pro vytvoření konkurenceschopnosti na trhu.

Přínosnou je také státní správa a administrativa, kterou společnosti zhodnotili na stupnici jako nejmenší překážku.

Na grafu níže (Graf 3) si můžeme povšimnout, že v průměru nejvíce bariér vnímá firma Linaplast (3,6), s větším odstupem Löttco (2,9) a Schürmann (2,6). Nejméně bariér vnímá společnost Ebas (1,7).

Graf 3: Bariéry zavedení Průmyslu 4.0



Zdroj: vlastní zpracování

4.2.4 Konkurenční výhoda (Dopady)

V této kategorii měly společnosti hodnotit, jak ovlivňují zavedené technologie a procesy Průmyslu 4.0 jejich konkurenceschopnost od 1 (málo) do 5 (hodně).

V kategorii se nacházely následující dopady:

- Vytvářet široké produktové řady.
- Diferenciace produktu.
- Rozlišování výroby a prodeje (růst trhu).
- Zajištění individuálních požadavků zákazníků (kustomizace).
- Využívání tržních příležitostí.
- Schopnost získávat nové zákazníky.
- Zajištění tržní pozice (podíl na trhu).
- Budování značky, jména na trhu.
- Zaměření na tržní segment (nikový trh).
- Sociální odpovědnost, udržitelnost.

V tabulce níže jsou uvedeny jednotlivé odpovědi dotazovaných organizací, průměrné hodnoty pro danou kategorii a průměrné hodnoty pro společnost.

Tabulka 4: Konkurenční výhoda

Dopady	EBAS	LINAPLAST	LÖTTCO	SCHÜRMANN	Průměrné hodnoty v kategorii
Vytvářet široké produktové řady	5	1	4	3	3,25
Diferenciace produktu	4	1	2	4	2,75
Rozlišování výroby a prodeje (růst trhu)	4	3	3	3	3,25
Zajištění individuálních požadavků zákazníků (kustomizace)	3	3	2	4	3
Využívání tržních příležitostí	3	3	4	4	3,5
Schopnost získávat nové zákazníky	1	4	4	3	3
Zajištění tržní pozice (podíl na trhu)	1	4	4	2	2,75
Budování značky, jména na trhu	1	5	3	2	2,75
Zaměření na tržní segment (nikový trh)	3	3	2	4	3
Sociální odpovědnost, udržitelnost	5	4	3	4	4
Průměrné hodnoty pro společnost	3	3,1	3,1	3,3	

Zdroj: vlastní zpracování

V průměru nejvýše hodnocenou částí je v průměru sociální odpovědnost a udržitelnost. Zde se komentáře během pozorování velmi lišily v závislosti technologií použitých ve výrobě a výsledných produktech společností. Například firma Löttco a Ebas, které se zabývají hlavně lisováním a ohýbáním kovových dílů, berou za velmi důležité z hlediska udržitelnost hlavně odpadové hospodářství, které je pro zpracování kovů velmi specifické. Pro všechny společnosti shodné je hledisko zodpovědnosti za zaměstnance, jelikož si firmy uvědomují, že manipulace s některým typem dílů může být pro pracovníky riziková například při neopatrnosti. Jak je uvedeno výše, Löttco a Ebas se zabývají zpracováním kovů, hlavním materiálem firem Linaplast a Schürmann je práce s plastem, ten například zpracovávají pomocí vstřikovacích lisů, s nimiž musí být práce velmi zodpovědná a opatrná.

V kapitole o zavedení technologií byl uváděn 3D tisk, s nímž pracují více či méně všechny společnosti. Z hlediska udržitelnosti je pro Linaplast 3D tisk důležitý, jelikož se jedná o téměř bezezbytkovou výrobu. Linaplast také v rámci své firmy staví solární panely pro co největší energetické soběstačnosti. Takto získaná energie například putuje do jejich elektromobilů, která jsou využívána jako služební vozidla.

I proto je pro Linaplast otázka Průmyslu 4.0 klíčová pro budování značky – také jako jediná společnost ohodnotila dopad Průmyslu 4.0 na budování značky. Linaplast stále inovuje své technologie a prostředí ve firmě a jeho inovace tvoří jméno společnosti, která je díky tomu na trhu unikátní.

Dalším významným bodem v této kategorii bylo využívání tržních příležitostí. Pro společnosti je v tomto tématu shodný pohled na nynější situaci na trhu, kdy možných

zakázek a projektů je dost, pracovní síly ale nikoliv. S novými technologiemi je možné docílit vyšší produktivity, kterou lidský kapitál nemůže nabídnout.

S tím se pojí i téma schopnost získání nových zákazníků, kdy v automobilovém průmyslu dochází k velkým změnám, například ve využití elektromobility nebo testování samořiditelných aut. Takové výsledné technologie ale kladou vysoké požadavky na výrobu. Takové požadavky společnosti mohou splnit právě za pomoci technologií Průmyslu 4.0.

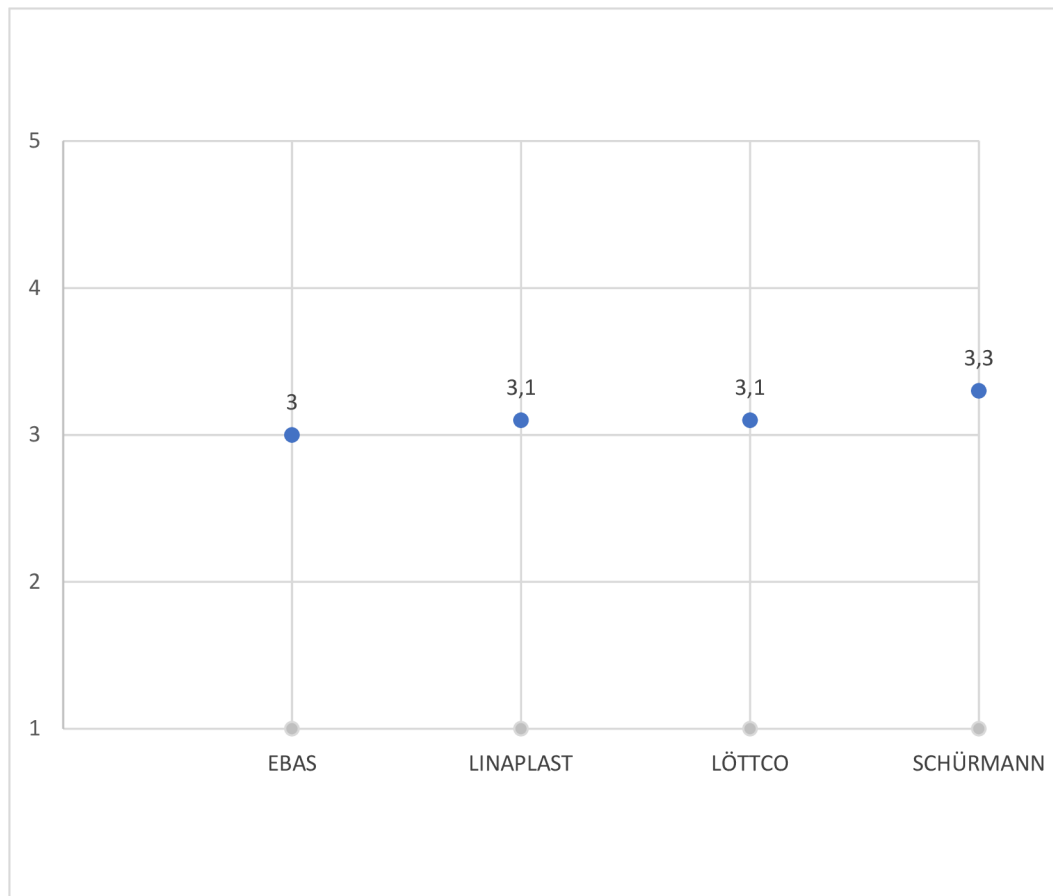
Nižší hodnoty v kategorii dopadů mělo zaměření se na tržní segment (nikový trh) a vytváření široké produktové řady. Firmy tvoří již v nynější době specifické produkty, tvoří komponenty pro specifický průmysl, který tvoří jejich segment. Společnosti se tedy naopak snaží expandovat i na jiné trhy. Jediný, pro koho je více důležité se zaměřit nikový trh, je společnost Schürmann. Neshoda nastala i u druhé otázky vytváření široké produktové řady. Širší produktové řady jsou spíše důležité pro Ebas, Löttco a Schürmann, skoro nedůležitý dopad je to pro firmu Linaplast. Linaplast v této době disponuje širokou řadou produktů, jejich inovace jsou velmi postupné čili škála produktů se nemění skokově.

Zcela nejnižšími hodnotami byla ohodnocena diferenciací produktu. Pro Linaplast a Löttco se jádro produktu novými technologiemi nezmění, pouze bude docházet ke zdokonalování výrobní technologie. Portfolio je pro automobilovou divizi široké.

Löttco k tématu uvedlo, že rychlé vzestupy a velké změny v příliš krátkém čase vedou k velkým pádům, navíc jsou si vědomi, že nejsou velkou firmou, proto dbají na kaizen teorii zlepšování, tedy aby změny byly postupné a plynulé.

Na níže uvedeném grafu (Graf 4) jsou uvedené hodnoty konkurenční výhody plynoucí ze zavedení Průmyslu 4.0. Nejvyšší hodnotu v této oblasti zaujal Schürmann (3,3), za ním shodně Löttco a Linaplast. Nejnižší hodnoty vykázal Ebas (3).

Graf 4: Konkurenční výhoda



Zdroj: vlastní zpracování

4.2.5 Vnitřní vlastnosti (Výhody)

V poslední části dotazníku měly společnosti uvést, jak ovlivňují zavedené technologie a procesy Průmyslu 4.0 jejich konkurenceschopnost z vnitřního hlediska společnosti. Odpovědi byly hodnoceny od 1 (málo) do 5 (hodně).

Kategorie obsahovala níže určené body:

- Vyšší produktivita.
- Lepší kvalita.
- Zajištění rentability.
- Flexibilita a pružnost.
- Rychlost provádění procesů.
- Snižování nákladů.
- Odstraňování a eliminace ztrát.
- Zlepšování produktů a procesů.

- Zlepšení komunikace.
- Zlepšení pracovních podmínek.

V tabulce (Tabulka 5) jsou uvedeny odpovědi, které jednotlivé společnosti uvedly opět s průměry na sestupné škále od zelených (nejvíce hodnocených) po červené (nejméně hodnocené).

Tabulka 5: Vnitřní vlastnosti

Výhody	EBAS	LINAPLAST	LÖTTCO	SCHÜRMANN	Průměrné hodnoty v kategorii
Vyšší produktivita	5	5	5	4	4,75
Lepší kvalita	5	5	4	4	4,5
Zajištění rentability	3	5	5	4	4,25
Flexibilita a pružnost	5	5	4	4	4,5
Rychlost provádění procesů	1	5	4	4	3,5
Snižování nákladů	1	5	5	3	3,5
Odstraňování a eliminace ztrát	3	5	4	4	4
Zlepšování produktů a procesů	5	4	4	4	4,25
Zlepšení komunikace	4	4	4	3	3,75
Zlepšení pracovních podmínek	3	3	4	4	3,5
Průměrné hodnoty pro společnost	3,5	4,6	4,3	3,8	

Zdroj: vlastní zpracování

V souhrnu byly odpovědi v této kategorii s nejvyšším průměrem hodnocení.

Jako nejvyšší vnitřní výhodou implementace Průmyslu 4.0 shledávají společnosti vyšší produktivitu a zajištění rentability. Jak uvedla společnost Ebas, rentabilitu berou jako velmi důležitý ukazatel, ale jen do určité fáze. Pro firmu jsou důležité výrobky, které tvoří spíše prestiž svým zpracováním, i když nejsou nejvíce rentabilní.

Jelikož hlavními prvky, kterými se podniky prvoplánově zabývají jsou automatické/robotické výrobní linky, je vyšší produktivita klíčová, zvláště pak s přihlédnutím k nedostatku lidských zdrojů. Zajištění rentability pak uvažují hlavně v momentě, kdy se rozhodují o nákupu nové technologie, jelikož ne každá inovativní technologie je pro společnosti výhodná z hlediska dlouhodoběji přínosného aktiva.

S tím souvisí právě i snižování nákladů, kdy berou v úvahu společnosti hlavně snižování mzdových nákladů. Při zavádění konkrétní technologie, kterou v této době zavádí společnost Linaplast, se počítá s redukcí pracovníků na dané výrobní lince z 20 na 6.

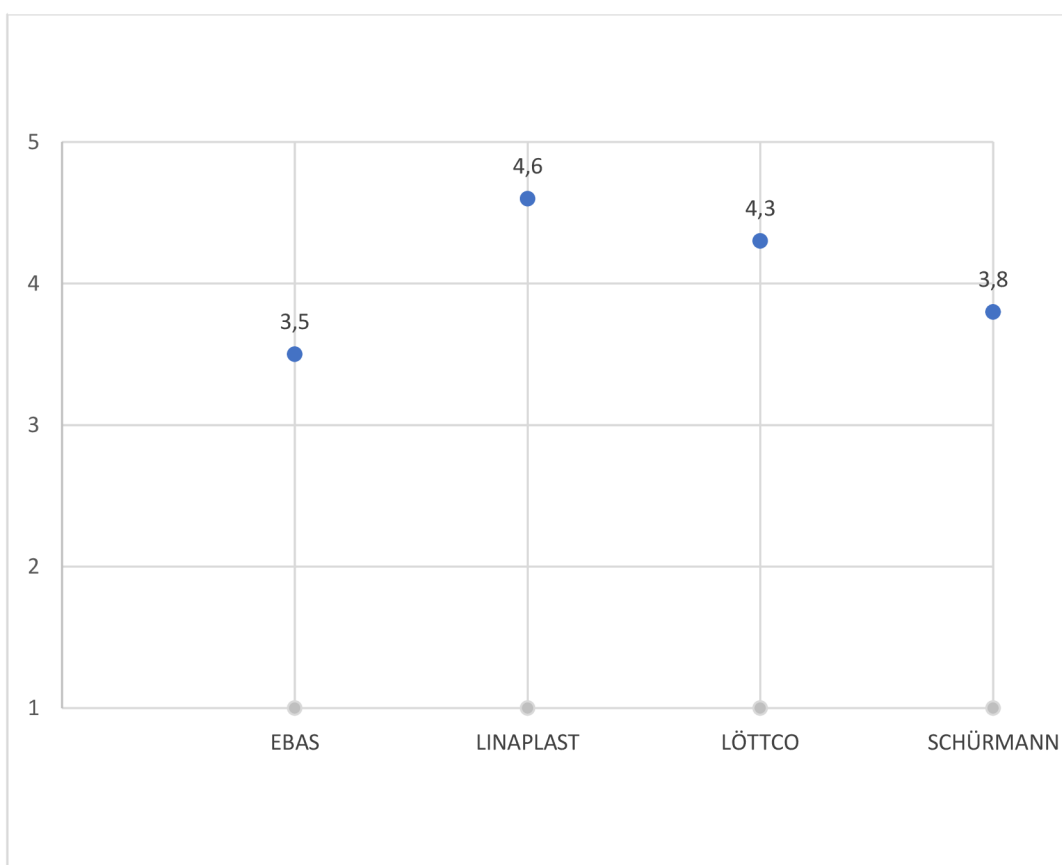
Ebas však naopak zvolil jak u snižování nákladů a rychlosti procesů malý význam, jelikož kapacity výrobní i lidské nejsou nekonečné, není důvod, aby jejich rychlost stále rostla. O nákladech zase společnost uvažuje tak, že nové technologie výdaje neušetří a kvalifikovanější pracovníci, obsluhující takové technologie, budou požadovat vyšší mzdy.

Významným je i odstraňování a eliminace ztrát. Jak bylo uvedeno v předchozí kapitole, firmy se velmi zabývají odpadním hospodářstvím, proto redukce odpadu a jeho recyklace je klíčovou pro všechny dané společnosti.

V lepší kvalitě produktů se spíše společnosti zabývají faktem, že některé úkony ve tvorbě produktů je již téměř nemožné vytvořit bez absolutní přesnosti, které nejsou starší mechanické přístroje schopny. S tím se pojí zlepšení flexibility a rychlost provádění procesů, jelikož zákaznicky jsou požadovány vysoké standardy rychlosti dodání.

Nejvýše hodnotil v průměru vnitřní vlastnosti Linaplast (4,6), dále Löttco (4,3), Schürmann (3,8) a Ebas (3,5). Průměrné hodnoty v dané kategorii jsou zobrazené na níže uvedeném grafu (Graf 5).

Graf 5: Vnitřní vlastnosti



Zdroj: vlastní zpracování

4.2.6 Výsledky dotazníkového šetření v sémantickém diferenciale s rozptylem hodnot

Na níže uvedených sémantických diferencialech jsou uvedené průměrné hodnoty, které společnosti vykázaly v dotazníkovém šetření. Na horním grafu (Graf 6) je uveden průměr hodnot pro danou kategorii, a na níže uvedeném grafu (Graf 7) pak zanesené průměry jednotlivých společností v dané kategorii.

Nejnižší rozptyl hodnot se nacházel v kategorii konkurenčních výhod (Dopady), který dosáhl hodnoty 0,141. Tam měly odpovědi respondentů nejmenší odchylky.

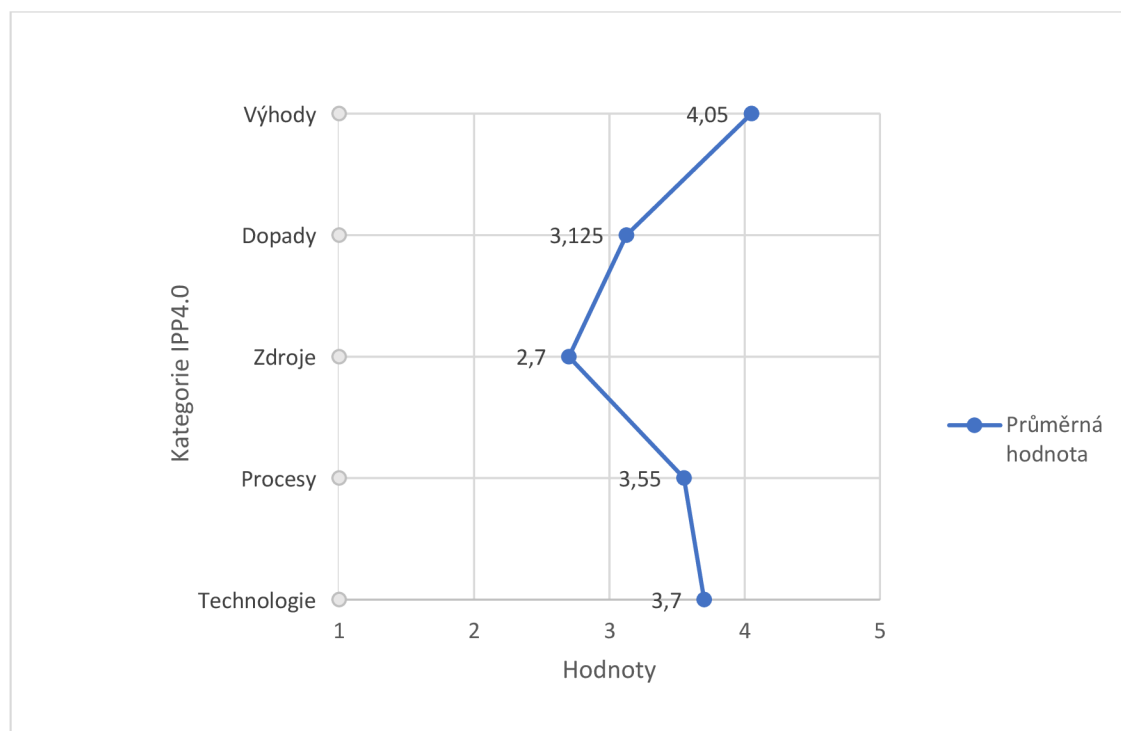
Další kategorií jsou vnitřní vlastnosti (Výhody), kde byl rozptyl výsledných hodnot 0,198.

U kategorie bariér zavedené Průmyslu 4.0 (Zdroje) rozptyl u hodnot čítal 0,460.

Větší rozptyl hodnot vykazovala kategorie úrovně zavedení technologií (Technologie), která měla u společností hodnotu 0,548.

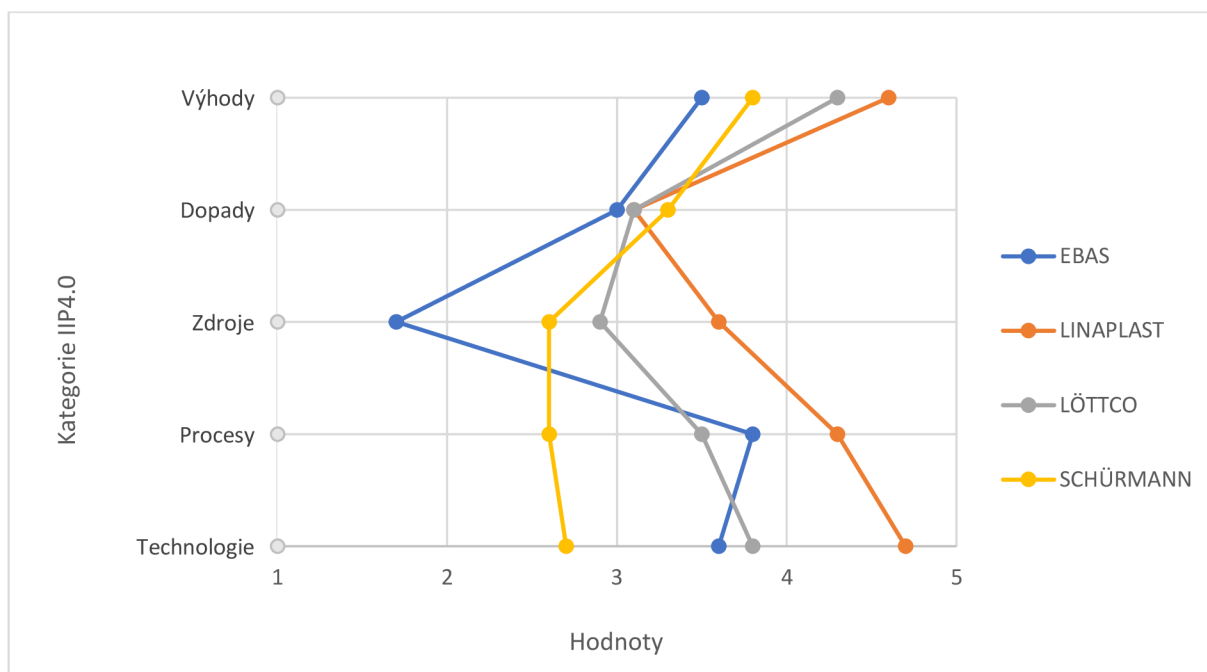
Největší rozptyl hodnot, největší neshoda společností, nastala u úrovně digitalizace procesů (Procesy), která vykázala hodnotu 0,635.

Graf 6: Průměr všech společností v jednotlivých kategoriích



Zdroj: vlastní zpracování

Graf 7: Průměrné hodnoty jednotlivých společností v jednotlivých kategoriích



Zdroj: vlastní zpracování

4.3 Řízené rozhovory s managementem společností

V následující kapitole se nacházejí čtyři strukturované rozhovory s vedením podniků, který doplňuje výzkumné šetření.

Rozhovory poskytly komplexnější pohled na dané téma. Dotazováni byli zástupci vedení Ebas, Linaplast, Löttco a Schürmann na předem připravené otázky. Odpovědi jsou volně interpretovány.

Vedení podniku spolupracovalo na komentáře k výzkumnému šetření v předchozích kapitolách.

4.3.1 Ebas

Jaká je autonomie vedení vašeho podniku?

Jsme společnost s ručením omezeným a jsme rodinná firma. Hlavní rozhodování v podniku máme já a bratr.

Jsou vaši zaměstnanci informováni o Průmyslu 4.0 a jeho postupném zavádění?

Zaměstnanci jsou průběžně informováni jednou týdně na pravidelné poradě, kde i Průmysl 4.0 má své místo. Jednou za měsíc pak děláme širší strategickou poradou širšího vedení.

Zapojil se váš podnik do vnějších iniciativ zavedení v oblasti Průmyslu 4.0?

Takové iniciativy nevyhledáváme. Vše řešíme na základě momentálních požadavků trhu.

Účastníte se školení nebo akcí objasňující potřebu implementace?

Ne, řešíme Průmysl 4.0 pouze na interní úrovni.

Máte dostatek kvalifikovaných lidí v otázce Průmyslu 4.0?

V tuto chvíli máme dostatek pracovníků.

Řešíte nějakým způsobem otázku nedostatku takových zaměstnanců na pracovním trhu?

Například v tuto chvíli už vyhledáváme mezi studenty potřebných oborů, jako je PLC programování.

Očekáváte, že digitalizací bude docházet ke změně počtu zaměstnanců ve vaší firmě?

Ne, počet lidí se nesníží. My chceme pomocí technologií ulevit jejich vyčerpání, nechceme je připravit o práci.

Byl by pro vaši společnost přínosný vzdělávací program v tématu Průmysl 4.0 pro vás nebo vaše zaměstnance?

Co nám zatím bylo nabídnuto, byla absolutní ztráta času. Užitečnou věc nám nikdo zatím ještě nenabídl.

Máte možnosti poskytnout pracovníkům vzdělávací kurzy či na ně přispět pro budování Průmyslu 4.0?

Možnosti máme, ale zatím posíláme pracovníky jen na povinná školení, kam musíme.

Jaké prvky Průmyslu 4.0 by pro vás byly v této chvíli nejpřínosnější?

Nejvíce nás v tomto ohledu posunula pandemie Covid-19. Díky ní, omezení služebního cestování došlo ke zvýšení efektivity osobního jednání, pokud je vůbec třeba. Donutilo nás to zautomatizovat vše, co jen lze. Máme téměř vše potřebné v digitální podobě.

Máte dlouhodobější představu nebo strategii na rozvoj Průmyslu 4.0?

Nemáme, vše řešíme v kratších horizontech dle požadavků trhu.

4.3.2 Löttco

Jaká je autonomie vedení vašeho podniku?

Německý výrobní závod. Veškeré centrální orgány (účetní, objednávací, expedice...) – se nacházejí v Německu. Hlavní rozhodovací procesy se odehrávají právě tam.

Jsou vaši zaměstnanci informováni o Průmyslu 4.0 a jeho postupném zavádění?

Téměř vůbec. Zaměstnanci jsou informováni o momentálních inovacích z hlediska techniky. Informujeme je například tři měsíce dopředu o technologii, kterou budeme zavádět. Jsou informováni o firemních cílech, na ty jsou proškolení.

Zapojil se váš podnik do vnějších iniciativ zavedení v oblasti Průmyslu 4.0?

Ne.

Účastníte se školení nebo akcí objasňující potřebu implementace?

Nepřímo. Ne koncepčně, ale na dílčích věcech, které se týkají nás jako firmy. Školení jsou většinou v rámci německé centrály.

Máte dostatek kvalifikovaných lidí v otázce Průmyslu 4.0?

Pro tuto chvíli máme zajištěné pracovníky, ale dostatek takových lidí není nikdy.

Řešíte nějakým způsobem otázku nedostatku takových zaměstnanců na pracovním trhu?

Neustále hledáme takové lidi, sháníme. Takové kontakty v nynější době hledáme hlavně přes osobní síť kontaktů v oboru.

Očekáváte, že digitalizací bude docházet ke změně počtu zaměstnanců ve vaší firmě?

Ano, s tím už se potýkáme. Nyní pracujeme například na jedné výrobní lince – doteď taková otázka byla řešena manuálně, nyní už robot zastane více pracovních pozic. Objem výroby se tak zvýší a firma si bude moci pojmout další projekty, na které budou zaměstnanci potřeba – objem pracovních pozic se nezmění.

Byl by pro vaši společnost přínosný vzdělávací program v tématu Průmysl 4.0 pro vás nebo vaše zaměstnance?

Musíme tuto otázku rozdělit pro odborný personál (obsluhující techniku), ne pro operátory výrobní linky – v tuto chvíli z jejich strany je motivace pouze taková, aby

nepřišli o zaměstnání, takovou informaci my jim zajistíme, ale o žádný seberozvoj z jejich strany není zájem.

Máte možnosti poskytnout pracovníkům vzdělávací kurzy či na ně přispět pro budování Průmyslu 4.0?

Ve firmě vyhledáváme vzdělávací kurzy podle aktuálních potřeb, takže v případě zavádění konkrétních technologií jsme schopni zajistit potřebným pracovníkům dané kurzy.

Jaké prvky Průmyslu 4.0 by pro vás byly v této chvíli nejpřínosnější?

Cloud v nynější době řídí centrála a my se řídíme jejich strategiemi. Roboti jsou pro nás klíčoví, takové rozhodnutí není možné řídit centrálně. Velkým problémem v tuto chvíli je logistika v rámci firmy, kdy přivážení potřebných dílů na linku ze skladů probíhá jen díky pracovníkům, které skladovací prostory musí znát. Automatizované senzorické vozíky by byly nejpřínosnější alternativou.

Příjemnými by také byly například brýle VR pro názornou ukázkou finálního výrobku pro zákazníky, pro které vyráběný komponent nemusí být pochopitelný bez kontextu.

Centrála v nynější době se například velmi zabývá 3D tiskem pro návrhy prototypů.

V nynější době se plánuje hlavně efektivnější propojení systému centrály a výrobních poboček.

Máte dlouhodobější představu nebo strategii na rozvoj Průmyslu 4.0?

Máme sepsanou dlouhodobou strategii na rozvoj do roku 2030.

4.3.3 Schürmann

Jaká je autonomie vedení vašeho podniku?

Jsme společnost s ručením omezeným, v rozhodování jsme autonomní. Máme více poboček, které jsou soběstačné, jediné, co řešíme s pobočkou je společné finanční oddělení.

Jsou vaši zaměstnanci informováni o Průmyslu 4.0 a jeho postupném zavádění?

Na téma Průmyslu 4.0 u nás probíhají interní školení v rámci firmy. Snažíme se je informovat, protože jsme si vědomi, že se nás toto téma, jako součásti automobilového průmyslu bude akutně týkat.

Zapojil se váš podnik do vnějších iniciativ zavedení v oblasti Průmyslu 4.0?

Řešíme situace hlavně na základně momentálních požadavků trhu. Zatím jsme se o takové iniciativy nezajímali.

Účastníte se školení nebo akcí objasňující potřebu implementace?

Stanovujeme si směřování organizace a cíle na dva roky dopředu. Provádíme interní školení, kde predikujeme cíle a analyzujeme situaci.

Máte dostatek kvalifikovaných lidí v otázce Průmyslu 4.0?

Takoví pracovní jsou pro nás velmi důležití, ale jejich dostatek bohužel asi není nikde. Vystačíme si s počtem, kterým právě disponujeme, ale při budoucí nutnosti digitalizace a automatizace počítáme s navýšením počtu takových pracovníků.

Řešíte nějakým způsobem otázku nedostatku takových zaměstnanců na pracovním trhu?

Kvalifikovaných lidí je málo, a to je jednou z největších bariér v této chvíli pro naši firmu. Řešíme otázku nedostatku zatím pomocí inzerce a osobních vazeb.

Očekáváte, že digitalizací bude docházet ke změně počtu zaměstnanců ve vaší firmě?

Nemyslíme si, že by docházelo ke změně počtu. Počítáme s tím, že úkony pracovníků se měnit budou, proto se snažíme školit a kvalifikovat personál tak, aby mohl obsluhovat více strojů a nebyl tak zaměřen pouze na úzce specifikovanou činnost.

Byl by pro vaši společnost přínosný vzdělávací program v tématu Průmysl 4.0 pro vás nebo vaše zaměstnance?

Není pro nás směrodatné zabývat se tématem příliš teoreticky. Vzdělávací programy by musely být velmi prakticky zaměřené.

Máte možnosti poskytnout pracovníkům vzdělávací kurzy či na ně přispět pro budování Průmyslu 4.0?

Máme možnost takové kurzy poskytnout, ale zatím v tom nevidíme dlouhodobý strategický smysl. Dostačující jsou školení, která jsou určena přímo pro potřebu našich pracovníků.

Kdyby ale například přišli zákazníci s takovým přáním, aby naši zaměstnanci takové kurzy plnili, nebyl by problém je zařídit. Takový požadavek ale z žádné strany nevzešel.

Jaké prvky Průmyslu 4.0 by pro vás byly v této chvíli nejpřínosnější?

Činnost firmy, respektive její produkty, jsou velmi diferenciované. Dlouhodobým problémem pro nás bylo řízení administrativy a řízení výroby, to je v tuto chvíli na dostatečné úrovni. Máme nově zavedený systém ERP, už druhým rokem, a ten vyřešil mnoho problémů.

Systémové záležitosti v tuto chvíli tedy aktuální nejsou, ale manuálně mechanická výroba s sebou nese požadavky na automatizaci a my bychom uvítali tedy hlavně robotická zařízení. Je to ale velmi výhledová věc, která není ve strategickém, dlouhodobém řešení, ale je řešena dle aktuálních požadavků a projektů, které řešíme.

Máte dlouhodobější představu nebo strategii na rozvoj Průmyslu 4.0?

Rozvoj Průmyslu 4.0 řešíme hlavně na vyvstalých požadavcích trhu a zákazníků. Obecné výhledy stanovujeme na dva roky, jsme si ale vědomi, že inovacemi technologií, jsou takové výhledy spíše rámcové.

4.3.4 Linoplast

Jaká je autonomie vedení vašeho podniku?

Podnik je zcela autonomní, jedná se o společnost s ručením omezeným.

Jsou vaši zaměstnanci informováni o Průmyslu 4.0 a jeho postupném zavádění?

Jsou, aniž by o tom věděli. Hlavní technickohospodářští pracovníci mají nejdetailnější informace o postupném zavádění, ostatní jsou informováni spíše spolu se zaváděním nových technologií.

Firma se velmi zabývá novými technologiemi. Nyní stavíme nabíjecí doky pro naše elektroauta, vystavujeme solární elektrárnu na továrně pro větší energetickou soběstačnost. Teplo z výrobních hal zase využíváme pro vytápění skleníků na pěstování zeleniny a bylinek.

Zapojil se váš podnik do vnějších iniciativ zavedení v oblasti Průmyslu 4.0?

Ano, snažíme se například využívat dotací. Ne vždy jsou ale pro nás výhodné.

Účastníte se školení nebo akcí objasňující potřebu implementace?

Ne zcela objasňující implementaci, spíše se jedná o školení při zavádění konkrétní technologie, kterou si vybereme.

Máte dostatek kvalifikovaných lidí v otázce Průmyslu 4.0?

Stále takové pracovníky hledáme. Nyní dostavujeme novou halu, podnik se v tuto dobu rozrůstá. Nemůžeme nabírat nové projekty, jelikož nemáme například programátory.

Řešíte nějakým způsobem otázku nedostatku takových zaměstnanců na pracovním trhu?

Specifické pracovníky hledám do podniku sám, jelikož vím, co od nich chci. I když máme oddělení lidských zdrojů, klademe kvůli daným technologiím požadavky, že je pro mě snazší lidi hledat sám.

Takové pracovníky hledám pomocí aplikace LinkedIn, kde přímo oslovuji kandidáty dle parametrů, které po nich jako potenciálním pracovníkovi budu vyžadovat.

Absolutně nedostatkovými pracovníky jsou v této chvíli programátoři PLC, kteří konfiguruji, ve zkratce, základní chování hardware řídicího systému k zajištění žádaných činností, a tím zajišťují automatizaci.

Očekáváte, že digitalizací bude docházet ke změně počtu zaměstnanců ve vaší firmě?

Nejsme si jistí, že se dá více redukovat – možná jen na pozicích operátorů, na méně kvalifikovaných pozicích. Místo nich ale budeme potřebovat nové pracovníky, kteří budou umět konfigurovat nové technologie.

Pro příklad nová zaváděná linka, nahrazující starou, místo 20 lidí bude potřebovat 6 lidí – s vyšší kvalifikací. Počty se tedy dle nás budou spíše redukovat, ale nároky budou stoupat. V tuto chvíli ale lidé na trhu práce nejsou, takže redukce pracovních míst pro ně nebude tak drastická.

Byl by pro vaši společnost přínosný vzdělávací program v tématu Průmysl 4.0 pro vás nebo vaše zaměstnance?

Spíše ne.

Máte možnosti poskytnout pracovníkům vzdělávací kurzy či na ně přispět pro budování Průmyslu 4.0?

My se vzděláváme výběrem a testováním technologií, které vybíráme.

Vyvíjíme si svůj řídicí systém na řízení projektů a řízení výroby. Máme webové prostředí, kterým se řídíme, obsluha probíhá z tabletů, tím jsme se zbavili například papírové dokumentace.

Jaké prvky Průmyslu 4.0 by pro vás byly v této chvíli nejpřínosnější?

Technologie vybíráme hlavně dle přání zákazníka. Pro příklad, zákazník chce určitou technologii, pájení laserem, my si uděláme své řešerše a vybereme si dle specifikace danou technologii. Zákaznická specifikace projektu je zadaná, my dle ní učiníme nabídku a koncept, pokud potom získáme projekt, je předán mechanickým konstruktérům a dále na různá oddělení.

Máte dlouhodobější představu nebo strategii na rozvoj Průmyslu 4.0?

Máme obecný podnikový plán a cíle na 5 let, kde je rozvoj zahrnut. Teď je například aktuálním tématem energetika.

5 Diskuse a návrh řešení

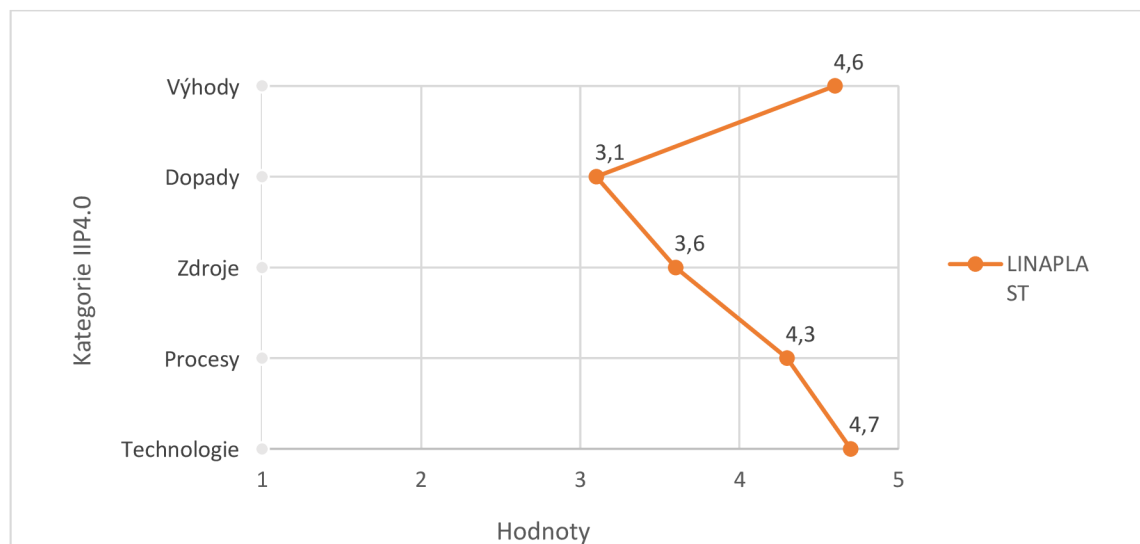
V této části práce je shrnutím poznatků o stavu implementace Průmyslu 4.0 ve vybraných podnicích na základě informací zjištěných v předchozích kapitolách.

5.1 Stav implementace Průmyslu 4.0 společnosti Linaplast

Společnost Linaplast je českou společností s hlavním programem na výrobu výlisků, přípravků a forem pro vstřikování plastických hmot a pryže (Linaplast, 2022). Je největším z vybraných podniků.

Linaplast je velmi inovativní firmou. Kromě tradičně výrobních celků se zabývá automatizací i udržitelností. Na níže uvedeném grafu (Graf 8) jsou průměrné hodnoty v kategoriích z výzkumného šetření, které jsou dále okomentovány.

Graf 8: Průměrné hodnoty jednotlivých kategorií ve společnosti Linaplast



Zdroj: vlastní zpracování

Ve výzkumném šetření společnosti vyšly nejkvalitnější hodnoty jak v zavádění technologií (Technologie), tak v digitalizaci procesů (Procesy).

V kategorii technologií se společnost zabývá všemi diskutovanými tématy kromě využití učícího se softwaru (machine learning), které je pro firmu novým tématem. Taktéž zcela nevyužívají virtuální realitu, jiné systémy technologií jsou ve firmě stále inovovány a rozvíjeny.

Procesy digitalizace byly pro společnost Linaplast také nejsilnější mezi zkoumanými podniky. Jedinými tématy k diskusi bylo sdílení dat s dodavateli a individuální online přizpůsobení výrobku. Sdílení dat je pro výrobní společnosti i otázkou bezpečnosti dat. K online přizpůsobení produktu zase nedochází z důvodu preference osobního kontaktu,

kdy by pro firmu znamenal online proces spíše zdlouhavé řešení, jelikož k němu jsou potřeba komentáře od odborníků v daném tématu.

Z daných společností vnímá firma Linaplast nejvíce bariér při implementaci Průmyslu 4.0. Jako větší překážku vidí firma prakticky všechny uvedené zdroje – IT, finanční, výrobní a hlavně lidské. Společnost si uvědomuje náročnost na zdroje, jelikož inovace stále řeší. Společnost se o automatizaci, potažmo o Průmysl 4.0, velmi zajímá. Klíčovou roli hrají pracovníci společnosti, kteří se tematikou zabývají a ve firmě mají možnosti aplikovat své nápady a seberealizovat se.

Vcelku pozitivně vnímá společnost vnější dopady implementace (druhý největší průměr), hlavní dopad vidí v budování značky a jména na trhu, jelikož si na automatizaci a moderních technologiích firma zakládá. Díky automatizaci a konceptu, který ve firmě udržují, si udržují již v tuto chvíli vysokou konkurenceschopnost. S tím souvisí schopnost si získávat nové zákazníky a zajištění tržní pozice. Spolu s udržitelností a sociální odpovědností, jsou toto pro firmu hlavní faktory v kategorii dopadů. Udržitelnost byla v Linaplastu velmi obsáhlým tématem diskuse, kdy společnost v nynější době staví solární elektrárny na svých továrnách a pomocí nich poskytuje nabíjení firemních elektroautomobilů. Zároveň teplo vyprodukované z výroby využívá k zahřátí vystavěných skleníků na zeleninu a bylinky. Přesah do udržitelnosti je u firmy velice výjimečný.

Společnost však nejvíce výhod shledává (i s největším průměrem z daných společností) v kategorii vnitřních výhod (Výhody). V implementaci z interního hlediska vnímají takřka vše na nejdůležitější úrovni (produktivita, kvalita, rentabilita, flexibilita, ...). Jediné, čemu společnost udělila menší hodnocení je zlepšení pracovních podmínek, zlepšení komunikace a zlepšení produktů a procesů. Firma zatím nevnímá, že by u řečených kategorií probíhaly tak velké změny vedoucí k lepšímu stavu.

Z rozhovorů vyplynulo, že se společnost velmi angažuje v tématu Průmyslu 4.0. Společnost má velmi silnou pozici na trhu i díky stavu zavádění nových technologií. Jedná se ze zkoumaných společností o společnost s nejsilnějším zázemím v této oblasti. Zajímají se o Průmysl 4.0 velice dlouho, hlavní vedení společnosti jej pokládalo už od začátku za důležité. Stále se snaží inovovat a hledat k inovacím prostředky.

Velice klíčové zázemí ve firmě tvoří skupina pracovníků, která se zabývá výzkumem a vývojem. Jedná se o konstruktéry, programátory i samotné vedení firmy, kdy manažer má hluboké znalosti o současných technologiích a trendech. Lidské zdroje mají stabilní

základnu, problém s hledáním zaměstnanců je ale veliký. Nábor takto klíčových zaměstnanců zaštiťuje sám manažer.

Technologie jsou ve společnosti velmi aktuálně řešené dle požadavků trhu nebo zákazníků.

5.1.1 Výzvy pro společnost Linaplast

Na základě výzkumu Bojice, Rikalovice a Suzice (2021) je popsáno 9 výzev pro společnost při zavádění Průmyslu 4.0. Data pro srovnání s těmito výzvami jsou sumářem z dat získaných z dotazníku, rozhovorů i vlastního pozorování ve společnosti.

1. Manažerské výzvy

Manažeři řeší problematiku získávání zdrojů a celého konceptu. Vedení společnosti Linaplast je v této otázce dobře informováno a z danými zdroji pracuje na velmi vyspělé úrovni.

2. Technologické výzvy

Technologie je ze zkoumaných podniků na nejvyšší úrovni. Systémy jsou horizontálně i vertikálně integrovány. Společnost si udržuje informovanost o technologických novinkách a reaguje ve svých krocích dle požadavků trhu.

3. Výzvy zpracování dat

Společnost si nechává zpracovávat analýzy z extrahovaných dat výrobních technologií. S daty pracuje na vysoké úrovni.

4. Lidské zdroje

Společnost disponuje pracovníky, kteří sdílí vizi implementace Průmyslu 4.0, kteří se podílejí na její tvorbě. Problém je s dostatkem takových lidí na trhu, a to zabírá společnosti velké množství času. Rezistence pracovníků na zavádění je pouze na nízké kvalifikovaných pozicích. Ve vedení, ani hlavních technologických pozicích, takový odpor není.

5. Bezpečnostní výzvy a standardizace

Ochota sdílet informace je u společnosti otázkou strachu o své patenty a licence, technologické postupy, které jsou v daném oboru velmi unikátní. Data mají dostatečně decentralizovaná.

6. Finanční výzvy

Vedení společnosti si je vědomé velkých investic potřebných pro nové technologie, proto se velmi zabývají návratností investic, kdy ne každou technologii vyhodnotí jako potřebnou. Stejný postup využívají u dotací na projekty, u nichž si nejprve provádí vlastní finanční analýzy, než si o ni požádají.

7. Výrobní systém

Výrobní systém je na vyspělé úrovni. Vše je ve společnosti řešeno pomocí informačního systému, který zaštiťuje softwarovou stránku věci. Přímo ve výrobě jsou tablety k zadávání a získávání potřebných informací pro technology nebo výrobní mistry.

8. Komunikační výzvy

Ve společnosti probíhá průběžná informovanost zaměstnanců. O zavádění mají ale nejvíce informací hlavní technologové a vedení, zbytek zaměstnanců je proškolen až při zavádění technologií, navíc o další školení nemá společnost zájem.

9. Environmentální výzvy

Problematiku zvýšeného množství spotřebované energie firma v současné době řeší výstavbou vlastních solárních panelů na továrních halách, čímž se posunují v environmentální rovině u výrobních firem v České republice, ne v příliš časté formě.

5.1.2 Návrhy změn v implementaci Průmyslu 4.0 pro Linaplast

Firma disponuje velice dobrými profily pro implementaci Průmyslu 4.0. Nabízí vhodná řešení, shání si informace a velmi dobře je analyzuje. Pracuje s novými technologiemi a zároveň se stará o udržitelnost své výroby.

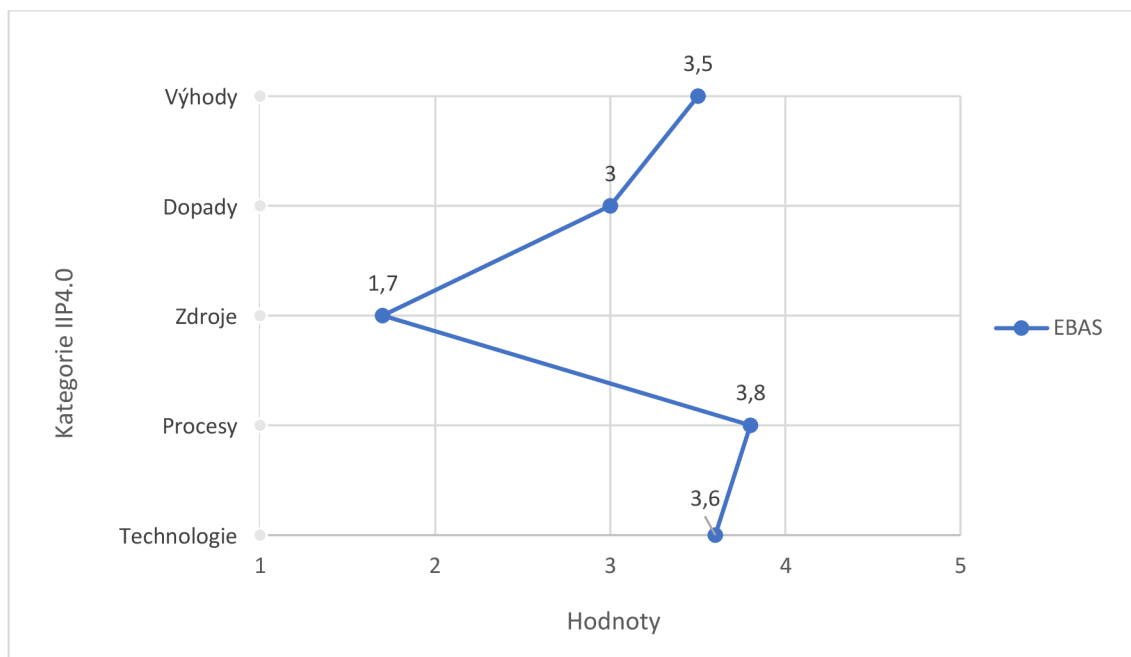
Pouze komunikace směrem k zaměstnancům na nižších kvalifikačních stupních by mohla být systematičtější. Společnost by takové zaměstnance mohla více zapojovat v průběžném informování o změnách prostřednictvím interního systému nebo přímých schůzí s nimi.

5.2 Stav implementace Průmyslu 4.0 společnosti Ebas

Společnost Ebas je rodinná firma se sídlem v Benešově u Prahy. Zabývají se v první řadě výrobou výlisků, výtazků a svařenců z nerez, pozinkovaného plechu, oceli a dalších kovů. (Ebas, 2022)

Ebas je tradiční společností ve svém oboru snažící se o postupné inovace ve svém podniku. Na níže uvedeném grafu (Graf 9) jsou průměrné hodnoty z výzkumného šetření, dále komentář k těmto kategoriím.

Graf 9: Průměrné hodnoty v jednotlivých kategoriích ve společnosti Ebas



Zdroj: vlastní zpracování

Technologie byly pro společnost velmi specifické kontrastem mezi zavedenými technologiemi a zrušenými technologiemi. Celkově v průměru firem vyšla kategorie na 3. místě. Ebas například cloudovým úložištěm disponoval několik let a pak jej nechal zrušit kvůli stálým problémům s načítanými daty. Stejný problém nastal u mobilních koncových zařízeních, o které prakticky nejeví zájem.

Na druhou stranu firma velmi investuje do zařízení jako je 3D technologie, mají vyspělý informační systém i zastoupení senzorů. Jako jediná společnost se více zmínila o machine learningu, který testuje u první výrobní linky.

Paradox se nachází i v kategorii procesů, kde se postupem zavádění umístil Ebas na druhém místě. Společnosti se neosvědčil systém plánování výroby, kdy jej raději zrušili a přešli na analogové řešení, zatímco systém řízení výroby se jim velmi osvědčil

a využívají ho. Jako jediní z firem umožňují u části výrobků individuální online přizpůsobení produktů zákazníkem.

V kategorii bariér byla Ebas společností, která jich vnímá zdaleka nejméně ze všech zúčastněných. Jedinou velkou bariérou pro zavádění firma vidí v lidských zdrojích.

Konkurenční výhodu v průměru Ebas vnímal nejstřízlivěji ze všech společností. Nejdůležitější bylo pro společnost umožnění vytvářet široké produktové řady (což si pro ně odporovalo se zajištěním kustomizace). Dalším důležitým atributem byla udržitelnost, o kterou společnost v nynější době velmi usiluje, ať jde o řešení energií nebo odpadové hospodářství.

I u vnitřních výhod si bylo možné povšimnout, že je ze společností právě Ebas hodnotí s nejnižším průměrem. I k těmto výhodám je Ebas velice opatrný ve svých úsudcích. Společnost si je rozhodně jistá, že za pomoci technologií dochází nebo dojde k vyšší produktivitě a kvalitě, v níž mají lidské schopnosti své hranice. To samé u flexibility, na rozdíl od ostatních společností ale nevěří ve snižování nákladů, které by s sebou měla implementace přinášet. Zvyšování rychlosti procesů je zase pro společnost nevýznamné v tom smyslu, že je pro ně bezprecedentní zvyšovat stále rychlost, když výrobní i lidské kapacity jsou omezené.

5.2.1 Výzvy pro společnost Ebas

Níže je popsáno 9 výzev pro společnost při zavádění Průmyslu 4.0. Data pro porovnání jsou shrnuta z dat získaných z dotazníku, rozhovorů i vlastního pozorování ve společnosti.

1. Manažerské výzvy

Management firmy je velmi informován o technologiích, o které se zajímá. Nemá ale všeobecně hluboké znalosti o všech tématikách Průmyslu 4.0. Jelikož se jedná o rodinný podnik, rozhodování je občas rozprostřeno mezi více subjektů. Neúčastní se školení a pokrývají pouze nutná pracovní místa.

2. Technologické výzvy

V technologii má společnost velké nerovnováhy. Věnuje se technologiím, které se osvědčily, pokud se jim ale něco neosvědčilo (př. Cloud), nemají tendence se zajímat, zda už nyní neexistuje vyspělejší entita, která by požadavky splnila (nebo vykryla tehdejší

negativa). Navíc by je negativní postoj k některým technologiím mohl do budoucna omezit při výběru nových zařízení.

3. Výzvy zpracování dat

Data společnost analyzuje na vysoké úrovni hlavně pro své účely. I zde by je ale do budoucna mohl ovlivnit negativní postoj ke Cloudu, i když mají zabezpečené decentralizované servery, ty mohou mít do budoucna neadekvátní kapacitu nebo nedostatečný výkon pro zpracování dat.

4. Lidské zdroje

Firma disponuje vzdělanými pracovníky v otázce Průmyslu 4.0. Strukturálně ale neřeší jejich počet do budoucna a řeší jen stávající situaci. Navíc má podnik pracovníky, kteří mají rezistenci k některým druhům technologií.

5. Bezpečnostní výzvy a standardizace

Sdílení informací společnost velmi komunikuje se svými dodavateli, jejich potřebu a urgentnost. Tím, že firma zrušila cloudový systém a spoléhá se na sestavu serverů může dojít k nespolehlivosti ukládání dat na jednom místě.

6. Finanční výzvy

Společnost se nezapojuje do dotačních programů a řeší investice dle požadavků trhu.

7. Výrobní systém

Výrobní systém je velmi paradoxním vzhledem k plánování a řízení výroby. Plánování je řízeno analogicky a řízení systémově. To může znamenat problém při navýšení zakázek, zákazníků nebo expanzi na nové trhy, kdy plánování pomocí analogových tabulí se šítky nemusí stačit na logistické operace a výrobní plán.

8. Komunikační výzvy

Změny jsou ve společnosti komunikovány, nemusí být ale zohledněny všechny aspekty nových potřeb, jelikož společnost vzdělávání řeší pouze na interní úrovni.

9. Environmentální výzvy

Ebas se v posledních letech velmi zabývá udržitelností a odpadním cyklem tak, aby jeho dopad na životní prostředí byl co nejmenší.

5.2.2 Návrhy změn v implementaci Průmyslu 4.0 pro Ebas

Společnost Ebas by měla do řad konstruktérů/technologů dle mého doporučení získat pracovníka z vnějšího prostředí společnosti pro získání více pohledů na dané téma. Společnost je averzní k systémům, které jí v minulosti nevyhovovaly, technologie ale stále pokračuje vpřed a náročnost na data (téma absence cloudového systému) nebo plánování výroby, může časem společnost limitovat.

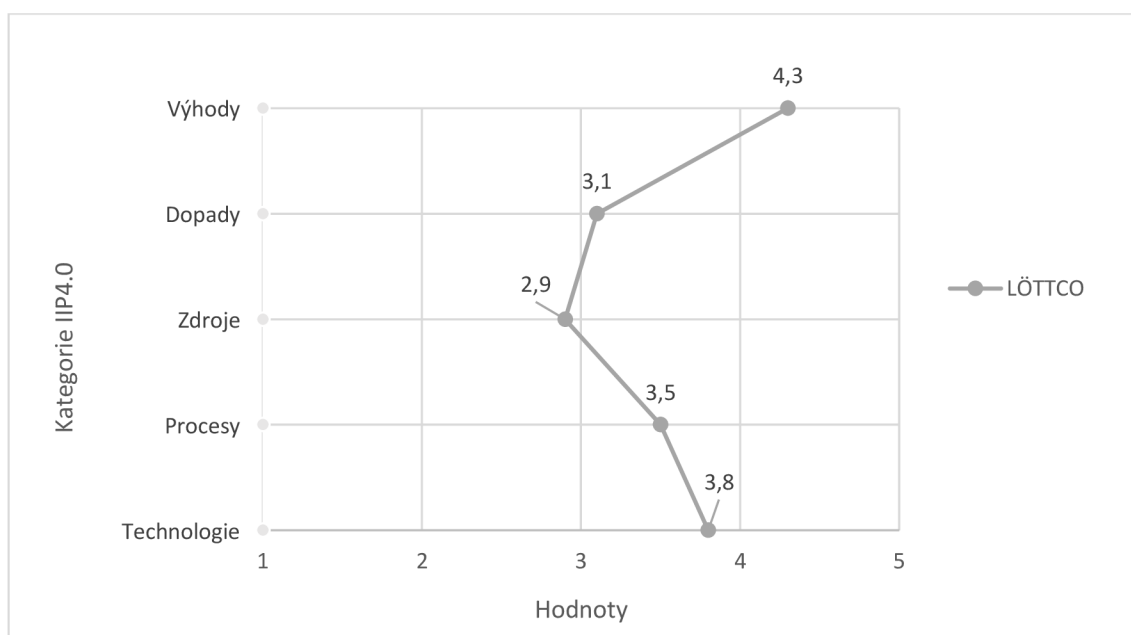
Proto by dle názoru autorky mohl pohled zvenčí aktualizovat informace o výhodnosti těchto systémů a technologií.

5.3 Stav implementace Průmyslu 4.0 společnosti Löttco

Löttco je německým výrobním podnikem s dlouholetou tradicí. Společnost se zabývá díly do automobilového průmyslu, zejména bezpečnostních složek.

Löttco je společností s dlouhou tradicí v Německu, zde působí od 90. let 20. stol. (Löttco, 2022). Na následujícím grafu (Graf 10) jsou průměrné hodnoty pro kategorie z výzkumného šetření s dalším komentářem.

Graf 10: Průměrné hodnoty v jednotlivých kategoriích ve společnosti Löttco



Zdroj: vlastní zpracování

Löttco si v zavedených technologiích dle hodnocení vede jako druhé nejlepší. Obstojně si vedlo téměř ve všech bodech, problémem je ale IT infrastruktura a informační systémy. Společnost nemá zavedený ERP systém, IT infrastruktura je často odvislá na dokumentech, které si oddělení, případně i pobočky posílají mezi sebou.

V rámci digitalizace procesů bylo v průměru Löttco na třetí pozici. Sběr a analýza dat probíhají na dobré úrovni, vyspělou má společnost i digitalizaci návrhu výrobků, který je tvořen ve 3D softwarech. Problémem je plánování a vlastní řízení výroby. Löttco nedisponuje žádným ERP systémem, což společnost značně limituje. Löttco je závislé na výrobních plánech posílaných z německé pobočky, ze kterých se tvoří organizace výroby. Její případné změny se komunikují e-mailem a telefonicky.

V rámci vnímání bariér se Löttco umístilo na druhé pozici. Největším problémem, stejně jako u ostatních společností, jsou lidské zdroje. Problémem mohou být i zdroje IT, finanční a výrobní, které jsou odvislé na jednání s německou pobočkou, což se pojí s organizačními bariérami.

Konkurenční výhodu vnímalo Löttco na stejné průměrné hodnotě jako Linaplast, názory ale byly odlišné. Pro Löttco znamenají nová technologická aktiva možnost vytvářet široké produktové řady, které by rádi rozšířili i mimo automobilový průmysl. Tato akvizice se pojí s využíváním tržních příležitostí, novými zákazníky a zajištění tržního podílu, které se s takovými možnostmi pojí.

I vnitřní vlastnosti vnímá Löttco s druhým nejvyšším průměrem spíše pozitivně. Za implementací prvků vidí společnost všechny body kategorie na hodnotě 4 nebo 5. Mají tedy z interního hlediska velká očekávání od Průmyslu 4.0.

5.3.1 Výzvy pro společnost Löttco

V následující podkapitole je popsáno 9 výzev pro společnost při zavádění Průmyslu 4.0. Data pro porovnání jsou shrnuta z informací získaných z dotazníku, rozhovorů i vlastního pozorování ve společnosti.

1. Manažerské výzvy

Management se potýká s organizačními problémy z hlediska zdlouhavé komunikace při řešení s německou pobočkou. Zavádění jakéhokoli nové technologie nebo konceptu prochází složitým administrativním postupem.

2. Technologické výzvy

Hlavní technologickou překážkou ve firmě je chybějící ERP systém, který by velmi ulevil náročnosti plánování a řízení výroby. Ve firmě zároveň není dostatek pracovníků zabývajících se problematikou Průmyslu 4.0, protože má firma větší problémy sehnat potřebné informace o technologiích.

3. Výzvy zpracování dat

Data jsou ve společnosti sbírána a analyzována, problém ale opět nastává ve sdílení informací s německou pobočkou. Tok masivních dat mezi dvěma podniky může být časem náročný z hlediska zastarávání IT techniky. Tím, že dochází k plánování v Německu, může být problém zpracování dat a včasné odezvy ve výrobě.

4. Lidské zdroje

Velký podíl pracovníků ve společnosti jsou operátoři výrobních linek, kteří nemají dostatečné znalosti v tématu Průmyslu 4.0. Tím vzniká i odpor takových pracovníků k novým technologiím, za kterými vidí spíše povinnost učit se novým věcem a riziko ztráty práce. Společnost má problémy se sháněním dostatečně kvalifikovaných pracovníků.

5. Bezpečnostní výzvy a standardizace

Sdílení informací mezi pobočkami musí být zaštitěno vyspělými zabezpečovacími protokoly. Ochrana dat navíc naráží na rozlišnostech v německé a české legislativě.

6. Finanční výzvy

Finanční výzvy jsou pro firmu Löttco specifické s rozhodovacími procesy v německé pobočce. O každém projektu musí rozhodnout právě ona. Zde vzniká problém, že riziko investice, která je nesena, může převážit potřebu nové technologie. Danou potřebu si nemusí centrální pobočka uvědomovat, kvůli malému střetu s reálnou situací v České republice.

7. Výrobní systém

Výrobní systém je řízen velice složitě bez softwarové podpory. Pro takový systém není vyvinutí informační ani technologická struktura.

8. Komunikační výzvy

Propojení mezi pobočkami je odvislé na mobilních technologiích. Je tedy problémem vykomunikovat jakoukoliv změnu. Změny jsou také málo komunikovány se zaměstnanci, komunikace je v nahodilých termínech spíše před určitou změnou (ne systematicky).

9. Environmentální výzvy

Z hlediska environmentálního řešení Löttco řeší pouze odpadové hospodářství.

5.3.2 Návrhy změn v implementaci Průmyslu 4.0 pro Löttco

Hlavní věcí, o které by měla společnost Löttco uvažovat, je zavedení ERP systému, který by v mnoha směrech ulehčil managementu i výrobě. Společnost má kvůli jeho absenci neefektivní plánování a řízení výroby.

Dalším doporučením je zlepšení komunikačních kanálů s německou pobočkou, ať už se jedná o virtuální prostředí nebo digitální prostory pro konference.

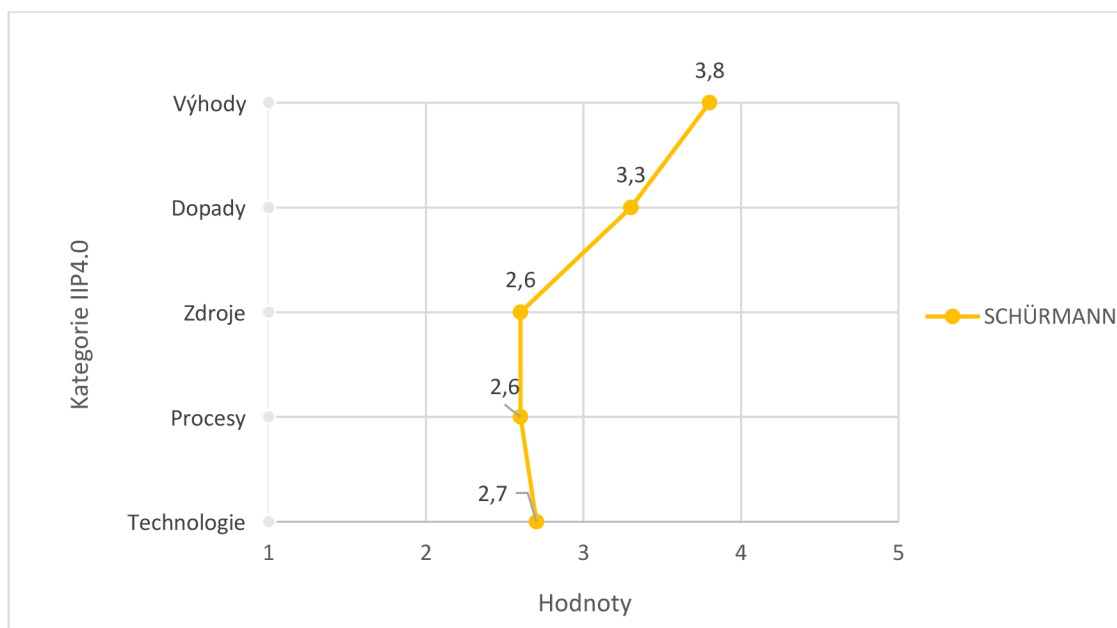
V technologiích má společnost mnoho prostoru, co inovovat, například skladový systém nevyužívá téměř žádné z moderních technologií závazky, kterými je například systém Kanban.

5.4 Stav implementace Průmyslu 4.0 společnosti Schürmann

Společnost Schürmann se zabývá vstřikolisy na plasty, hlavními díly jejich výroby jsou tedy plastové díly do automobilů.

Výsledky společnosti Schürmann jsou na níže uvedeném grafu (Graf 11) s dalším komentářem.

Graf 11: Průměrné hodnoty v jednotlivých kategoriích ve společnosti Schürmann



Zdroj: vlastní zpracování

V kategorii úrovně zavedení technologií se Schürmann umístil na čtvrté pozici s hodnotou průměru 2,7. Velice obstojně má společnost zavedený 3D tisk, na kterém tiskne prototypy a začíná se sériovou výrobou některých prvků. Stejně tak mají na dobré úrovni infrastrukturu a datová úložiště. Naopak žádná zařízení spolu nekomunikují

(M2M, Internet věcí), stále část výroby funguje bez robotických zařízení, nevyžívají ani učící se software, ani virtuální realitu.

V kategorii digitalizace činil průměr společnosti hodnotu 2,6. Na velmi dobré úrovni má společnost digitalizaci návrhu výrobků a administrativa je digitalizovaná. Výroba, její plánování a řízení, začala být spravována pomocí ERP systému teprve v nedávné době. Její hodnota by se tedy časem nejspíše zvýšila.

Bariér k implementaci Průmyslu 4.0 vnímá společnost v průměru téměř nejvíce. Jako bariéru nejvíce vnímá lidské zdroje. Pro společnost jsou ale významnějšími faktory nedostatek informací, bezpečnost a IT zdroje.

Konkurenčních výhod implementací nových technologií vnímá firma v průměru nejvíce z daných společností. Nejvyšší hodnoty udělila společnost diferenciaci produktu a kustomizaci, na kterou se společnost zaměřuje, s tím se pojí i zaměření na tržní segment. Důležitá je pro firmu i odpovědnost.

Vnitřní vlastnosti vnímá společnost Schürmann také spíše pozitivně. Za inovacemi ale nevidí jako hodnotně zlepšení komunikace a snižování nákladů.

5.4.1 Výzvy pro společnost Schürmann

Níže je popsáno 9 výzev pro společnost při implementaci Průmyslu 4.0. Data jsou pro toto srovnání využita ze získaných informací dotazníky, rozhovory a vlastního pozorování ve společnosti.

1. Manažerské výzvy

Rozhodovací procesy jsou řešeny v rámci společnosti s ručením omezeným přímo ve firmě. Společnost se potýká s nedostatkem zdrojů pro zabezpečení kvalifikovaného týmu v otázce Průmyslu 4.0. Zajištění pracovníků s příslušným vzděláním je komplikovanější i o fakt, že sídlo firmy se nachází nedaleko Prahy, pracovníci se tedy na trhu přesouvají spíše tam.

2. Technologické výzvy

Společnost nemá dostatečnou technologickou vyspělost pro požadavky na komplexní implementaci. Ve společnosti jsou problémy s horizontální a vertikální integrací. Omezené jsou i vědomosti o současných technologiích.

3. Výzvy zpracování dat

Data jsou v současné době částečně v analogové podobě. ERP systém je ve fázi zavádění, tedy v práci s daty by měl společnost velmi ulevit. Ke správě administrativy využívá společnost externí firmu.

4. Lidské zdroje

V lidských zdrojích je ve společnosti problém absence pracovníků zabývajících se složitými technologiemi.

5. Bezpečnostní výzvy a standardizace

Společnost sdílí administrativní informace s externí společností. Více informací k přenosovým protokolům, zda jsou zabezpečené, nebylo možné zjistit. Společnost ale sdílí informace s dodavateli, pokud je to nutné.

6. Finanční výzvy

Náročnost investic a jejich riziko je pro společnost ve více směrech převažující nad koupěmi nových technologií. Často k nim zaujímají váhavý, až averzní postoj.

7. Výrobní systém

Výrobní systém je postupně zaváděn do všech sfér. Problémem je ale i absence senzorů, které společnost prakticky nevyužívá, což omezí možnosti systému.

8. Komunikační výzvy

Problémem komunikace je malá informovanost vedení a více pohledů na danou tematiku, která by umožnila některé předsudky odbourat.

9. Environmentální výzvy

Jelikož se společnost zabývá zpracováním plastů, řeší hlavně odpadové hospodářství.

5.4.2 Návrhy změn v implementaci Průmyslu 4.0 pro Schürmann

Pro společnost Schürmann je doporučením více komunikovat s technologií, motivovat je, aby se zajímali o aktuální trendy a přinášeli do společnosti informace.

Téma Průmyslu 4.0 není nejvíce diskutovaným tématem, pro firmu by mohly být přínosné externí přednášky nebo školení.

V technologiích má společnost mnoho možností, kterými jsou například senzory a snímače, které nejsou používány, což může firmu do budoucna limitovat.

5.5 Návrh na vzdělávání manažerů

Největším problémem všech společností se ukázal nedostatek kvalifikovaných lidských zdrojů. V souvislosti s velikostí daných společností je zároveň problém získávání takových zaměstnanců, jelikož jde o malé a střední podniky, nedisponují oddělením lidských zdrojů nebo se rozhodli klíčové zaměstnance vybírat sami, ale sami nejsou vzděláni v řízení lidských zdrojů.

Proto je návrhem autorky, aby se manažeři či zástupci vedení pověřeni získáváním klíčových zaměstnanců, účastnili vzdělávacích kurzů zaměřených na získávání, nábor a výběr zaměstnanců.

Například společnost DTO CZ, zabývající se kurzy, semináři či rekvalifikací v podnicích, nabízí kurz Nábor a výběr zaměstnanců (s podtitulem Choice, Chance, Change – Volba, Šance, Změna). Kurz se zabývá zajišťováním náborových činností, technikami náboru, výběrem zaměstnanců a jejich přijmutím.

Kurz doplňuje vzdělání v nejnovějších poznacích v oblasti náboru, výběru zaměstnanců a efektivností tohoto procesu.

Jedná se o jednodenní kurz v ceně 2880 Kč.

Další možností je kurz společnosti Gradua na HR marketing. Cílem tohoto kurzu je pochopit on-line inzerci, její možnosti, jak oslovovat uchazeče a budování značky pomocí marketingu a dlouhodobé komunikace lidských zdrojů. V tomto kurzu jsou analyzovány příklady z praxe a využití sociálních sítí.

Jedná se taktéž o jednodenní kurz v ceně 3800 Kč.

Níže je uvedena kalkulace pro jednu osobu (z každé společnosti) na dvou vzdělávacích kurzech.

Cestovní náklady jsou počítány z dvou cest od sídel společností do míst kurzů, kterými jsou Ostrava a Praha. Cena při cestě automobilem s průměrnou spotřebou 6,5l/100 km a průměrnou celkovou vzdáleností 800 km od sídel firem, činí 5637 Kč (z toho 1877 Kč pohonné hmoty a 3760 Kč opotřebení automobilu).

Tabulka 6: Kalkulace nákladů na doporučené kurzy

Kalkulace nákladů na dva vzdělávací kurzy pro 1 osobu	
Kurz – Nábor a výběr zaměstnanců	2880 Kč
Kurz – HR marketing	3800 Kč
Cestovní náklady	5637 Kč
Celkem	12317 Kč

Zdroj: vlastní zpracování

Uvedené kurzy mohou napomoci společnosti k efektivnějšímu získávání klíčových zaměstnanců. Celková částka by na dva zmíněné kurzy činila pro každý podnik náklad ve výši 12317 Kč.

6 Závěr

Cílem této práce bylo prozkoumat připravenost vybraných podniků daného odvětví na prvky Průmyslu 4.0.

První část byla založena studiu zdrojů na téma Průmyslu 4.0. Byly načteny různé pohledy autorů zabývajících se tímto tématem. Byly definovány základní pojmy průmyslových revolucí a Průmyslu 4.0. Hlavními částmi byly základní pojmy, současný stav, jako ukazatel pro implementaci Průmyslu 4.0, lidské zdroje v Průmyslu 4.0 a výzvy pro implementaci Průmyslu 4.0 v podnicích.

Následující část se zabývala analýzou vybraných podniků, na základě teoretických poznatků. Bylo využito výzkumné šetření, rozhovory s managementem podniku, pozorování ve firmách, tištěné materiály firem nebo webové stránky.

Na těchto základech byly shrnuty poznatky o situaci v jednotlivých podnicích a rozdíly v situaci mezi nimi.

Pozitivním faktem je, že všechny společnosti se alespoň v určitém smyslu o Průmysl 4.0 zajímají. Jsou prvky Průmyslu 4.0, které společnosti berou již automaticky. V potaz bylo bráno, že u malých a středních podniků s vedením jednoho manažera může docházet k subjektivizaci témat.

Výstupem je shrnutí situace a jejích možných návrhů zlepšení. Největším problémem všech společností se ukázal nedostatek lidských zdrojů na trhu práce ve specifických technologických nebo programátorských kvalifikacích. Společnosti daná situace nutí přemýšlet v nových intencích, jako je sdílení pracovníků na určité pozici (např. programátoři).

Všechny společnosti si uvědomují důležitost inovací a změn pro zvýšení konkurenceschopnosti a efektivity podniku. Průmysl 4.0, přesto, že je pro někoho jen pojmem, je v této době minimálně v automobilovém průmyslu nezanedbatelným, proto společnosti nesmí ustrnout na místě a dále se rozvíjet.

I. Summary and keywords

The Diploma thesis is based on the analysis of four companies on the topic of implementation of Industry 4.0. The aim of this work is to study a current situation of the industry 4.0, to compare it with the literary theory and the to analyse it in each of the companies. It is crucial to explore the existing elements of the industry 4.0, attitudes and values that management acquires on these topics. These topics are analysed through research investigation, interviews, and observation in these companies. Subsequent research is a questionnaire survey. The analysis of the implementation of Industry 4.0 illustrates progress and necessary steps to remain competitive in the market. In companies there are detected some interesting points in progress or some defects of implementation.

Key words: implementation, subsequent research, questionnaire survey, shortage of people

II. Seznam použitých zdrojů

Literární zdroje

1. Deane, P. M. (1979). *The First Industrial Revolution*. Cambridge: Cambridge University Press.
2. Greenwood, J. (1997). *The Third Industrial Revolution*. Washington D.C.: American Enterprise Institute.
3. Kolíbal, Z. (1993). *Průmyslové roboty I. - Konstrukce průmyslových robotů a manipulátorů*. Brno: VUT.
4. Mařík, V. (2016). *Průmysl 4.0 – Výzva pro Českou republiku*. Praha: Management Press.
5. Mokyr, J. (1998). *The Second Industrial Revolution, 1870-1914*. Evanston: Northwestern University.
6. Rolínek, L., Vrchota, J., & Pech, M. (2022). *Přípravenost podniků na Průmysl 4.0*. Praha: Wolters Kluwer.
7. Schumpeter, J. A. (1982). *Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. Philadelphia: NJ: Porcupine Press.
8. Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. London: Penguin Books.

Internetové zdroje

9. Berkup, S. Z. (2014). Working With Generations X and Y in Generation Z Period: Management of Different Generations In Business Liffe. [cit. 2021-10-10]. Dostupné z: <https://www.richtmann.org/journal/index.php/mjss/article/view/4247>
10. Bilbao-Osorio, B., & Dutta, S. (2020). The Network Readiness Index 2020. [cit. 2021-10-15]. Dostupné z: https://networkreadinessindex.org/wp-content/uploads/2020/11/NRI-2020-V8_28-11-2020.pdf
11. Bojic, B., Rikalovic, A., & Suzic, N. (2021). Industry 4.0 Implementation Challenges and Opportunities: A Managerial Perspective. [cit. 2021-10-20]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/344428331_Industry_40_Implementation_Challenges_and_Opportunities_A_Managerial_Perspective
12. Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. New York: Norton & Company.

13. Consultants, R. B. (2014). Think Act Industry 4.0. [cit. 2021-10-14]. Dostupné z: https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_tab_industry_4_0_20140403.pdf
14. ČSÚ. (2014). Vzdělanostní struktura obyvatelstva. [cit. 2021-10-10]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/13-2130-03--3_8_vzdelanostni_struktura_obyvatelstva
15. Ebas. (2022). O nás. [cit. 2021-10-13]. Dostupné z: <http://www.ebas.cz/o-nas>
16. Gibson, I., Rosen, D., & Stucker, B. (2015). Additive Manufacturing Technologies. [cit. 2021-10-10]. Dostupné z: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4939-2113-3>
17. GTAI. (2019). Smart Factory – The Future of Automated Manufacturing. [cit. 2021-10-15]. Dostupné z: <https://www.gtai.de/gtai-en/invest/industries/healthcare/smart-factory-104628>
18. Harahap, N. J., & Rafika, M. (1. 1 2020). Industrial Revolution 4.0: And the Impact on Human Resources. [cit. 2021-10-10]. Dostupné z: <https://jurnal.ulb.ac.id/index.php/ecobisma/article/view/1545/1516>
19. Hecklau, F., Galeitzke, M., Flachs, S., & Kohl, H. (2016). Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4.0. [cit. 2021-10-10]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827116308629>
20. Helbig, J., Kaggerman, H., & Wahlster, W. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. [cit. 2021-10-12]. Dostupné z: <https://www.din.de/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf>
21. Ivanov, T., & Korfiatis, N. (11 2013). On the Inequality of the 3V's of Big Data Architectural Paradigms: A case of heterogeneity. [cit. 2021-10-12]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/258247680_On_the_inequality_of_the_3V's_of_Big_Data_Architectural_Paradigms_A_case_for_heterogeneity
22. Knoema.com. (5. 4 2021). Network Readiness Index 2020: Digital Transformation at a Glance. [cit. 2021-10-15]. Dostupné z: <https://knoema.com/infographics/ljiscg/network-readiness-index-2020-digital-transformation-at-a-glance>
23. Lengsfeld, J. (2021). Dark Factory. [cit. 2021-10-10]. Dostupné z: <https://joernlengsfeld.com/en/>
24. Linaplast. (2022). Vývoj a konstrukce. [cit. 2021-10-25]. Dostupné z: <http://www.linaplast.cz/vyvoj.html>

25. Löttco. (2022). Willkommen. [cit. 2021-10-25]. Dostupné z: <https://www.loettco.de/willkommen.html>
26. Moktadir, A., Ali, S. M., Kusi-Sarpong, S., & Shaikg, A. A. (2017). Assessing challenges for implementing Industry 4.0: Implications for process safety and environmental protection. [cit. 2021-10-10]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0957582018301344>
27. Pedersen, M. R., Nalpantidis, L., Schou, C., Bogh, S., Krüger, V., & Madsen, O. (2016). Robot skills for manufacturing: From concept to industrial deployment. [cit. 2021-10-10]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0736584515000575>
28. Pfeiffer, S. (2016). Robots, Industry 4.0 and Humans, or Why Assembly Work Is More than Routine Work. [cit. 2021-10-10]. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/2075-4698/6/2/16/htm>
29. Rüssman, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Engel, P., Harnisch, M., & Justus, J. (44 2015). Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. [cit. 2021-10-10]. Dostupné z: https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries
30. Strach, P. (2007). Tvorb a výukových a výzkumných případových studií. [cit. 2021-10-10]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/294280076_Tvorba_vyukovych_a_vyzkvyzkum_pripadovych_studii

III. Seznam obrázků, tabulek, grafů a příloh

Seznam obrázků

Obrázek 1: NRI index	14
Obrázek 2: Mapa rozvržení NRI.....	14
Obrázek 3: Roland Berger Industry 4.0	15
Obrázek 4: Koncept Smart Factory	21

Seznam tabulek

Tabulka 1: Úroveň zavedení technologií Průmyslu 4.0.....	35
Tabulka 2: Úroveň digitalizace procesů	38
Tabulka 3: Bariéry zavedení Průmyslu 4.0.....	41
Tabulka 4: Konkurenční výhoda.....	44
Tabulka 5: Vnitřní vlastnosti	47
Tabulka 6: Kalkulace nákladů na doporučené kurzy	72

Seznam grafů

Graf 1: Úroveň zavedení technologií Průmyslu 4.0	37
Graf 2: Úroveň digitalizace procesů	40
Graf 3: Bariéry zavedení Průmyslu 4.0	43
Graf 4: Konkurenční výhoda	46
Graf 5: Vnitřní vlastnosti	48
Graf 6: Průměr všech společností v jednotlivých kategoriích	49
Graf 7: Průměrné hodnoty jednotlivých společností v jednotlivých kategoriích	50
Graf 8: Průměrné hodnoty jednotlivých kategoriích ve společnosti Linaplast.....	58
Graf 9: Průměrné hodnoty v jednotlivých kategoriích ve společnosti Ebas.....	62
Graf 10: Průměrné hodnoty v jednotlivých kategoriích ve společnosti Löttco	65
Graf 11: Průměrné hodnoty v jednotlivých kategoriích ve společnosti Schürmann	68

Seznam příloh

Příloha 1: Výzkumné šetření.....	79
Příloha 2: Seznam otázek strukturovaného rozhovoru	82

Příloha 2: Seznam otázek strukturovaného rozhovoru

- 1. Jaká je autonomie vedení vašeho podniku?**
- 2. Jsou vaši zaměstnanci informováni o Průmyslu 4.0 a jeho postupném zavádění?**
- 3. Zapojil se váš podnik do vnějších iniciativ zavedení v oblasti Průmyslu 4.0?**
- 4. Účastníte se školení nebo akcí objasňující potřebu implementace?**
- 5. Máte dostatek kvalifikovaných lidí v otázce Průmyslu 4.0?**
- 6. Řešíte nějakým způsobem otázku nedostatku takových zaměstnanců na pracovním trhu?**
- 7. Očekáváte, že digitalizací bude docházet ke změně počtu zaměstnanců ve vaší firmě?**
- 8. Byl by pro vaši společnost přínosný vzdělávací program v tématu Průmysl 4.0 pro vás nebo vaše zaměstnance?**
- 9. Máte možnosti poskytnout pracovníkům vzdělávací kurzy či na ně přispět pro budování Průmyslu 4.0?**
- 10. Jaké prvky Průmyslu 4.0 by pro vás byly v této chvíli nejpřínosnější?**
- 11. Máte dlouhodobější představu nebo strategii na rozvoj Průmyslu 4.0?**