

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2301 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: Průmyslové inženýrství a management

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Analýzy připravenosti podniku na nové trendy v Industry 4.0

Autor: **Bc. Tereza Procházková**

Vedoucí práce: doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.

Akademický rok 2019/2020

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci- zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Poděkování

Touto cestou bych chtěla poděkovat vedoucímu mé diplomové práce doc. Ing. Michalovi Šimonovi, Ph.D. za odborné vedení a rady, které mi poskytoval během zpracování práce. Také bych chtěla poděkovat panu řediteli firmy ept connector s.r.o., který mi poskytl spolu se zaměstnanci informace a poznatky z praxe. V poslední řadě bych také chtěla poděkovat rodině za podporu.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Procházková	Jméno Tereza	
STUDIJNÍ OBOR			
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Jméno Michal	
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KPV		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Analýzy připravenosti podniku na nové trendy v Industry 4.0		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2020
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	96	TEXTOVÁ ČÁST	96	GRAFICKÁ ČÁST	-
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

<p style="text-align: center;">STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>Diplomová práce se zaměřuje na zhodnocení připravenosti podniků. Dále pak analýzu možností inovací ve firmě ept connector s.r.o.</p>
<p style="text-align: center;">KLÍČOVÁ SLOVA</p> <p style="text-align: center;">ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</p>	<p>Průmysl 4.0, dílčí technologie, Logistika 4.0, Výroba 4.0, Chytrá údržba, metody hodnocení připravenosti, checklist</p>

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Procházková	Name Tereza	
FIELD OF STUDY			
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Name Michal	
INSTITUTION	ZČU - FST - KPV		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Analyses for readiness in company for new trends in Industry 4.0		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KPV	SUBMITTED IN	2020
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	96	TEXT PART	96	GRAPHICAL PART	-
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	Diploma thesis focusing on the evaluation of the readiness of companies. Other possible innovations in ept connector s.r.o.
KEY WORDS	Industry 4.0, Sub Technology, Logistics 4.0, Production 4.0, Smart Maintenance, Readiness Assessment Methods, Checklist

Obsah

Úvod.....	15
1 Technologický rozvoj současnosti	17
2 Nové trendy v Industry 4.0.....	19
2.1 Představení konceptu Industry 4.0.....	19
2.2 Důležité technologické koncepty.....	20
2.3 Logistika 4.0	24
2.3.1 Autonomní a inteligentní řídicí systémy	25
2.3.2 Inteligentní sklady	27
2.4 Chytrá údržba	31
2.5 Výroba 4.0	35
2.5.1 Chytré stroje	36
2.5.2 Chytré produkty.....	36
2.5.3 Robotizace ve výrobě	36
2.5.4 Aditivní výroba	38
2.5.5 Příklad digitální továrny v praxi.....	38
3 Metody hodnocení připravenosti.....	40
3.1 Rešerše stávajících modelů hodnocení připravenosti podniků.....	40
3.1.1 Německé dotazníkové modely	40
3.1.2 Anglické dotazníkové modely.....	44
3.1.3 Český dotazníkový model	46
3.2 Vytvoření checklistu a systém hodnocení	46
4 Analýza současného stavu.....	50
4.1 Představení společnosti ept connector s.r.o.	50
4.2 Současný stav připravenosti na přijetí Průmyslu 4.0.....	50
4.2.1 Logistika.....	55
4.2.2 Výroba- automaty.....	56
4.2.3 Nástrojárna	57
4.2.4 Engineering	59
4.2.5 IT	61
4.2.6 Kvalita	62
5 Identifikace možností inovací	63

5.1	Systém identifikace ve výrobě a ve skladu.....	63
5.1.1	Identifikátory s doplňkovými technologiemi	63
5.1.2	Vizualizace zakázek	63
5.2	Řízení logistiky.....	64
5.2.1	E-Kanban.....	64
5.2.2	EDI komunikace mezi Habartovem a Svatavou	66
5.2.3	Chytrý stůl	66
5.2.4	Rozšíření Kardexů.....	67
5.3	Správa údržby	68
6	Doporučení	70
6.1	Čárové kódy.....	70
6.1.1	Benefity vyplývající z implementace identifikačních zařízení čárových kódů..	70
6.1.2	Finanční zhodnocení	71
6.2	Microsoft Power BI	72
6.2.1	Benefity Microsoft Power BI	73
6.2.2	Finanční zhodnocení	73
6.3	E-kanban	75
6.3.1	Benefity vyplývající z implementace e-kanbanu	75
6.3.2	Finanční zhodnocení	76
6.4	Palstat CAQ	77
6.4.1	Benefity vyplývající z implementace Palstat CAQ.....	78
6.4.2	Finanční zhodnocení	78
	Závěr.....	80
	Příloha A: Dotazníkový checklist	87

Seznam obrázků

Obr. 1-1 Průmyslové revoluce	17
Obr. 2-1 Možné způsoby značení.....	22
Obr. 2-2 Real Time locating system.....	22
Obr. 2-3 Inteligentní brýle.....	24
Obr. 2-4 Automaticky řízené vozíky AGV	26
Obr. 2-5 IGV od společnosti AGILOX.....	27
Obr. 2-6 Vertikální výtahový systém	28
Obr. 2-7 Vertikální karuselový systém	29
Obr. 2-8 Horizontální karuselový sklad	29
Obr. 2-9 Inteligentní rukavice ProGlove.....	30
Obr. 2-10 Základní pilíře TPM	32
Obr. 2-11 Princip předpovídání doby do poruchy.....	33
Obr. 2-12 Porovnání současné a budoucí výroby	35
Obr. 2-13 Dvouramenný kolaborativní robot.....	37
Obr. 2-14 Průmyslová 3D tiskárna.....	38
Obr. 2-15 Digitální továrna 4.0 Siemens.....	39
Obr. 3-1 Ceckliste- Spolkové ministerstvo pro průmysl a energii	41
Obr. 3-2 Vyhodnocení dotazníku Industrie 4.0 Reifegradtest	42
Obr. 3-3 Výpočet stupně připravenosti na Průmysl 4.0	46
Obr. 5-1 Digitální přenos na obrazovky.....	65
Obr. 5-2 Možnost propojení s podnikovým systémem	65
Obr. 5-3 Fyzická kanban karta na obalu/paletě materiálu.....	66
Obr. 5-4 Chytrý stůl	67
Obr. 5-5 Shuttle XP 250/500.....	67
Obr. 5-6 Moduly Palstat CAQ.....	69
Obr. 6-1 Microsoft Power BI reporting.....	73

Seznam tabulek

Tabulka 3-1 Ukázka hodnocení.....	47
Tabulka 3-2 Procentuální úroveň podniku v implementaci Průmyslu 4.0.....	47
Tabulka 4-1 Hodnotící matice.....	51
Tabulka 4-2 Bodové rozhraní.....	53
Tabulka 4-3 Souhrnné vyhodnocení jednotlivých oblastí.....	53
Tabulka 4-4 Procentuální zisk oddělení logistiky.....	55
Tabulka 4-5 Procentuální zisk oddělení automatů.....	57
Tabulka 4-6 Procentuální zisk oddělení údržby.....	58
Tabulka 4-7 Procentuální zisk oddělení engineeringu.....	60
Tabulka 4-8 Procentuální zisk oddělení IT.....	61
Tabulka 4-9 Procentuální zisk oddělení kvality.....	62
Tabulka 5-1 Technické parametry Shuttle XP 250/500.....	68
Tabulka 6-1 Finanční rozhraní pořizovacích nákladů.....	71
Tabulka 6-2 Shrnutí finančního hodnocení implementace čárových kódů.....	72
Tabulka 6-3 Náklady Power BI.....	74
Tabulka 6-4 Finanční úspora plynoucí z implementace Microsoft Power BI.....	75
Tabulka 6-5 Počáteční investice implementace e-kanbanu.....	76
Tabulka 6-6 Shrnutí finančního vyhodnocení implementace e-kanbanu.....	77
Tabulka 6-7 Počáteční investice implementace Palstat CAQ.....	78
Tabulka 6-8 Vyhodnocení přínosů systému Palstat CAQ.....	79

Seznam grafů

Graf 4-1 Celkové grafické vyhodnocení jednotlivých oblastí	54
Graf 4-2 Grafické vyhodnocení checklistu oddělení logistiky.....	56
Graf 4-3 Grafické vyhodnocení checklistu oddělení automatů.....	57
Graf 4-4 Grafické vyhodnocení checklistu oddělení údržby.....	59
Graf 4-5 Grafické vyhodnocení checklistu oddělení engineeringu.....	60
Graf 4-6 Grafické vyhodnocení checklistu oddělení IT	61
Graf 4-7 Grafické vyhodnocení checklistu oddělení kvality	62

Seznam použitých zkratk

a.s.	Akciová společnost
AI	Artificial intelligence
AMU	Aplikace mobilní údržby
AR	Rozšířená realita
CAD	Computer Aided Design
CPS	Cyber-Physical Systems
CRM	Customer Relationship Management
ČR	Česká republika
ERP	Enterprise Resource Planning
EU	Evropská unie
EUR	Euro
GPS	Global Positioning Systém
HDP	Hrubý domácí produkt
HR	Lidské zdroje
I4.0	Industrie 4.0
IoS	Internet of Services
IoT	Internet of Things
IT	Information Technology (informační technologie)
JIT	Just in Time
M2M	Machine-2-Machine Communication
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
PLC	Programovatelný logický automat
PLM	Product Lifecycle Management
QR	Kód rychlé reakce
RFID	Radio Frequency Identification (Identifikace na rádiové frekvenci)

s.r.o.	Společnost s ručením omezeným
SAP	Systeme, Anwendungen, Produkte in der Datenverarbeitung
SW	Software
TPM	Total Productive Maintenance
VaV	Věda a výzkum
VR	Virtuální realita

Úvod

Tématem diplomové práce je Analýza připravenosti podniku na nové trendy v Industry 4.0. Industry 4.0, též také označován jako Průmysl 4.0 patří v současné době k velice diskutovaným tématům. V současné době se očekává, že tento koncept přinese změny na úrovni celospolečenského charakteru. Z tohoto důvodu je tedy nezbytně nutné, aby se podniky na implementaci Průmyslu 4.0 připravily. V současné době je v České republice poměrně levná pracovní síla v porovnání s ostatními zeměmi Evropské unie, ale je důležité myslet na to, že jsme jako stát závislí na průmyslové výrobě a je potřeba si udržet konkurenceschopnost.

V teoretické části diplomové práce jsme se zabývali shrnutím průmyslových revolucí a následně jsme se věnovali představení konceptu Průmysl 4.0. Vize čtvrté průmyslové revoluce byla představena na německém veletrhu v Hannover Fair v roce 2011 primárně jako budoucí standard průmyslové výroby. Jak již bylo zmíněno, počátky iniciativy Průmysl 4.0 se odehrály v Německu, kde německá vláda vyčlenila zhruba 100 miliónů euro na rozvoj modernizace průmyslové výroby. U zrodu čtvrté průmyslové revoluce stály významné firmy, jako jsou Siemens, Bosch nebo Volkswagen. K iniciativě této revoluce se postupně přidaly i další evropské státy a během několika let se podařilo posunout trendy v průmyslové výrobě globálně. Konečná vize čtvrté průmyslové revoluce spočívá v kompletní digitalizaci, robotizaci a plné automatizaci většiny současných lidských činností, což povede ke zvýšení efektivnosti práce, ke zvýšení spolehlivosti a přesnosti výroby a k levnějším produktům. Trend Průmysl 4.0 se v České republice poprvé začal objevovat v roce 2016, kdy vláda ČR přijala Iniciativu Průmyslu 4.0. Cílem toho bylo posílit dlouhodobou konkurenceschopnost České republiky.

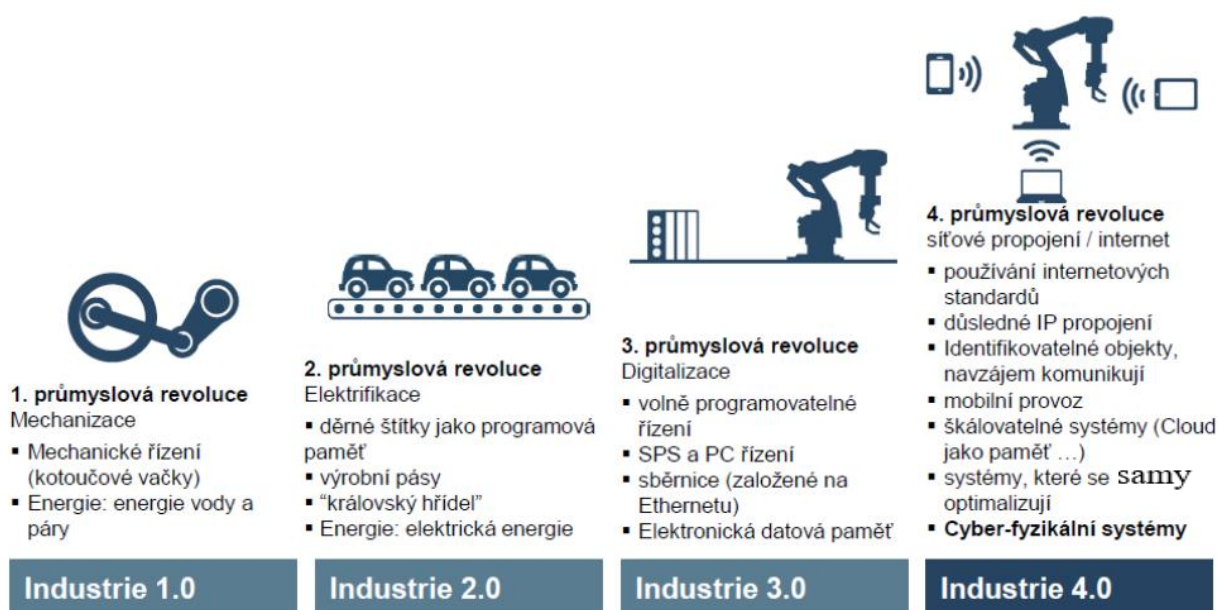
Dnes již můžeme hovořit i o chytrých městech, chytrých domech, ale v diplomové práci operuji jen s fenoménem chytrých továren. Při vzniku chytrých továren je důležité přijmout řadu technologických konceptů, jako jsou Big Data, Internet věcí, Internet lidí a služeb, automatizace, digitalizace, vývoj umělé inteligence apod. Tyto koncepty ovlivní veškeré procesy napříč celou společností – od návrhu výrobku, přes objednávky, výrobu až po vzdělávání zaměstnanců.

V praktické části jsme provedli analýzu připravenosti podniku formou dotazníkového šetření. Byl sestaven checklist, který se skládá ze sedmi oblastí: Business model, Strategie, Lidé, Výroba, Technologie, Data a Údržba. Dotazník byl vyplněn se zástupci šesti oddělení společnosti ept connector s.r.o. Na základě získaných dat jsme provedli analýzu možností inovací, které by mohl podnik implementovat v souvislosti se zvýšením podílu digitalizace a automatizace a zvýšením konkurenceschopnosti. Při sestavování checklistu jsme čerpali informace z teoretické části diplomové práce, a z již existujících evaluačních modelů. Důležitou roli při vytváření checklistu hrály i diplomové práce, které se zabývají podobným tématem. Na základě shromážděných informací jsme vytvořili vlastní checklist, ve kterém jsme standardizovali strukturu tak, aby byly všechny oblasti hodnocené stejným počtem otázek a body. S pracovníky jsme také vedli řízený rozhovor, abychom měli lepší možnost identifikovat úzká místa. Na společném workshopu se zástupci firmy ept connector s.r.o. jsme vyhodnotili stávající situaci v podniku a vyhodnotili doporučení, které naleznete na závěr této diplomové práce jako možné směry zvýšení konkurenceschopnosti podniku. U zmíněných doporučení můžeme nalézt také finanční vyhodnocení jednotlivých variant, která byla však sestavena na základě konzultace se zástupci firmy AIMTEC a.s., aby v ept connector s.r.o. získali představu o počátečních

investicích a možných ušetřených nákladech. Firma AIMTEC a.s. se specializuje na poradenskou činnost ve světě digitalizace a automatizace a má již i řadu zkušeností s implementací mnohých řešení, které vedou podniku blíže ke vzniku konceptu Průmysl 4.0.

1 Technologický rozvoj současnosti

Technologický rozvoj společnosti nás doprovází již celá staletí. Každá průmyslová revoluce nám přinesla přelomový vynález, který usnadnil lidem práci. Vlivem vývojových změn společnosti můžeme definovat hned několik trendů a změn, které mají obrovský vliv na formování života a chování člověka. V současné době se díky rostoucím konkurenčním silám, nedostatku kvalifikovaných lidí a zvyšujícím se nárokům na kvalitu produktů uskutečňují kroky k optimalizaci a digitalizaci svých procesů. Průmysl 4.0 je označením pro současný trend. Dojde ke změnám v průmyslové výrobě, domácnostech, v sociálním životě, a vlastně se dá říci, že Průmysl 4.0 přinese změny snad ve všech oblastech života, které dnes ani nedokážeme odhadnout. Průmysl 4.0 můžeme označit v pořadí za čtvrtou průmyslovou revoluci. [4]



Obr. 1-1 Průmyslové revoluce

[5]

Průmyslové revoluce

Již v 18. století proběhla první průmyslová revoluce. Počátky měla ve Velké Británii, odkud se nový trend rozšiřoval dále do celé Evropy a poté do celého světa. Velká Británie byla v tehdejší době jednou z mála politicky stabilních zemí a zároveň byla považována za koloniální velmoc. Ve Velké Británii byla také velká naleziště uhlí a železné rudy, což byly velice důležité suroviny pro nový trend. Symbolem první průmyslové revoluce je totiž parní stroj, a proto se mnohdy první průmyslová revoluce označuje jako revoluce páry. Kromě využívání nové zdroje energie byly vynalezeny také nové stroje, jako je například mechanický tkalcovský stav a už tenkrát se vedly diskuze, zda technologie nahradí lidskou práci. [3]

Druhá průmyslová revoluce je většinou odborníků datována rokem 1870, kdy byla instalována první montážní linka ve společnosti Cincinnati. Charakteristickým rysem druhé průmyslové revoluce je

elektrifikace. Většina technologických oborů druhé průmyslové revoluce má základ ve vědních oborech. Jedná se například o vědecké objevy fyziků Ampéra, Ohma a dalších, kteří postavili základy pro využití elektrického proudu. V roce 1879 byla vynalezena Thomasem Edisonem žárovka, a tak lidé mohli začít využívat elektřinu jako nový zdroj energie. V průběhu druhé průmyslové revoluce bylo vynalezeno velké množství technologií a inovací různorodého charakteru, a proto bylo zapotřebí tyto technologie koordinovat. Vládní instituce se proto začaly zabývat standardizací nových technologií a jednalo se například o definování rozchodu kolejnic na železnicích, definování napětí elektrického proudu. Došlo k určení pravidel silničního provozu a proběhlo mnoho dalších standardizačních kroků. [2]

Éra informačních technologií a automatizace začala třetí průmyslovou revolucí - nástupem počítačů nejen do průmyslové výroby. První programovatelný logický automat byl vynalezen v roce 1969 a tento rok můžeme označit jako počátek třetí průmyslové revoluce. Jednalo se o malý průmyslový počítač, který sloužil pro automatizaci procesů v reálném čase. Postupem času od roku 1970 se stávaly počítače podstatně výkonnějšími i levnějšími.[3] V průběhu třetí průmyslové revoluce proběhly změny a byly nastoleny nové trendy především v energetice, genetice, kosmologii a dalších oblastech. Opět můžeme mluvit o pokroku v oblasti ulehčení lidské práce, zlepšily se pracovní podmínky, také firmy zvyšovaly své poptávky po kvalifikovaných pracovnících a výroba se začala stávat levnější, protože docházelo k urychlování výrobních procesů. Za zmínku také stojí rok 1973, kdy došlo k ropné krizi - od té doby dochází k prudkému zdražování ropy a firmy se tak začaly zajímat o snižování energetické náročnosti. [1]

Nyní se nacházíme v období čtvrté průmyslové revoluce. Celý koncept Industry 4.0 bude popsán v následující kapitole, ale v podstatě je to rozmach chytrých technologií a inteligentních systémů, které postupně převezmou všechny činnosti, které doposud vykonávali lidé. Je důležité, aby se podniky, ale i vláda zabývali implementací postupně. Podniky tak budou konkurenceschopné, budou mít pružnou a flexibilní výrobu. Problémy s nezaměstnaností se eliminují tím, že dojde k požadovaným změnám v systému vzdělávání a rekvalifikace. [6]

2 Nové trendy v Industry 4.0

Jak již bylo zmíněno, v současné době se nacházíme v období čtvrté průmyslové revoluce, též nazývanou jako Průmysl 4.0. Mnohé z uvedených technologií zmíněných v této kapitole jsou základním stavebním prvkem Průmyslu 4.0. V rámci této práce se zabýváme pouze vznikem chytrých výrobních továren.

2.1 Představení konceptu Industry 4.0

Koncept Industry 4.0 byl poprvé představen v roce 2013 na německém veletrhu v Hannoveru jako budoucí standard v průmyslové výrobě nazvaný jako INDUSTRIE 4.0. Tato strategie je však součástí programu „High-Tech Strategy“, který byl spuštěn už v roce 2006. Původně se jednalo jen o myšlenku vzniku Smart Factories, dnes však můžeme definovat i Smart Homes, Smart Mobility a další. Podstatou Průmyslu 4.0 je digitalizace, automatizace, rozšiřování vysokorychlostního internetu, implementace chytrých technologií, propojená komunikace a řada dalších oblastí. Požadavky zákazníků rostou a díky tomu také roste i tlak na výrobce, aby vyráběl a dodával produkty co nejrychleji, v co nejvyšší kvalitě a nejlépe přesně na míru zákazníkovi za cenu hromadné výroby. [29] Základní myšlenkou je, aby stroje, lidé a další výrobní zařízení dokázali navzájem komunikovat a spolupracovat. Výrobní stroje a zařízení budou schopny se samy přizpůsobit – nastavit dle parametrů vyráběného produktu. Celý životní cyklus produktu bude monitorován pomocí kamer, čipů, senzorů. Fyzické prototypy budou nahrazeny virtuálními návrhy a logistika společně s výrobou podniku bude plně automatizována. To vše povede ke zvýšení efektivity a flexibility výroby, nebude docházet ke zbytečnému plýtvání, zkrátí se výrobní časy a především dojde k minimalizaci chyb a snížení počtu potřebného dělnického personálu.

V České republice byla Iniciativa Průmysl 4.0 schválena 24. srpna roku 2016 jako snaha udržet a posílit průmyslovou výrobu v České republice. Je velice důležité, aby průmyslová výroba v ČR nestagnovala, protože v české ekonomice hraje významnou roli. V souvislosti s implementací Průmyslu 4.0 bude potřeba přijmout velké změny a týká se to bez rozdílu velkých i malých firem či specializovaných podniků. Firmy musí na začátku implementace počítat s velkými investicemi. Industry 4.0 nelze specifikovat jednou definicí. Implementace prvků konceptu je náročná a můžeme hovořit spíše o dílčích cílech, které se budou postupně naplňovat. Industry 4.0 se vyvíjí postupně. Musíme však počítat s tím, že díky digitalizaci a automatizaci výroby dojde k výrazným změnám v oblasti ekonomiky, politiky, sociálního prostředí, trhu práce a ve všech procesech výroby podniků. Digitalizace znamená pro podniky příležitost, nikoli hrozbu.

V současné době můžeme ve výrobě již shledat částečně automatizované procesy, ale v souvislosti s Průmyslem 4.0 hovoříme o plně automatizovaných a optimalizovaných výrobních procesech. Jak již bylo zmíněno, veškeré prvky výrobních procesů budou navzájem propojeny jak vertikálně, tak horizontálně pomocí senzorů. Základním prvkem pro chytré továrny jsou Cyber Physical Systems, které zajistí autonomní výměnu informací v reálném čase, budou reagovat na případné chyby a přizpůsobí se flexibilním požadavkům zákazníků. V chytrých továrnách budou vznikat chytré produkty, které se vyznačují jednoznačnou identifikací. Výrobky s sebou ponosou svoji historii, cestu životního cyklu, svůj aktuální stav a případnou cestu k zákazníkovi. Pro implementaci Industry 4.0 je nezbytně nutné vytvořit komunikační infrastrukturu a standardizované prostředí. [6]

V chytrém podniku se propojí smart logistic, smart grid, smart buildings a smart distribution. Dojde k transformaci z tradičního hodnotového řetězce k úplně novému. Všechny složky továren nebudou pracovat izolovaně, ale vše bude propojeno. Vzniknou úzké vazby mezi dodavateli, výrobcí i zákazníky. Všechny složky budou vzájemně propojeny množstvím komunikačních systémů, jako je např. internet věcí. Díky implementaci dalších technologií dojde ke vzniku plně automatizované a digitalizované továrny, která bude pracovat autonomně.

2.2 Důležité technologické koncepty

Internet věcí

Internet věcí je velice důležitý ve směru implementace Průmyslu 4.0 a vizí budoucnosti. Koncept definuje internet věcí jako síť, ve které lze propojit pomocí internetu veškerá výrobní zařízení, stroje, roboty, výrobní linky, ty jsou schopny pak na dálku přijímat signál. Internet věcí se velice rychle rozšiřuje a přibývají nové věci, které lze propojit tak, aby byly součástí internetu věcí. Základem tohoto konceptu však nejsou věci, ale data, která tyto věci poskytují. Každé zařízení v internetu věcí je vybaveno bezdrátovým vysílačem, který komunikuje s routerem připojeným na internet. Pokud lidé, stroje a zařízení komunikují pomocí zařízení připojených k internetu, vzniká velké množství dat - tzv. Big data, která budou popsána v následující kapitole. Každé zařízení v rámci internetu věcí je vybaveno unikátním identifikátorem, aby byla umožněna vzájemná komunikace. Myšleným identifikátorem mohou být RFID kódy nebo vlastní IP adresa. Hlavním smyslem internetu věcí je, aby spolu mohly věci komunikovat neuspořádaně a neustále. Některé věci jsou do sítě napojeny přímo přes síťový kabel, u většiny se však využívá bezdrátová komunikace jako je například Wi-Fi nebo Bluetooth. [35]

Big Data

V současné době existuje řada definic, co znamená koncept Big Data. Například Oracle, Microsoft, Intel a řada dalších společností má vlastní definici. Nejčastěji se však můžeme setkat s definicí od technologicko-výzkumné společnosti Gartner: „Big Data je označení pro soubory dat, jejichž velikost je mimo schopnosti zachycovat, spravovat a zpracovávat data běžně používanými softwarovými nástroji v rozumném čase.“ [32] Jedná se tedy o velké množství dat, která nejsou strukturovatelná, a proto s nimi nelze pracovat ve formě čísel. Nestrukturované informace mohou být fotografie či videa a lze je velice obtížně zpracovat počítačovými algoritmy. V současné době již některé firmy vyvíjí nástroje pro zpracování těchto dat. Právě v chytrých továrnách bude hned několik zdrojů nestrukturalizovaných informací. Jedná se o různé čipy, čtečky, kamery, ale i počítače a chytré telefony. Sběr dat je velice užitečný, protože při správné a efektivní analýze potřebných dat jsme schopni optimalizovat výrobu, snížit prostoje, lépe obchodně rozhodovat a především ušetřit peníze. [33] [32] Mezi nástroje, které dokáží analyzovat velké soubory dat, patří Business intelligence.

Umělá inteligence

Umělá inteligence je součástí mnohých aplikací a technologií, které provádějí složité úkoly. V nynější době vzrůstá potenciál užití technologií, které AI (Artificial Intelligence) zahrnují. Umělá inteligence neznamena totéž co robot, stroj ani počítač. Jedná se o architektonické řešení softwaru, který se umí sám učit, analyzovat, vyhodnocovat, opravit či řešit další problémy a situace. Umělá inteligence funguje principiálně jako lidská paměť, ale s neomezenou kapacitou paměti a se schopností rychlé aktivity. V současné době se v souvislosti s umělou inteligencí mluví o dopravních prostředcích, které se řídí samy. V logistice má proto AI revoluční potenciál, protože pro externí logistiku by to znamenalo autonomní řízení aut, kamionů, letadel, vlaků apod. Umělá inteligence přinese ale také změny v dalších oblastech dodavatelsko-odběratelského řetězce. Často se hovoří o prediktivních analýzách, kdy AI odhadne, co se stane a jak se to stane. Jednou z dalších nejčastěji zmiňovaných oblastí implementace AI je objednávání zboží. Zpracování dat a následné vyhodnocování je další oblastí, o které se nyní hovoří jako o nejpravděpodobnější, kde AI bude implementováno. Umělá inteligence samozřejmě bude přínosná i pro další pracovní činnosti podniků. Jedná se například o optimalizace cen na základě chování a referencí zákazníků, zpracování transakčních a demografických dat. Technologie s umělou inteligencí zvyšují výkonnost a produktivitu firem tím, že napomáhají automatizovat procesy či dílčí úkoly, které dříve vyžadovaly lidskou činnost. Umělá inteligence dokáže zpracovat velice rozsáhlá data, které by člověk nikdy nedokázal pojmout. [34]

Cloudová úložiště

Jedná se o úložiště, které umožňuje ukládat a zpracovávat velké objemy dat a to bez nutnosti vlastnit fyzicky výpočetní techniku. Cloudová úložiště fungují na bázi služby, kterou si podniky zaplatí a to za předem domluvených podmínek. Uživatel platí pouze to, co skutečně využívá ve smluvené kvalitě a dostupnosti. Podniky se v budoucnu budou muset vypořádat s velkým množstvím dat a výhodou této služby je možnost provedení náročných výpočetních operací – analýzy rozsáhlých databází. Pro podniky to znamená velkou úsporu nákladů. Pakliže chce firma využívat cloudová úložiště, musí mít zajištěné spolehlivé připojení k vysokorychlostnímu internetu a také mít zajištěné zabezpečení dat. [36]

Identifikátory zboží a lokalizační systémy

Identifikátory zboží jsou velice důležité, pakliže chceme zajistit kompletní přehled informací a zajistit sledovatelnost komponentů od samotného nákupu až po cestu k zákazníkovi. V prostorách podniků budou muset být rozmístěné snímače, které budou napojené na podnikový systém. Již samotný materiál či komponenta, která do podniků bude dodána, s sebou ponese identifikátor. Tím se ušetří proces štítkování nebo značení každé položky. Podnikový systém data zpracuje a připraví pro požadované výstupy uživatelům, zaměstnancům či zákazníkům. Nejčastějšími způsoby značení budou RFID a QR kódy. Vhodně zvolené identifikátory činí objekty inteligentními. Snímače identifikátorů, které jsou umístěné i na strojích a zařízeních, si po sejmutí kódu vymění navzájem informaci a sdělují, co se s materiálem či komponentou má stát a na jakém místě má být zpracován. Pomocí technologií, jako jsou např. průmyslové čtečky, je i materiál/komponenta schopen dát informaci o tom, jaké kroky výrobního procesu již proběhly a jaké budou následovat. V této souvislosti můžeme definovat digitální paměť výrobku.



Obr. 2-1 Možné způsoby značení

[17]

Real Time lokalizační systémy se používají pro lokalizaci osob, věcí, zboží, materiálu v reálném čase. V RTLS se nepoužívá GPS systém, ale základem jsou radiové frekvence, používají se však i infračervené vlny nebo zvukové vlny. RTLS se ve většině případů nastavují pro identifikaci tzv. slepých bodů, ale zde je právě nutné zabezpečit, aby nezasahovalo do soukromí osob, v našem případě zákazníků či zaměstnanců. V Smart Factories se RTLS systémy používají pro digitalizaci toku materiálu a většinou pro sledování pohybu vozíků. Data, která jsou zpracována, nám opět poskytnou přesnou informaci v reálném čase o stavu výroby. RTLS lze snadno integrovat s podnikovými systémy jako například SAP. RTLS systémy nám mohou přinést řadu výhod, mezi které patří:

- Efektivita využití zařízení
- Eliminace a identifikace procesních překážek či prostojů
- Kontrola nástrojů (správnost použití, kvalita, ...)
- Snížení počtu chyb
- Upozornění na skutečnost, že se proces odchyluje od plánu [21]



Obr. 2-2 Real Time locating system

[20]

Virtuální realita a rozšířená realita

Virtuální realita je v současné době pro podniky atraktivní, ale i efektivní z hlediska optimalizace řady podnikových procesů, a má široké spektrum užití. Díky tomu, že my si celý proces

nejprve naplánujeme prostřednictvím virtuální reality, jsme schopni včas identifikovat kritická místa a zabránit tak vzniku chyb. Pokud chceme stávající procesy optimalizovat, na základě užití VR jsme schopni provést analýzu stávajících systémů a zrealizovat optimalizaci nejprve na virtuálním modelu. Je nutné si uvědomit skutečnost, že plánování provádíme na modelu a jsme schopni si vytvořit i situace, které mohou nastat v souvislosti s proměnnými požadavky od zákazníků. Model virtuální reality lze použít pro vytvoření následné simulace a emulace zařízení a tím zajistíme, že budou dosaženy plánované kapacity, funkčnost prototypů, dodržení nákladů apod. Pokud máme vytvořený model ve virtuální realitě a nebudeme provádět další změny, tak si tím vytvoříme také vizualizaci výrobních činností. Možné další použití VR je také v souvislosti s prohlídkami podniku nebo školením zaměstnanců či zákazníků. [22]

Digitální dvojče představuje klíčový nástroj užití virtuální reality. V oblasti logistiky, řízení dodavatelsko-odběratelského řetězce nebo při testování nové linky se setkáváme s mnoha vlivy a variabilními faktory, které mohou celý systém ovlivňovat. V současné době podniky zařazují digitální dvojče do svých inovačních strategií a očekává se, že zabezpečí nejméně 10% nárůst efektivity procesů. Principiálně se jedná o virtuální model fyzického objektu, který umožňuje neustále monitorovat stav skutečného objektu na dálku, stejně tak simulovat či modelovat různé situace s přesnými daty. V souhrnu lze tedy říci, že digitální dvojče slouží k monitorování fyzických objektů a procesů v reálném světě, zrychluje a ulehčuje rozhodovací procesy. V neposlední řadě nám tato technologie umožňuje odhadovat slabá místa, která je nutné stabilizovat a optimalizovat. Model digitálního dvojčete lze využít kdekoliv, ale podniky jej nejčastěji využívají k simulování materiálových toků napříč celým procesem od příjmu, naskladnění, vyskladnění, obsluhování výrobních linek, přemísťování výrobků do expedičních skladů až po expedici. [13]

Z hlediska užití se jedná o oblasti:

- *Konstrukce*- nemusíme čekat na výrobu prototypu
- *Design* – rychle lze měnit barvy, osvětlení, materiál apod.
- *Simulace a kontrola obtížně opakovatelných situací* – několikrát lze opakovat stejnou scénu bez bezpečnostních rizik
- *Ergonomičnost* – lze ověřit užívání produktu, postup výroby na pracovištích
- *Zaškolení zaměstnanců* – je možné zacvičit nové zaměstnance bez rizik [31]

Rozšířená realita obohacuje reálný obraz o digitální informace. V praxi to vypadá tak, že po sejmutí reálného obrazu se nám např. na displeji telefonu zobrazí informace o původu produktu, trase k paletě, místo uložení materiálu nebo stáří materiálu. V souvislosti s rozšířenou realitou můžeme mluvit o inteligentních brýlích, které užívají pracovníci ve firmách. Inteligentní brýle mají různou podobu. Záleží na tom, od jakého výrobce produkt zvolíme. Promítaný obraz je většinou směřován na displej nebo zeď, ale společnost Intel přišla s novinkou, kde je obraz promítán přímo do sítnice oka. Tyto brýle nejsou ani opatřeny žádnými tlačítky, kamerami ani jinými komponenty. Data, která jsou do brýlí promítána, jsou produkována z počítačů, notebooků, mobilů či tabletů. Do budoucna je v plánu vyvinout takové brýle, které bude možné ovládat pohybem očí nebo hlasem. Inteligentní brýle pracují s rozšířenou realitou. [15]



Obr. 2-3 Inteligentní brýle

[16]

Prospěšnou implementací rozšířené reality pro podniky jsou virtuální návodky. Virtuální návodka je názorné a jednoduché zobrazení 3D pracovního postupu, při kterém pracovník sleduje video na monitoru u svého pracovního místa. Video je animovanou návodkou, která definuje pracovníkovi, které součástky má použít a kam je umístit v dané situaci. Po vykonání dílčího kroku si pracovník ovladačem video posouvá. Virtuální návodka je efektivní způsob školení zaměstnanců, zejména ve firmách, kde je integrováno větší množství zahraničních pracovníků.

2.3 Logistika 4.0

Digitalizace a automatizace logistických činností podniku je v současné době optimálním a nejčastějším řešením. Ceny robotů a automatizovaných vozíků v poslední době klesají a navíc si díky umělé inteligenci dokáží osvojit mnohé činnosti přímo od zaměstnanců firmy. Logistika je důležitou součástí každého podniku. Úkolem logistiky je, aby bylo zboží ve správný čas, ve výborné kvalitě a za správné náklady na správném místě. Náklady firem mnohdy ovlivňuje množství zásob, a tak je nezbytně nutné, aby si každá firma zvolila optimální logistickou strategii. Jak jsme již zmínili, internet věcí bude mít dopad v mnoha oblastech, i v logistice. Společně s internetem věcí podniky budou muset implementovat ve svých logistických činnostech i další technologické koncepty, které jsou popsány v předchozí kapitole.

Očekává se, že největší dopad bude mít Průmysl 4.0 ve výrobě a právě v logistice. V průmyslové výrobě se objevují mnohé trendy a inovace, které jsou dány technologickým vývojem společnosti, nebo které přináší politická rozhodnutí nebo sociální faktory.[10] Téměř v každé výrobě je interní logistika hlavním činitelem ovlivňujícím plynulost výroby. Logistika 4.0 umožňuje integrovat a optimálně koordinovat procesy napříč odběratelsko-dodavatelským řetězcem. V současné době existuje v mnoha podnicích řada implementovaných technologií, které jsou součástí vize vzniku Logistiky 4.0. V mnoha firmách je komunikace mezi člověkem a stroji skutečností, klasické každodenní úkoly skladníků jsou optimalizovány pomocí chytrých technologií, které pomáhají bezchybně a efektivně pracovat. Dalším významným posílením jsou autonomní dopravní systémy, které si pomocí optických senzorů nastaví nebo vyberou trasu. Použité identifikátory, senzory a internet věcí umožňují monitorování zboží a online hlášení např. v případě překročení prahové hodnoty materiálu. Komplexní digitalizace napříč

každým procesem v logistickém řetězci zvyšuje objem dat, která jsou dostupná v reálném čase, což přináší výhody i nevýhody. Víze Logistiky 4.0 je eliminovat lidský faktor a v co největší míře automatizovat procesy, aby byly co nejefektivnější a nejflexibilnější. Cílem je vytvořit komplexní propojení logistických činností s plánováním výroby, sklady a dalšími procesy, které mohou ovlivnit logistiku. [37]

Pokud chceme hovořit o trendech, které přinesla implementace Industry 4.0, je nezbytné si rozdělit průmyslovou logistiku:

- Nákupní logistika
- Výrobní logistika
- Distribuční logistika

Podniky stále častěji zjišťují, že automatické skladování, automatické vozíky, hlasové vychystávání apod. zlepšují efektivnost logistických činností. Automatizace a digitalizace umožňuje zvyšovat produktivitu, dokážeme maximálně využít prostor, eliminuje se lidská pracovní síla, snižujeme prostoje. Implementace technologií má za cíl eliminovat plýtvání a zároveň propojit logistické procesy tak, aby byly komplexní a moderní.

Robotické technologie jsou v posledních letech na vzestupu. Díky dramatickému rozvoji vznikají zcela nové možnosti jejich využití. Mezi činnosti, které dokážou roboti v logistice zastat, patří:

- Nakládání a vykládání dodávek
- Vychystávání zboží ze skladů
- Balení zboží
- Naskladnění zboží
- Zásobování pracoviště

Pro zásobování pracovišť a pro nakládání a vykládání dodávek firmy používají standardní automatické inteligentní vozíky. Pro vychystávání a naskladnění lze využívat „robotické ruce/robotická ramena“, která pracují automaticky, ale spíše se používají pomocné technologie, které pracovníkům ulehčují práci. Zmíněné technologie budou popsány v kapitole 2.2.2. Automatizace balení a paletizace firmy začaly také využívat, ale vývoj robota je individuální a dle požadavků zákazníků. [18]

2.3.1 Autonomní a inteligentní řídicí systémy

Budoucnost interní přepravy výrobků, materiálů, beden atd. budou mít v budoucnu plně v rukách autonomní inteligentní robotická vozidla.

AGV je autonomně řízené vozidlo, které funguje bez lidské obsluhy a s vlastním pohonem. Druhy AVG lze rozlišit podle typu navigace, kdy je zapotřebí vozíku určit, kde se nachází, kam má pokračovat a jaké možné překážky se mohou objevit. Vozíky AGV se pohybují pomocí pevného souřadnicového systému a řídicích prvků, které mohou být buďto na podlaze (magnetické pásky), nebo v podlaze (drát), nebo může mít vozík laserovou navigaci či satelitní navigaci. AGV lze charakterizovat také podle typu

provedení. Může se jednat o vidlicové vozíky, vozíky s palubním dopravníkem, montážní vozíky nebo tahače. Mnoho firem také nabízí stavbu AVG vozíku přímo dle specifikace požadavků. Lze je použít v interiérech nebo exteriérech, například pro vykládání kamionů. AVG vozíky přináší pro podniky řadu výhod:

- Optimalizaci přepravních toků
 - Možnost nepřetržitého provozu bez lidského zásahu
 - Dodávky Just-in-Time
 - Eliminace chyb
 - Optimalizace řízení zásob
 - Zvýšení bezpečnosti zaměstnanců (eliminace zranění způsobených manipulační technikou)
- [38]



Obr. 2-4 Automaticky řízené vozíky AGV

[19]

IGV vozíky jsou inteligentní řízená vozidla, která nemají centrální řídicí systém. Každý vozík si sám vypočítá svou nejlepší trasu a informaci o své cestě si vymění s dalšími zařízeními. Pro vozíky IGV tedy existují otevřená rozhraní, mohou se pohybovat bez omezení dle typu požadavků z výroby, nebo přímo od zákazníka. Od AGV se tedy liší tím, že IGV může jezdit volně bez jakýchkoli záchytných znaků. Jak již bylo zmíněno, tak IGV jsou flexibilnější než AGV, IGV má vysokou přesnost polohování a tak je vhodné pro většinu továren, protože vozíky lze použít přímo bez jakýchkoli modifikací nebo změn. Společně s IGV vozíkem jsou dodávána pomocná zařízení, které je potřeba v podniku nainstalovat, aby chod vozíků byl bezproblémový. Jedná se o bránu, terminál, systém pro správu vozového parku a samotný vozík. Navigační systém vozíku eliminuje potřebu pevné instalované infrastruktury, jako jsou kolejnice nebo magnetické pásy. Na základě informací, které jsou vozíku poskytnuty laserovým skenerem, je algoritmus vozíku schopen vypočítat svoji aktuální polohu a tu sdělí automaticky všem vozíkům ve stejné flotile. [39]



Obr. 2-5 IGV od společnosti AGILOX

[39]

2.3.2 Inteligentní sklady

Inteligentní sklady představují dokonalé spojení automatizace s nejmodernějšími technologiemi. Veškeré činnosti v chytrém skladu jsou vykonávány s minimálním zásahem lidské ruky a patří sem i manipulační technika-vozíky, které jsou popsány v předchozí kapitole. K efektivnímu řízení inteligentní skladů je důležité zvolit správný způsob identifikace zboží.

Mezi kladné faktory inteligentního skladu patří:

- Zvýšení rychlosti logistických činností a procesů
- Zvýšení produktivity a efektivity logistických procesů
- Efektivnější navýšení kapacity skladu
- Zvýšení bezpečnosti
- Zajištění sledovatelnosti objektů a procesů

Mezi negativní faktory patří:

- Vysoké pořizovací náklady
- Náročnost technického řešení
- Nastavení softwaru a systému řízení [46]

Automatické skladovací systémy

Vertikální výtahový systém

Jedná se o uzavřenou jednotku, ve které jsou uloženy police. Ve střední části výtahu se nachází šachta s tzv. ekstraktorem, který po obdržení příkazu doveze polici s požadovaným materiálem do výdejevého otvoru. Vertikální výtahové systémy se vyznačují velkou skladovací kapacitou, která je situována na poměrně malé půdorysné ploše. Podniky ušetří místo pro sklady a mohou ho využít efektivněji, např. při rozšíření výroby nebo další činnosti, která přináší zisk. Výtahový systém přeměří výšku a váhu ukládaného zboží a pak jej uloží na vhodnou pozici tak, aby došlo k co největšímu využití skladovací kapacity. Do vertikálního skladovacího systému lze uložit téměř jakoukoli věc, která splňuje rozměrové a váhové požadavky. Při ukládání lze vybrat velké množství palet, beden nebo přepravků. Vertikální skladovací systémy lze implementovat prakticky všude, ale největší zastoupení má průmysl automobilový, strojírenský, apod., kde systémy zajišťují funkci vychystávací a skladovací. Pořizovací náklady na pořízení těchto systémů jsou pro mnohé podniky nemyslitelné, protože cena je několikanásobně vyšší než u konvenčních skladů. Z dlouhodobého hlediska jsou však efektivnější a snižují náklady na údržbu skladu.

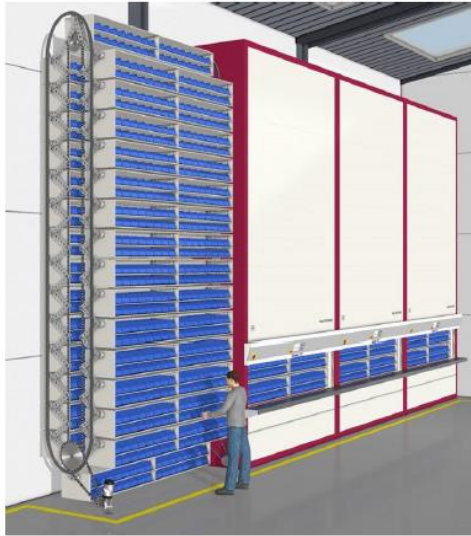


Obr. 2-6 Vertikální výtahový systém

[48]

Vertikální karuselový systém

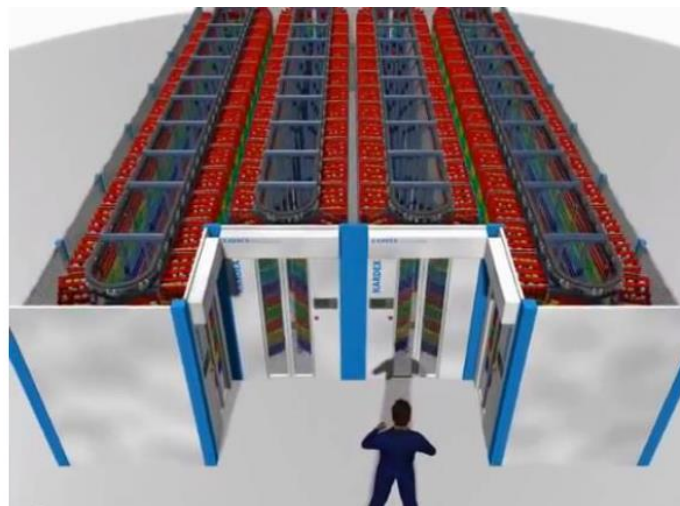
Jedná se o skladovací systém, který pracuje na principu rotačního páternosteru. Vertikální karuselový systém je určen pro skladový materiál s vysokou četností přístupů. Ve vnitřní části karuselu jsou patra a police, které se pohybují nahoru a dolů. Tento skladovací systém je vhodný pro skladování drobného a menšího materiálu jako je spojovací materiál, montážní prvky apod. Jedním ze stěžejních problémů by mohla být nevyváženost systému, která vzniká v případě, když je jedna strana zatížena více než druhá. Tato situace je hlídána systémem kontroly a v případě, že je zjištěna nevyváženost, systém okamžitě navrhne přes informační panel vhodný postup řešení.



Obr. 2-7 Vertikální karuselový systém
[49]

Horizontální karuselový systém

Horizontální karuselový systém je složen z vodícího pásu, ke kterému jsou připevněny regály s bednami. Tento automatický skladovací systém se využívá opět jako vychystávací sklad. V případě postavení vysokého horizontálního skladu je systém vybaven zvedací plošinou, která skladníka vyzvedne do požadované výšky pro odebrání zboží. Výdejní místa jsou situována na podestě skladovacího systému.



Obr. 2-8 Horizontální karuselový sklad
[47]

Chytré vychystávání

Jedná se o implementaci moderních technologií, které pomáhají pracovníkům při vychystávání zboží. V případě, že jsou pro firmy automatické skladovací systémy příliš nákladné, volí variantu klasických konvenčních skladů s doplňkovými technologiemi.

Inteligentní skenovací rukavice by se mohly stát v budoucnu výbavou zaměstnanců výrobních podniků. Na hřbetu rukavice je obvykle připevněn malý a lehký přístroj, který pracovníkům umožňuje snadné skenování čárových kódů během procesu vyskladňování. Přístroj na skenování je samozřejmě propojen se skladovým systémem a dalšími technologiemi podle toho, zda potřebujeme přenést informaci o stavu zásob apod. Inteligentní rukavice umožňují pracovníkům vykonávat činnost rychleji a efektivněji. Navíc čtečky, které používají dodnes, jsou specifikované jako neergonomické a mnohdy bývá obtížné s nimi manipulovat. Skladníci také mohou pracovat oběma rukama, a to vede k úspoře času. [14]



Obr. 2-9 Inteligentní rukavice ProGlove
[14]

Vision Picking je metoda, která používá pro vychystávání chytré brýle. Ty jsou propojeny se systémem řízení skladu. Systém vygeneruje pokyny pro vychystávání zboží a přiřadí je jednotlivým pracovníkům, kterým se zobrazují přímo do zorného pole. Informace, které se pracovníkům zobrazí, zahrnují: místo, kde je zboží uskladněno, jaké množství mají vychystat a do jaké palety ho uložit. Případná chyba se skladníkovi také zobrazí v brýlích. Tato technologie má společné charakteristiky s technologií Pick by Voice, a proto je důležité pro podniky realizovat zkušební období obou technologií a vyhodnotit efektivitu produktivity práce, kvality práce a především zájem zaměstnanců o tyto technologie. [45]

Pick by Voice je jednou z možností vychystávání, kdy jsou pracovníci naváděni hlasem a zpětným zvukovým hlášením potvrzují správné provedení vychystávací činnosti. Pracovníci jsou vybaveni sluchátkem s mikrofonom a počítačem, přes který komunikují se systémem správy skladu. Činnosti jsou pracovníkům přiřazovány systémem. Hlavní výhodou této technologie je, že skladníci mají volné ruce a mohou se tak lépe koncentrovat na práci. Další výhodou je, že se jedná o bezpapírovou metodu, pracovníci jsou po ukončení úkolu povinni vytisknout expediční lístek. Systém následně ověří, zda šiték

byl správně vytištěný a určí skladníkovi, kam má umístit štítek na paletu. Technologie Pick by Voice zvyšuje přesnost a především také bezpečnost zaměstnanců. [44]

Mezi další technologie, které by se daly zařadit do této kapitoly, by byly Pick by light nebo Pick to light. Ty jsou však postupně nahrazovány technologií Pick by Voice.

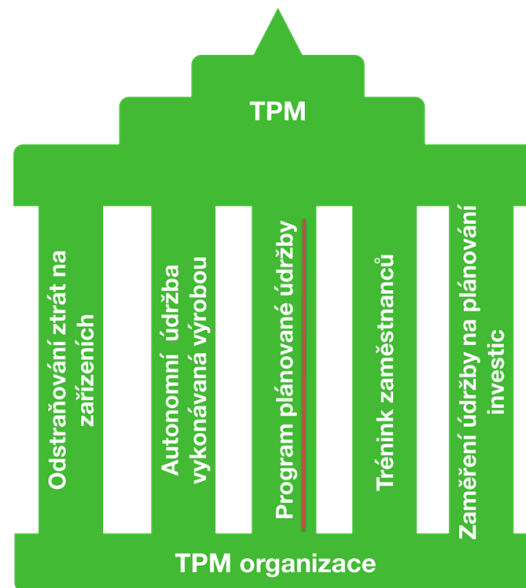
2.4 Chytrá údržba

Zatímco výroba, IT a další spřádají plány, jak implementovat Průmysl 4.0, je velice opomíjena údržba, která zanedlouho také ponese přídomek 4.0. Nynější trend digitalizace nabízí zcela ojedinělý přístup k poskytování služeb údržby. Sběr dat z výroby představuje jedinečnou možnost deklarovat reálnou přidanou hodnotu práce údržby. Data jsou zpracována z čidel, ale i ze záznamů realizovaných kontrol v minulosti. Na základě toho se pak predikuje budoucí stav a můžeme hovořit o prediktivní údržbě. Podstata údržby strojních zařízení se nezmění, ale změní se informační systém údržby, která umožní sofistikovanější řízení údržby a bude se rozhodovat objektivněji o potřebě a době provedení údržby, budou se vytvářet lepší programy údržby, dojde k optimalizaci řízení zásob náhradních dílů apod. [11] Výběr správné koncepce údržby provádíme na základě kontroly a sledování jednotlivých nákladů, které jsou spojené s opravami, náhradními díly, pořizovací cenou potřebných technologií apod. Údržba po poruše je v mnohých případech pro podniky složitá, protože musí vynaložit vyšší náklady spojené s případnou výměnou a opravou. Velice často taky musí podniky čekat na náhradní díly. Na druhou stranu nejsou zapotřebí žádné náklady spojené s pořízením monitorování systému. Náklady na údržbu se pojí také s dlouhou odstávkou výrobních zařízení. Údržba preventivní je prováděná na základě časového harmonogramu, ale neprovádí se monitorování stávajícího stavu zařízení. Oproti tomu existuje údržba prediktivní, která vychází z analýzy dat, která jsou získána monitorováním stavu výrobního zařízení. [40]

Zefektivnění činnosti údržby lze dosáhnout za podpory vrcholového managementu a managementu údržby pomocí efektivních procesů, komunikačních a analytických funkcí, např.:

- Vytvořením koncepce údržby
- Definováním stupňů údržby
- Definováním údržbářských postupů
- Zvýšením odbornosti a výcviku pracovníků údržby a provozu
- Optimalizací zásob a řízení zásob náhradních dílů [42]

Údržbou na celopodnikové úrovni se zabývá metoda Total Productive Maintenance (dále jen TPM), která přispívá ke zvyšování efektivnosti výrobního zařízení a udržení konkurenceschopnosti podniku. Program TPM má za cíl eliminovat poruchu stroje a zvýšit produktivitu výrobního zařízení. Prediktivní údržba je součástí programu TPM.



Obr. 2-10 Základní pilíře TPM

[43]

Jedním z pilířů TPM je program plánované údržby, který zahrnuje preventivní nebo prediktivní údržbu. Pro efektivní implementaci prediktivní údržby je velice důležité specifikovat jejich charakteristiku.

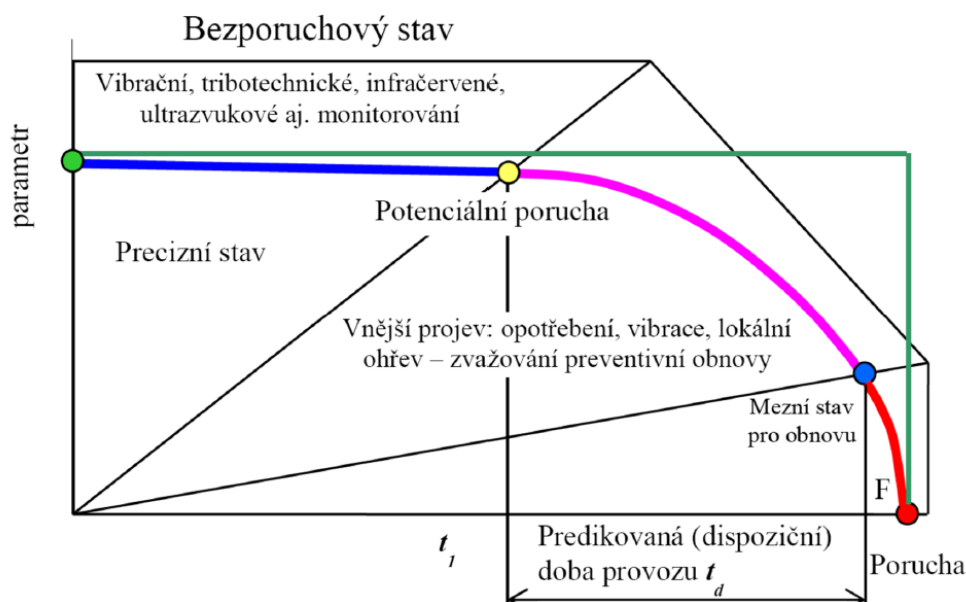
Od preventivní k prediktivní údržbě

Preventivní údržba se provádí na základě předem stanoveného časového plánu prohlídek. Cílem je předcházet poruchám a to včasným vyhledáváním a odstraňováním možných příčin jejich vzniku a sestavením harmonogramu dalších kroků v souvislosti s preventivní údržbou. Nevýhodou u preventivní údržby jsou odstávky strojů, které je nutno provést, a tím dochází ke ztrátám času. Dobu, za kterou je potřeba preventivní servis provést, buď definuje výrobce daného zařízení na základě svého zjištění, nebo je dána přímo v zákoně či vyhlášce státu v případě, že porucha stroje je životu nebezpečná. V mnohých případech preventivní údržby dochází k plýtvání, protože se části zařízení kontrolují nebo vyměňují mnohem dříve, než je nezbytně nutné.

Prediktivní údržba spočívá v tom, že jsme upozorněni, kdy by mělo dojít k servisnímu zásahu. Protože dochází ke sběru dat z výroby, je systém schopný v reálném čase vyhodnotit případné riziko selhání stroje. Prediktivní údržba je velice důležitá, neboť se jedná o nezbytný krok k řízení a správě procesů plánování údržby. Mohou však nastat dva problémy. Buď máme příliš mnoho dat, nebo příliš málo. V praxi mohou potom nastat problémy (v analogickém vyhodnocování) plynoucí z nastavení příliš benevolentních parametrů a po jejich vyhodnocení jsou všechna zařízení bezproblémová. V opačném případě jsou parametry nastaveny naopak příliš přísně a pak je velké množství zařízení označeno za poruchová. Analytický přístup nám navrhne z nasbíraných dat danou mez, pomocí které pak určíme pravidlo údržby. Vzhledem k tomu, že podniky mají omezené rozpočty, je důležité vyhodnotit místo s největší rizikovostí poruchy, a tak zefektivníme celý proces údržby. [11]Nesmíme opomenout, že

prediktivní údržba tedy minimalizuje neplánované prostoje, snižuje náklady na opravy, včetně práce, případně i skladových zásob náhradních dílů. Prediktivní údržbou dosáhneme vyšší životnosti zařízení a dojde k přesnějšímu diagnostikování a identifikaci problémů a to díky procesu monitorování.

Implementace konceptu prediktivní údržby by měla být všude tam, kde je to ekonomicky výhodné. Vytvořený průběh monitorování je znázorněn níže na PF křivce, kde máme označený bod potenciální poruchy, v němž nastávají změny pozorovaného zařízení. Bod F značí vznik reálné poruchy. Jak již bylo zmíněno, podmínkou úspěšné implementace prediktivní údržby je nepřetržité monitorování a správné vyhodnocení potřeby údržby. Mezi monitorování se řadí i jednoduché měření veličin jako je např. teplota, tlak, vibrace apod. [41]



Obr. 2-11 Princip předpovídání doby do poruchy

[41]

Digitalizace údržby přináší v oblasti prediktivní údržby mnohem větší možnosti rozšíření. Na trhu jsou a přichází nové senzory pro hodnocení technického stavu strojů, které jsou schopné rychlé výměny dat s úložišti na internetu nebo práce se softwaru. Roste jejich možná míra instalace i zlepšení zabezpečení výstupů dat ze strojů do softwarů na řízení údržby a Condition Monitoring. Podniky využívají řadu systémů pro řízení údržby, nejčastěji se jedná o SAP, MES atd. Mezi primární funkce informačního systému údržby patří zpracování, vizualizace, analýza a archivace měřených dat. Automatické generování signálů při překročení nastavených parametrů je možno nastavit ve formě SMS, emailů a dalších. [12]

Techniky prediktivní údržby

Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, důležitou činností v prediktivní údržbě je monitorování, na jehož základě provádíme analýzu získaných dat a následně se může predikovat budoucí stav. Technik monitorování je velké množství a výběr záleží na typu výroby, strojního zařízení a na pracovních podmínkách. Je však také nutné zmínit, že techniky prediktivní údržby jsou navázány na softwarový systém, který slouží podnikům k podpoře řízení plánu údržby. V současné době existuje několik softwarů na podporu řízení údržby, je však nutné zvážit výše počátečních nákladů a potřebnost kvalifikovaných pracovníků.

Mezi možné techniky prediktivní údržby patří:

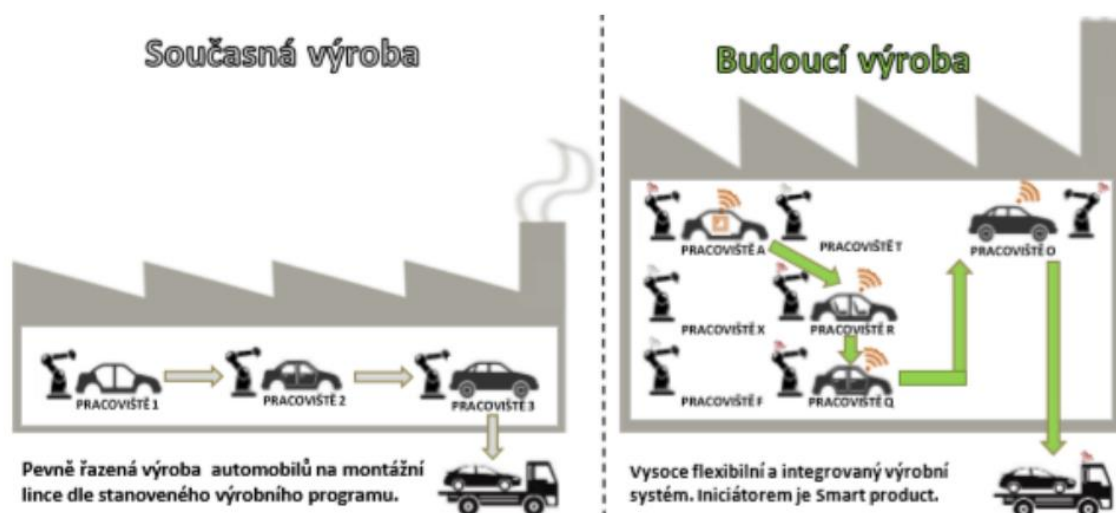
- **Monitorování vibrací** – tato technika bývá označována za nejefektivnější techniku pro detekci závad v rotujících strojích
- **Akustická emise** – jedná se o jakýsi pasivní ultrazvuk, který slouží k detekci a lokalizaci trhlin
- **Měření kvality oleje** – při použití této techniky se zkoumá přítomnost mikroskopických částic, které nám identifikují opotřebení součástí stroje
- **Měření spotřeby tlakového vzduchu** – snímač měří případný únik a spotřebu vzduchu
- **Monitorování koroze** – provádí se měření tloušťky potenciální koroze, která se může objevit na povrchu součástí strojů a zařízení [54]

2.5 Výroba 4.0

Smart Factory není už jen o chytrých technologiích. Chytré továrny budou schopné zvládnout výkyvy poptávky, budou pracovat efektivně, čímž budou zvyšovat zisk. Implementace Průmyslu 4.0 se dotkne téměř všech oblastí, chceme-li procesů podniku. Principy lze aktivně implementovat i do podpůrných oblastí, jako je např. řízení lidských zdrojů. Primární změny však nastanou ve výrobě. Mnoho let se ponechával ve výrobě princip „jednodílného toku“ a nejmodernější „tokový“ princip vymyslel Henry Ford – montážní linku. V souvislosti s Průmyslem 4.0 je to však již minulostí. Jednodílný tok výroby zůstane, protože zákazníci požadují výrobky na míru, ale schopnost budoucích výrobních systémů povede k řízení složitých operací z cloudu ve spojení s roboty. Každý produkt zaujme jinou, ale dobře kontrolovatelnou cestu napříč různými pracovními centry. [24]

Základním stavebním prvkem chytré výroby budou kyber-fyzikální systémy a tak budou stroje schopny autonomní výměny informací, vyvolání akce či reakce na momentální podmínky, kontroly, nebo dokonce opravy bez zásahu člověka. Výstupem chytré výroby by měly být chytré produkty, které budou jednoznačně identifikovatelné, lokalizovatelné a ponesou s sebou výrobní historii. [6] Pod chytrým produktem si musíme představit přesnou identifikaci a lokalizaci po celou dobu procesu. Samotný produkt zůstává chytrým i po dokončení výroby.

Na výrobní průmysl se doposud pohlíží jako na velmi namáhavou fyzickou práci. V současné době průměrný podnik disponuje kombinací nesourodých systémů, které mohou být mnohdy komplikací v přenosu dat. Jednotný standard stávajících odlišných systémů poskytuje způsob, jak efektivně implementovat prvky Průmyslu 4.0. Není zapotřebí něco rušit nebo měnit. Jednotný systém štihlé výroby umožňuje zaměstnancům podniku přístup pro zadávání, sdílení a extrahování dat, což podporuje vznik Výroby 4.0. Pokud výrobní stroje a linky pracují v rámci jednoho systému, odstraní se nejednoznačnost údajů a zvýší se přesnost.



Obr. 2-12 Porovnání současné a budoucí výroby

[30]

2.5.1 Chytré stroje

Aby mohly být stroje označeny za chytré, musí být vybaveny určitými technologiemi, bez kterých se jedná pouze o standardní konvenční stroje. Aby byla zajištěna sledovatelnost produktů a monitoring zařízení z hlediska údržby, musí mít každý stroj svůj senzor, který bude schopen zachytit určité parametry jako je teplota, vlhkost, vibrace apod. Od stroje očekáváme samostatné rozhodování, efektivní činnost a rychlé rozhodnutí při změně výroby, či opravy, kromě toho posílá stroj či zařízení všechny informace a data do cloudu ke zpracování a analýze. Toho všeho dosáhneme použitím IoT a požadavek na procesní výkon zařízení bude vyšší než u klasických konvenčních zařízení. Aby mohl stroj učinit autonomní rozhodnutí a reagovat na změny podmínek svého okolí, musí mít i svoji vnitřní paměť. Čím složitější stroj, tím rostou i požadavky na paměť. Dalším požadavkem pro chytré stroje je zajištění komunikace s jinými zařízeními. V současné době je k dispozici celá řada komunikačních mechanismů, jako jsou MQTT, Bluetooth, GSM, LPWAN atd. Každý stroj a zařízení musí mít zdroj energie, kterým může být elektrické vedení, baterie nebo obnovitelné zdroje energie. Vedle použití zmíněných technologií je důležité myslet na to, aby stroj či zařízení mohlo být snadno použitelné, aby nebylo obtížné stroje používat a spravovat. Očekává se také, že chytré stroje budou fungovat s minimální nebo žádnou údržbou. Případné aktualizace by měly mít co nejhladší průběh. [50]

2.5.2 Chytré produkty

V každé chytré továrně budou vznikat chytré produkty. Každý takový produkt, chceme-li výrobek, bude schopen uchovávat data, tato data vyhodnocovat a analyzovat, komunikovat s okolím a své okolí také ovlivňovat. Smart product má senzory, RFID čip/QR kód, vysílač, paměť a rozhodovací modul s umělou inteligencí. Jak již bylo několikrát zmíněno, je velice důležitá vzájemná komunikace mezi lidmi, stroji, budovou, ale právě také s výrobky. Chytrý produkt si na základě vzájemné komunikace vytváří svůj výrobní postup tak, aby výroba byla co nejefektivnější. Všechny předchozí kroky nahrává do historie a také ví, jaké kroky budou následovat. Nejenom, že si chytrý výrobek určuje svoji pozici, ale vytváří i požadavky na odvolávky na materiál. Průmysl 4.0 dokáže efektivně reagovat na požadavky od zákazníků, a proto každý chytrý výrobek bude od začátku „vědět“ svého zákazníka, to znamená, že je i dopředu znám případný poprodejní servis. Sledování a komunikace s výrobkem nekončí po předání zákazníkovi. Naopak, informace a data o produktech se neustále aktualizují. Chytrý produkt stejně jako ostatní prvky chytrých továren je napojený na IoT, a proto je možné jej na dálku ovládat a získávat z něj informace. Vznik chytrých výrobků a nového poprodejního systému zapříčiní vznik nových obchodních modelů a příležitostí. [51]

2.5.3 Robotizace ve výrobě

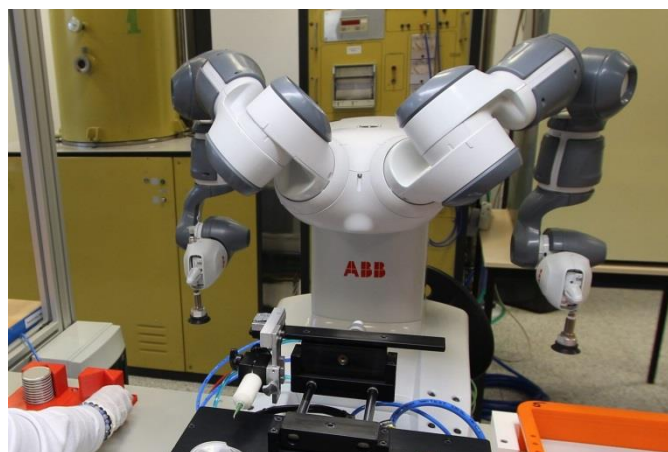
Průmyslový robot je automatický stroj, který obsahuje programovatelný řídicí systém a také manipulátor s několika pohybovými osami. Roboti ve výrobě obecně nahrazují člověka při zpracování materiálů, látek, energií či informací. Roboty řadíme mezi programovatelné univerzální manipulátory, které se však dále dělí na:

- Manipulátory s pevným programem – tyto manipulátory se označují jako průmyslové roboty první generace, manipulátory patří mezi jednodušší, při manipulaci se program nemění
- Manipulátory s pružným programem – jedná se o průmyslové roboty druhé generace, o pokročilejší manipulátory, protože program je schopný se sám upravovat a generovat akci na reakci
- Kognitivní roboty-jedná se o roboty s prvky umělé inteligence, kde se program generuje na základě vložených algoritmů zcela automaticky a sám, jedná se o druh robota, který je v souladu s prvky Průmyslu 4.0

Dle použití lze průmyslové roboty dělit na:

- Svařovací
- Paletizační
- Závěsné
- Lakovací
- Kolaborativní [25]

Díky technologickému pokroku mohou roboti pracovat na výrobních linkách vedle člověka. Mohou převzít těžkou a ergonomicky nepříznivou činnost a pracovníci se tak mohou věnovat jemnější či kreativnější práci. Roboti musí vykazovat zvýšený stupeň bezpečnosti, když spolupracují v úzkém kontaktu s člověkem. Jsou vybaveni pryžovým obložím, ale také inteligentním sensorickým čidlem, díky kterému robota dotykem zastavíme. Roboti se ve výrobě používají již několik let, ale k funkcím normální průmyslových robotů je potřeba přidat ještě kyberneticko-fyzikální systémy a internet věcí a teprve takové roboty lze charakterizovat jako kompatibilní s koncepcí Průmysl 4.0. Budoucí vizí je, aby člověk byl propojen se stroji ve výrobě a výrobní procesy byly co nejflexibilnější a nejefektivnější. Technologický vývoj robotů nám umožňuje jejich použití pro všechny typy výroby.



Obr. 2-13 Dvouramenný kolaborativní robot

[26]

2.5.4 Aditivní výroba

Aditivní výroba nebo také 3D tisk během posledních let prošly prudkým vývojem a dnes si již firmy běžně vytváří prototypy modelů, ale také náhradní díly ke strojům. 3D tisk se v současné době stal součástí změn ve výrobě, které souvisí s implementací Průmyslu 4.0. V případě, že jsme schopni si díly vyrobit na 3D tiskárně, můžeme snížit stav zásob náhradních dílů a neriskujeme riziko odstávky, protože dodavatel nám včas neposlal potřebný díl. Také vývoj materiálů posunul 3D tisk k častějšímu užívání, protože vlastnosti plastových kompozitů, které se pro tisk používají nejčastěji, se rovnají technologickým vlastnostem konstrukčního hliníku. Rychlost tisku, kvalita a cena významně ovlivnily užívání 3D tiskáren. Uvažujeme-li o transformaci výrobního průmyslu, musíme počítat s tím, že mnohdy musíme zajistit dodávku dílů během několika hodin. Se zrychlením 3D tisku nám tato starost odpadá, protože v současné době jsme schopni díly či produkty vytisknout během několika minut. V současné době je na trhu velké množství firem, které se zabývají stavbou 3D tiskáren a při vstupu dalších konkurencí na trh ceny klesají. 3D tisk v největší míře snižuje plýtvání materiálem ve výrobě. Největší přínosy přinese 3D tisk automobilové nebo velké výrobní společnosti. Mezi další společnosti se zřejmě zařadí firmy, které se zabývají výrobou zdravotnických pomůcek. [28]



Obr. 2-14 Průmyslová 3D tiskárna

[27]

2.5.5 Příklad digitální továrny v praxi

V současné době již existuje řada výrobních továren 4.0 a jednou z nich je i továrna Siemensu v německém Amberku. Výrobky navzájem komunikují s výrobními zařízeními a také s IT systémy. Všechny procesy jsou optimalizovány tak, aby se vyrábělo v co největší kvalitě. Cílem implementace bylo i ušetřit čas a peníze. V této továrně vyrábí programovatelné jednotky PLC Simatic, které se využívají k ovládání lyžařských vleků, palubních systémů lodí nebo v průmyslové výrobě. Výrobky a stroje si mezi sebou určí, které úkoly budou provedeny jako první a tak je nutný zásah člověka pouze při umístění první komponenty na výrobní linku. Stroje postupně nasazují na desku další díly jako například mikročipy. Další přítomnost pracovníků je poté při kontrolách a následném balení hotových výrobků. Stroje vykonávají 75 % činností plně automaticky a zbytek práce provádí zaměstnanci. Řada pracovníků sedí u počítače a kontroluje průběh výroby.

Každá deska má svůj vlastní identifikátor – RFID kód, a tak dochází ke sběru dat v reálném čase a lze tak sledovat životní cyklus každého výrobku. Denně je uloženo zhruba 50 milionů dat, které se ukládají do systému Manufacturing Execution System Simatic IT. Výroba je od začátku sledována a řízena virtuálně. Nejnovější údaje o vývoji Simatic jsou přenášeny přes Software Solution NX a Teamcenter rovnou do výrobních procesů Product Lifecycle Management.

Přítomnost člověka je nutná při vývoji a designu produktů. Od zaměstnanců se také vyžaduje, aby přicházeli s inovačními a optimalizačními návrhy, jako je například nákup nových montážních linek nebo logistických zařízení. Na to nepříjde ani ten nejefektivnější stroj. [8]



Obr. 2-15 Digitální továrna 4.0 Siemens

[7]

3 Metody hodnocení připravenosti

Cílem diplomové práce je připravit dotazníkové šetření s cílem zhodnotit připravenost podniku ept connector s.r.o. V současné době existuje několik evaluačních modelů v německém a v anglickém jazyce. V České republice je v současné době k dotazníkovému šetření připraven jeden model, který je věnovaný problematice připravenosti na Průmysl 4.0. Jedná se o evaluační model od ING. Zdeňka Havelky, Ph.D. Model je složen z pěti oblastí: leadership, byznysový model, operační model, technologie a práce s daty a datová struktura. Naším cílem bylo vytvořit vlastní evaluační model. Při tvorbě checklistu jsme čerpali z poznatků z teoretické části a z již existujících evaluačních modelů. Podkladem pro vytvoření checklistu nám byly i diplomové práce, které se zabývají podobným tématem. Na základě shromážděných informací jsme vytvořili vlastní checklist, ve kterém jsme standardizovali strukturu tak, aby byly všechny oblasti hodnocené stejným počtem otázek. Standardizovali jsme také možnosti odpovědí a hodnocení dotazníku.

3.1 Rešerše stávajících modelů hodnocení připravenosti podniků

V následující kapitole bychom chtěli představit a zhodnotit stávající modely, které hodnotí připravenost podniků na přijetí konceptu Průmyslu 4.0.

3.1.1 Německé dotazníkové modely

Quick Check Industrie 4.0 Reifegrad

Jak již bylo řečeno, Německo je průkopníkem implementace Průmyslu 4.0 a tak lze předpokládat, že bude v mnohém napřed. Právě v počtu dotazníkových šetření stojí Německo doslova na špičce. Je také všeobecně známo, že malé a střední podniky zřejmě nemají dostatečné množství prostředků, aby Průmysl 4.0 mohly aktivně implementovat, a proto bylo v Německu založeno centrum Digital in NRW. Jedná se o koncept na podporu právě malých a středních podniků v souvislosti s transformací výrobních procesů. Na webových stránkách Indivsurvey.de můžeme nalézt hodnotící model připravenosti, který obsahuje 15 otázek, a u každé máme na výběr ze 4-5 možností. Nicméně otázky jsou orientované na malé a střední podniky, proto je pro nás tento model nevyhovující. [56]

Dotazník od Hochschule für angewandte Wissenschaften Neu-Ulm

V dotazníku, který vytvořili zástupci vysoké školy aplikovaných věd Neu-Ulm se nachází 10 otázek. Tyto otázky jsou vyhodnocovány ze dvou perspektiv- z hlediska aktuálního stavu a z hlediska budoucího stavu (cca 3 roky). V každé otázce máme 5ti stupňovou přímku, kdy jednička znamená nejnižší stupeň a pětka nejvyšší stupeň. Výsledkem je grafické zhodnocení, kde nám je nabídnuto i porovnání s ostatními respondenty. Vše je samozřejmě anonymní, uživatelé se přihlašují pod referenčním číslem. Opět zde nemůžeme hovořit o detailnějším rozboru, proto jsme tento dotazník také nevyužili. [57]

Checkliste – Spolkové ministerstvo pro průmysl a energii

Jedním z dalších dotazníků je checkliste, který se nachází na internetových stránkách Spolkového ministerstva pro průmysl a energii. Prakticky se jedná o seznam, který by měl po vyplnění podnikům ulehčit rozhodování, zda zavádět dílčí prvky Průmyslu 4.0 či nikoli. Seznam je zaměřen na

zlepšující efekty, které by mohl Průmysl 4.0 přinést, podniky zaškrtavají jednotlivá pole a připravenost se hodnotí podle počtu zaškrtnutých polí. Čím více zaškrtnutých polí, tím je podnik samozřejmě lépe připraven. Jedná se o velice jednoduchý model, který nám neposkytne detailnější informace o stávající situaci v podniku.

Checkliste:
Kommt Industrie 4.0 für unser Unternehmen in Frage?

Ob die Einführung von Industrie 4.0.-Verfahren sinnvoll ist, kann jedes Unternehmen mithilfe eines ersten einfachen Checks herausfinden. Prüfsteine können die Komponenten des Marketing-Mix sein. Mit diesem lässt sich herausfinden, welche typischen Industrie-4.0-Effekte dazu beitragen können, vordringliche betriebswirtschaftliche Ziele zu erreichen.

Setzen Sie in den Kästchen ein Kreuz, bei dem Sie einen Industrie-4.0-Nutzen für eines Ihrer Marketing-Ziele vermuten.

	Verbesserte Produkte	Höherer Kundennutzen	Bessere Wettbewerbsposition	Geringere Kosten, attraktivere Preise	Effektiverer Vertrieb	Effektivere Kommunikation mit Kunden
Geringere Durchlaufzeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kürzere Lieferzeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Individualisierung der Produktion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Auslastung der Produktionsmaschinen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wartung der Maschinen und Produkte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Weniger Fehler	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bessere Qualität	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Größere Prozesstransparenz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Je mehr Kästchen Sie ankreuzen, desto eher sollten Sie sich über Aufwand und mögliche Effekte von Industrie-4.0-Lösungen für Unternehmen beraten lassen.

Obr. 3-1 Ceckliste- Spolkové ministerstvo pro průmysl a energii [55]

Dotazníkový model od Deutsche Telekom AG

Jedná se o dotazníkové šetření, které je spojeno s implementací Průmyslu 4.0, ale je zaměřeno pouze na digitalizaci podniku. Hned v úvodu jsou otázky rozdělené do 5 oblastí:

- Úvodní otázky
- Vztah se zákazníky
- Produktivita v podniku
- Digitální nabídky a obchodní modely
- IT a informační bezpečnost a ochrana dat

V úvodních otázkách je možné podnik ještě blíže rozřadit podle toho, zda se jedná o zpracovatelský průmysl, automobilový průmysl apod. V dotazníku se nachází celkem 73 otázek, které jsou hodnocené na základě pětistupňové škály. Máme zde také možnost neodpovědět. Opět se zde setkáváme s dvojím hodnocením- relevantní pro podnik a hodnocení implementace. U tohoto dotazníku sledujeme

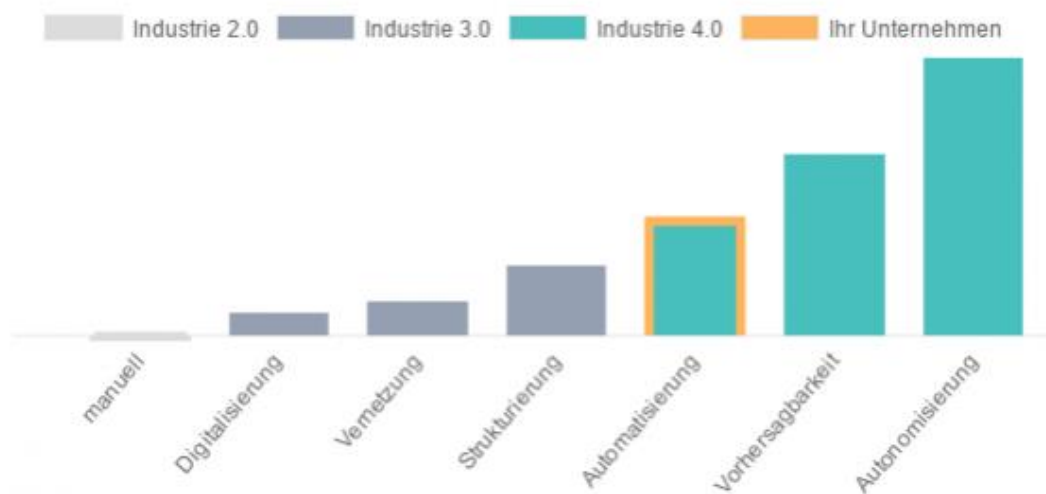
nevýhodu v tom, že se jedná o otázky zaměřené na digitalizaci a že má respondent na výběr možnost neodpovědět.

Industrie 4.0 Reifegradtest

Firma Vision Lasertechnik GmbH má na svých stránkách zveřejněný dotazník, který také hodnotí připravenost podniků na implementaci konceptu Průmysl 4.0. Dotazník je rozdělen celkem do šesti oblastí:

- Věda a Výzkum
- Výroba
- Logistika a skladování
- Administrativa
- Odbyt/prodej
- Zákaznický servis

Každá oblast je tvořena 12ti otázkami, přičemž jsou hodnoceny opět v pětistupňovém rozmezí. Je zde však zahrnuta i odpověď „nevím“. Chybí zde oblasti zaměřené na zaměstnance, podnikovou kulturu apod. Vyhodnocení dotazníku spočívá v tom, že na základě počtu nasbíraných bodů zařadíme podnik do úrovně- viz. Obr. 3-2.



Obr. 3-2 Vyhodnocení dotazníku Industrie 4.0 Reifegradtest
[60]

Definice jednotlivých oblastí:

- Manuální – nejsou použity žádné počítačové technologie
- Digitalizace – využití počítačů
- Propojení – systémy navzájem spolupracují, jsou propojené, je možná výměna dat
- Strukturování – v podniku se využívá centrální informační systém (ERP)
- Automatizace- procesy jsou automatizované
- Předvídatelnost- je možné dle současného stavu předvídat, jak se bude vyvíjet budoucnost
- Autonomizace- systém dokáže reagovat autonomně na vnější vlivy[60]

Dotazníkový model od VDMA/IMPULS

Tento model byl vytvořen Asociací německého strojínského inženýrství. Je rozdělen do šesti oblastí, které jsou tvořeny dalšími podoblastmi. Jedná se o oblasti:

- Strategie a organizace
- Smart Factory
- Smart Operations
- Smart Product
- Služby řízené daty
- Zaměstnanci

Celkem se nachází v dotazníku 24 otázek, kterým předchází 5 úvodních otázek, které jsou vztaženy k základním informacím o podniku. Dle získaných bodů je podnik rozřazen do jedné z 5 úrovní:

- Úroveň 0- Outsider
- Úroveň 1- Začátečník
- Úroveň 2- Pokročilý
- Úroveň 3- Zkušený
- Úroveň 4- Expert
- Úroveň 5- Excelentní

Hodnotící model od VDMA/IMPULS nemá u každé obsažené oblasti stejný počet otázek, z čehož vyplývá, že ne každé oblasti je věnována stejná pozornost. Lze si také povšimnout, že není u každé otázky možná stejná odpověď. U některých otázek se vyskytuje zaškrtačací pole, u některých máme na výběr z pěti možných odpovědí apod. Tuto skutečnost také sledujeme nevýhodou tohoto dotazníku, protože v závěru nejsou otázky ohodnoceny stejným způsobem. Stejně také při výběru odpovědi hodnotíme otázky, jak to bylo v minulosti, jak je to nyní a jak to bude v budoucnosti. Dalším nedostatkem, který jsme zaznamenali u tohoto dotazníku, je, že zde nejsou otázky zaměřené na zaměstnance, podnikovou kulturu, údržbu apod. [59]

Die Industrie – und Handelskammer für München-IHK

Poslední model, který byl vytvořen v Německu, je navržen Průmyslovou a obchodní komorou SRN. Dotazník je rozdělen do 4 oblastí a skládá se ze 46 otázek:

- Smart Product
- Smart Manufacturing
- Smart Organization
- Smart Technology

Opět se zde však setkáváme s nejednotnými hodnoceními u otázek a každá oblast nemá ani stejný počet otázek. Otázky jsou však také postaveny tak, že jsou až nerelevantní s ohledem na vyráběný produkt a velikost podniku. [61]

3.1.2 Anglické dotazníkové modely

Industry 4.0/Digital Operations Self-Assessment

Společnost Pricewaterhouse Coopers v roce 2016 vydala dokument s názvem „Průmysl 4.0: Budování digitálního podniku“, který definuje komplexní pohled na implementaci Průmyslu 4.0. Součástí tohoto dokumentu je také hodnotící model, který je rozdělen do 7 oblastí:

- Obchodní modely, produkty a služby
- Trh a zákazník
- Hodnotové řetězce a procesy
- IT architektura
- Legislativa, rizika a bezpečnost
- Organizace a kultura

V úvodu jsou obecné otázky, které nám opět charakterizují podnik jako takový. Jedná se například o otázky na velikost podniku, počet zaměstnanců atd. V každé oblasti je 6 otázek, ale v oblasti týkající se organizace a kultury podniku jsou otázky pouze tři. Opět lze vybrat mezi 5 stupni hodnocení s ohledem na současný stav a cílový stav podniku. Na základě získaného počtu bodů je podnik zařazen do jednoho ze čtyř stupňů:

- Digitální nováček
- Vertikální integrátor
- Horizontální spolupracovník
- Digitální šampion

V tomto modelu se setkáváme opět s dvojí perspektivou hodnocení, což jsme vyhodnotili jako nepraktický způsob zjištění výsledků, zda je podnik připraven nebo není. [62]

The connected Enterprise Maturity Model

Společností Rockwell Automation v roce 2014 vytvořila hodnotící model The connected Enterprise Maturity Model, který definuje 5 etap, se kterými se podniky setkávají na cestě k implementaci Průmyslu 4.0. V dostupných zdrojích se neuvádí bližší informace o samotné struktuře dotazníku či informace o otázkách, se kterými se můžeme v dotazníku setkat. [63]

Model od The University of Warwick

Britská univerzita of Warwick společně s pracovníky Crimson & Co a Pinsent Masons vytvořili analytický nástroj pro hodnocení připravenosti podniků na Průmysl 4.0. Připravený dotazník je tvořen šesti oblastmi, ve kterých jsou otázky. Podniky mohou svoji odpověď vybrat z pětistupňové škály, ale zároveň mohou vypsat svoji odpověď do prázdného místa, které je u každé otázky. Výsledky tohoto dotazníkového šetření si mohou podniky porovnat s ostatními subjekty, který dotazník také vyplňovaly. V každé oblasti se nenachází stejný počet otázek.

Oblasti v dotazníkovém šetření:

- Produkt
- Výroba
- Strategie a organizace
- Dodavatelský řetězec
- Obchodní model
- Právní aspekty

Nejsou zde zastoupeny všechny oblasti. Například role zaměstnance je zde opomenuta, stejně jako podniková kultura. Tento dotazník jsme vyhodnotili jako nedostatečný, protože je zde opět dvojitý způsob hodnocení a nejsou zastoupeny všechny otázky, které bychom potřebovali zodpovědět.

Industry 4.0 Maturity Model

Industry 4.0 Maturity Model popisuje pět úrovní, kterých mohou podniky dosáhnout v souvislosti s implementací Průmyslu 4.0. Celkem obsahuje model devět oblastí, které se dále rozdělují na podoblasti. Maturity Model obsahuje 62 otázek.

Oblasti v modelu Industry 4.0 Maturity Model:

- Strategie- otázky jsou orientovány tak, aby se zjistilo, zda podnik disponuje zdroji důležitými pro realizaci konceptu, také zjišťuje stav obchodních modelů
- Leadership – jedná se o otázky, které jsou zaměřeny na manažerské kompetence, koordinační a vůdcovské činnosti
- Zákazníci - otázky jsou zaměřeny na zákazníka, prodej, média apod.
- Produkty - digitalizace produktů, individuální požadavky zákazníků
- Operace - modelování, simulace, decentralizace procesů apod.
- Kultura - otázky, které zjišťují spolupráci podniku s jinými institucemi, sdílení znalostí, otevřenost k novým věcem
- Zaměstnanci - otázky zjišťující, jakými kompetencemi disponují pracovníci, jak jsou ochotni se učit novým věcem a především nové věci přijímat
- Legislativa - je důležité zjistit vhodnost technologických norem apod.
- Technologie - otázkami z této oblasti se snažíme zjistit stávající stav moderních technologií.

Jako jediné mínus jsme shledali u tohoto modelu jeho samotné vyhodnocení. Vyhodnocení je dáno výpočtem rovnice.

$$M_D = \frac{\sum_{i=1}^n M_{DIi} * g_{DIi}}{\sum_{i=1}^n g_{DIi}}$$

M...Maturity
D...Dimension
I...Item
g...Weighting Factor
n...Number of Maturity Item

Obr. 3-3 Výpočet stupně připravenosti na Průmysl 4.0
[64]

3.1.3 Český dotazníkový model

Evaluační model pro hodnocení digitální zralosti

Pod vedením Ing. Zdeňka Havelky, Ph.D. byl vypracován evaluační model pro zjištění připravenosti podniků na přijetí konceptu Průmysl 4.0. Tento dotazník obsahuje pět oblastí:

- Leadership
- Byznysový model
- Operační model
- Technologie
- Data

Celkem má dotazník 29 otázek, přičemž opět nejsou hodnoceny všechny oblasti stejným počtem otázek. Respondent má na výběr z pěti možných variant. Jakmile respondent zodpoví všechny otázky, je mu vyhodnocena úroveň připravenosti, ale nemá žádné srovnání, jak je na tom oproti jiným podnikům, nebo co daná úroveň znamená. Stejně tak není známo, s kolika úrovněmi dotazník operuje. Daný model je velice jednoduchý, ale nepodařilo se nám zjistit z dostupných zdrojů, jak dotazník správně vyhodnotit, nejsou zde obsaženy všechny oblasti, které bychom chtěli dotazovat, a počet otázek opět není stejný u všech oblastí. [65]

3.2 Vytvoření checklistu a systém hodnocení

Otázky v checklistu jsme rozdělili do sedmi kategorií:

- Strategie
- Lidé
- Business model
- Výroba
- Technologie
- Data
- Údržba

Kategorie jsme si zvolili na základě řešerše stávajících modelů a po konzultaci s odborníky z katedry na problematiku Průmyslu 4.0. Z českého dotazníkového modelu od Ing. Zdeňka Havelky, Ph.D. jsme si zvolili oblast byznys model, technologie a data. Tyto oblasti byly zastoupené i v dalších dotazníkových šetřeních, proto jsme věděli, že je důležité s těmito oblastmi operovat. Ve většině checklistů jsou zastoupené oblasti zaměřené na leadership, zaměstnance nebo zákazníky apod. Pro námi vytvořený checklist jsme se rozhodli po konzultaci s odborníky z katedry všechny oblasti spojit do jedné, a tou je oblast lidí. V souvislosti s Průmyslem 4.0 se bude měnit především výroba a strategie podniku.

Z modelu, který vznikl na univerzitě ve Warwick, jsme se nechali inspirovat právě těmito oblastmi. Průmysl 4.0 také velice ovlivní údržbu. Můžeme mít chytré stroje, chytrou logistiku, ale bez chytré údržby se v budoucnu podniky neobejdou. Tuto oblast jsme zařadili do checklistu z tohoto důvodu, byť není uvedena v žádném analyzovaném dotazníkovém šetření.

Celý dotazník tvoří 49 hodnocených otázek. Na každou oblast tak připadá 7 otázek. Nehodnocené otázky jsou uvedeny mimo dotazníkové šetření, pomohou nám jednoznačně specifikovat situaci v podniku, jedná se o otázky s odpověďmi ano/ne (v checklistu vyznačeny červeně). Z nehodnocených otázek jsme vytvořili samostatný list, protože se jedná o otázky, které nám identifikují charakteristiku podniku. Každá otázka obsahuje čtyři nabídky odpovědí, ze kterých si respondent vyplňující checklist vybere pouze jednu z možných odpovědí. Odpovědi jsou seřazeny hierarchicky, první – nejlepší situace, poslední – nejhorší situace -> viz ukázka hodnocení. Hodnotící škála odpovědí je od 0 do 3, kde 3 body = 100%. Tímto způsobem jsou ohodnoceny všechny otázky, které patří do seznamu hodnotících otázek v rámci jednotlivých oblastí. Za každou oblast je možné získat 21 bodů. Z hodnotících otázek bude po vyplnění vytvořen výstup, na základě kterého provedeme hodnocení podniku z hlediska připravenosti na Průmysl 4.0. Po vyhodnocení také budeme schopni společnosti navrhnout možná řešení, jak situaci zlepšit.

Má společnost jasnou strategii v oblasti HR související s Průmyslem 4.0?	Hodnocení	Výsledek firmy
<input type="checkbox"/> Společnost má jasnou představu o tom, jak se budou měnit požadavky na dovednosti zaměstnanců v prostředí Průmyslu 4.0 (a přizpůsobila tomu procesy nábora, hodnocení a rozvoje zaměstnanců).	3 body	2 body
<input checked="" type="checkbox"/> Společnost si je vědoma, jaké bude mít dopady Průmysl 4.0 na oblast HR, ale v současnosti ještě není jasné, jaké procesy a jakým způsobem bude potřeba v této souvislosti měnit.	2 body	
<input type="checkbox"/> Momentálně naše společnost nevnímá potřebu revidovat naše HR procesy a požadavky na zaměstnance v souvislosti s Průmyslem 4.0, je možné, že se k této problematice dostaneme později při zavádění Průmyslu 4.0.	1 body	
<input type="checkbox"/> Implementace Průmyslu 4.0 je pro nás tak daleko, že aktuálně tuto problematiku vůbec neřešíme.	0 bod	

Tabulka 3-1 Ukázka hodnocení

Celkové vyhodnocení bude vypočteno jako celkový průměr hodnocení vůči maximálnímu možnému počtu bodů. Výsledek bude vyjádřen v %.

Číslo	Úroveň	% rozmezí
1. Úroveň	Začátečník	0-25%
2. Úroveň	Pokročilý	26-50%
3. Úroveň	Zkušený	51-75%
4. Úroveň	Expert	76-100%

Tabulka 3-2 Procentuální úroveň podniku v implementaci Průmyslu 4.0

Definice jednotlivých oblastí

Strategie

Zařadit oblast strategie do checklistu je velice zásadní, protože je jen málo firem, které mají propojený vztah mezi vznikem, plánováním a růstem firmy. Informovanost podniků o konceptu Průmysl 4.0 je velice malá a adaptace je velikým rizikem. Nejdůležitější roli v implementaci strategie sehrává management podniku, protože musí zejména vytvořit strategický plán, efektivně řídit zdroje při zavádění nových technologií a zvyšovat motivaci svých podřízených. Implementaci Průmyslu 4.0 nelze provést v krátkém intervalu, proto je třeba, aby se dílčí cíle zahrnovaly do dlouhodobého plánování. Nezbytnou součástí je v neposlední řadě rozvržení investic.

Lidé

Velké změny nastanou především pro zaměstnance podniků. V důsledku Průmyslu 4.0 zanikne mnoho pracovních míst, ale zároveň vzniknou nová pracovní místa. Pro zaměstnance se změní zásadně model práce, a proto je potřeba, aby se zabezpečila dostatečná školení, rekvalifikace, apod. S tím úzce souvisí i motivace a spokojenost pracovníků, protože se v praxi můžeme setkat s lidmi, kteří budou změny zcela odmítat. To však bude mít později následek - nezaměstnanost lidí.

Business model

Ve třetí oblasti jsme pokládali za důležité zjistit, zda firma analyzuje trh a zda má nějakým způsobem vytvořenou vazbu či kontakt se zákazníkem. Implementací Průmyslu 4.0 získají podniky možnost flexibilnější výroby a budou tak moci vyhovět požadavkům zákazníka. Je důležité však tuto dobu „nezaspat“, protože v případě, že ostatní podniky aktivně zavádějí nové technologie a jsou schopni nabídnout více, firma zcela ztratí konkurenceschopnost.

Výroba

Cílem celé implementace je vznik Smart factory. Podniky toho docílí aktivním užíváním nových technologií, autonomních prvků, robotů atd. Vytvoří se naprosto propojené systémy, které budou mezi sebou komunikovat bez jakéhokoliv zásahu člověka. Taková je vize, ke které se chtějí všichni dopracovat. V souladu s touto vizí je nezbytná také štíhlá výroba, zmapování výrobních toků apod. S chytrou výrobou můžeme také definovat chytré produkty, které bude možné na místě identifikovat, popřípadě lokalizovat a sledovat po celou dobu jejich životnosti a to díky technologiím- RFID, čipy, senzory apod.

Technologie

V této části se setkáme s analýzou technologií, bez kterých není možné kroky Průmyslu 4.0 realizovat. Podniky budou v následujících letech nejvíce investovat právě do této oblasti. Technologie se navzájem propojují a doplňují, dá se říci, že fungují jako celek. Nové technologie se budou implementovat ve všech oblastech podniku a není možné specifikovat, které jsou nejvíce důležité a které nejméně. Opět zde hovoříme o dílčích implementacích, které povedou k realizaci konceptu Průmysl 4.0.

Data

Jedná se o pojem z oblasti IT. V dnešní době již využíváme mnoho technologií a objem dat neustále narůstá. Podniky s daty pracují a následně je vyhodnocují, nejedná se jen o jejich ukládání, ale i analýzy a vyhodnocování. Čím více dat, tím více informací. Jednou z důležitých záležitostí je samotná ochrana dat, proto je důležité v podnicích zjistit, jak se data ukládají, kdo k nim má přístup a jak je v současné době zajištěna bezpečnost dat.

Údržba

V souvislosti s implementací konceptu Průmysl 4.0 je velice důležité zefektivnit systém údržby. Údržba začíná nést přídomek 4.0, protože je nezbytnou součástí výrobních procesů a tak bude ovlivněna systémem digitalizace a automatizace. V současné době je pro podniky důležité standardizovat opravárenské činnosti a údržbu neprovádět, až když se stane porucha, ale provádět plánované údržby, které zvyšují životnost zařízení a produkci. Na základě sběru dat ze zařízení a strojů jsme schopni údržbu predikovat.

4 Analýza současného stavu

V následující kapitole se budeme zabývat vyhodnocením připravenosti podniku na implementaci iniciativy Průmysl 4.0 na základě navrženého modelu popsaného níže v této kapitole.

4.1 Představení společnosti ept connector s.r.o.

V roce 1973 byla založena společnost ept GmbH v Buching s názvem Bernhard Guglhör Präzisionsteile. V roce 1979 se společnost přemístila do Peiting a stala se jednou z nejúspěšnějších ve svém oboru. V Buching je dodnes závod, kde se nástrojářii a inženýři zaměřují na vývoj a výrobu vlastních zpracovatelských strojů a nástrojů. V roce 1993 byla ve Svatavě v České republice založena dceřiná společnost. Předmětem podnikání je výroba a montáž konektorů, nástrojářství, výroba z plastů a zámečnictví. V roce 2016 se spustila výroba i v Habartově, kde budeme provádět analýzu připravenosti na přijetí konceptu Průmysl 4.0. V současné době se hlavní závody společnosti nacházejí v Německu, USA, Číně a v České republice. [52]

Obchodní firma	ept connector s.r.o. (dále jen "ept")
Sídlo	Úžlabí 868, 357 09 Habartov
Právní forma	Společnost s ručením omezeným
Předmět podnikání	výroba, obchod a služby, zámečnictví, nástrojářství, vedení účetnictví, vedení daňové evidence
Základní kapitál	50 000 000,- Kč
IČO	49192116 [53]

Konektory ept se používají v mezinárodním měřítku. Jedná se i o náročné aplikace, jako jsou zpracování dat, přenos komunikace, lékařská, automobilová, dopravní, vojenská a kosmická odvětví. Hlavní zaměření společnosti ept je ve vývoji a výrobě konektorů v technologii lisování a pájení, jakož i výroba strojů a nástrojů pro technologii lisování. Na základě inovativních nápadů na výrobky a výrobní technologie nabízí společnost ept komplexní řešení pro konektory a technologie zpracování. [52]

4.2 Současný stav připravenosti na přijetí Průmyslu 4.0

Dotazníkové šetření bylo ve společnosti provedeno se šesti zástupci z oddělení automatů, logistiky, údržby, IT, kvality a engineeringu. Vytvořený checklist jsme dali celý vyplnit každému zástupci, abychom mohli analyzovat celkový stav společnosti. Protože chce společnost v současné době analyzovat a optimalizovat slabá místa v každém oddělení, ještě jsme vedli s pracovníky řízený pohovor. Zjištěné informace jsme aktivně využili i v rámci návrhu inovačních řešení v souvislosti s nástupem konceptu Průmysl 4.0.

Každý respondent zodpověděl celkem 49 otázek. Hodnotící matice nám vizualizuje výsledky jednotlivých oblastí. Maximální počet bodů, které mohl podnik v jednotlivé oblasti získat, je 126.

Následně jsme spočítali procentuální zhodnocení v závislosti na cílovém stavu, kterého podnik chce dosáhnout, tzn. 100%. V případě, že budeme dotazník vyplňovat ještě se třemi respondenty, procentuální podíl jednotlivých oblastí se ještě může změnit.

Oblast	Číslo otázky	Logistika	Výroba	Engineering	Nástrojárna	Kvalita	IT	Zisk %
1. Business model	1.	2	2	3	2	3	3	83,33
	2.	3	3	3	2	0	3	77,78
	3.	3	3	3	3	3	3	100,00
	4.	2	3	3	3	2	2	83,33
	5.	1	3	1	1	1	0	38,89
	6.	2	2	2	2	2	3	72,22
	7.	2	3	3	2	2	3	83,33
2. Strategie	1.	3	3	3	3	2	3	94,44
	2.	3	3	3	3	1	3	88,89
	3.	3	2	3	3	1	3	83,33
	4.	2	2	2	2	2	2	66,67
	5.	2	2	3	3	3	3	88,89
	6.	3	3	3	2	3	3	94,44
	7.	1	2	3	2	2	2	66,67
3. Lidé	1.	3	3	3	3	3	3	100,00
	2.	3	2	1	3	1	2	83,33
	3.	1	2	1	1	3	2	61,11
	4.	3	2	3	3	1	2	94,44
	5.	2	1	3	1	1	3	72,22
	6.	1	1	1	1	1	1	55,56
	7.	3	2	3	2	3	1	88,89
4. Výroba	1.	0	1	1	3	2	0	38,89
	2.	3	2	3	1	3	3	83,33
	3.	3	2	2	3	2	3	83,33
	4.	0	0	2	3	3	3	61,11
	5.	2	3	2	2	2	3	77,78
	6.	2	2	3	2	2	3	77,78
	7.	1	1	1	1	1	3	44,44
5. Technologie	1.	3	3	3	2	1	3	83,33
	2.	2	3	3	2	3	3	88,89
	3.	0	0	0	0	2	3	27,78
	4.	2	2	2	2	2	2	66,67
	5.	2	2	2	0	0	3	50,00
	6.	3	3	3	3	3	3	100,00
	7.	2	2	2	2	2	2	66,67
6. Data	1.	0	0	2	0	2	2	33,33
	2.	2	1	2	2	2	2	61,11
	3.	1	3	2	1	1	2	55,56
	4.	0	1	1	2	2	2	44,44
	5.	1	1	2	3	2	3	66,67
	6.	3	2	2	2	1	3	72,22
	7.	0	2	2	0	1	2	38,89
7. Údržba	1.	2	2	2	2	2	2	66,67
	2.	3	3	3	3	3	3	100,00
	3.	1	3	3	3	3	3	88,89
	4.	3	3	3	3	3	3	100,00
	5.	2	2	2	3	3	3	83,33
	6.	1	1	1	3	3	3	66,67
	7.	3	2	2	3	3	3	88,89

Tabulka 4-1 Hodnotící matice

Z hodnotící matice lze vyčíst, že na mnoho otázek měli pracovníci zcela odlišný názor. Tyto rozdílné odpovědi jsou vyznačeny žlutým rámečkem. Nejvíce rozdílných odpovědí jsme získali v oblasti Lidé. Rozdílné názory mohou vyplývat z rozdílného zaměření zaměstnanců. Otázky byly zaměřeny především na spokojenost zaměstnanců ve firmě, na zvyšování dovedností a znalostí, na kvalifikovaný personál. Vše však s ohledem na případnou implementaci konceptu Průmysl 4.0.

V červeném rámečku jsme chtěli zviditelnit odpovědi zaměstnance IT. Když srovnáme jeho odpovědi s odpověďmi ostatních pracovníků, tak si nelze nevšimnout, že zaměstnanec IT velice kladně hodnotí stávající situaci v ept. Vzhledem k tomu, že pracovník IT je velice mladý, tak se můžeme domnívat, že nemá dostatečné zkušenosti a znalosti, aby mohl celou situaci vyhodnotit objektivně.

Stejně tak jako zaměstnanec IT byl také velice pozitivní vedoucí oddělení automatů - v hodnotící matici vyznačeno modře. Vedoucí oddělení automatů pracuje ve firmě kolem 20 let. Je možné, že jsou tedy jeho kladné odpovědi způsobené tím, že pracuje ve stereotypu a mohl by být tím typem osobnosti, který bude odmítat inovativní řešení.

Z hodnotící matice lze dále vyčíst, že vedoucí oddělení kvality byl v mnoha ohledech pesimistický, co se týče současného stavu implementace konceptu Průmyslu 4.0. I přesto, že ve firmě pracuje řadu let, hodnotí situaci velice objektivně. Vzhledem k tomu, že má jistý odstup od činností na jednotlivých odděleních, nemohla nastat situace, že by svoje oddělení ohodnotil jako nejlepší, jako se tomu stalo u vedoucího nástrojárny.

Vedoucí nástrojárny pracuje ve firmě také řadu let. Odpovědi v dotazníkovém šetření můžeme ohodnotit opět jako nadprůměrně optimistické. Detailnějšímu rozboru se budu věnovat v kapitole níže. I přesto, že na oddělení nástrojárny nenajdeme prvky digitalizace či automatizace, tak ji ohodnotil na 95%.

Na základě dosažených procentuálních bodů jsme vyhodnotili podniku jednotlivé oblasti dle stanovených kritérií, ta byla určena při sestavování checklistu. Jak si můžeme v hodnotící matici povšimnout, objevují se zde otázky, kde podnik získal 0 bodů. Z výsledků, které byly vypočteny v hodnotící matici, jsme si sestavili tabulku zvlášť, abychom mohli snadno vytvořit ještě grafické vyhodnocení výsledků. Z výsledných počtů procent jednotlivých oblastí jsme vypočetli průměr, který nám vyšel 70%, a tak lze souhrnně podnik zařadit do úrovně pokročilý. Nesmíme však opomenout zmínit, že dotazník nebyl doposud vyplněn všemi respondenty. Výsledné hodnoty se mohou lišit.

Číslo	Úroveň	Hranice
1. úroveň	začátečník	0-25%
2. úroveň	zkušený	26-50%
3. úroveň	pokročilý	51-75%
4. úroveň	expert	76-100%

Tabulka 4-2 Bodové rozhraní

Pořadí	Oblast	max. %	zisk %	
1.	Business model	100	76,98	expert
2.	Strategie	100	83,33	expert
3.	Lidé	100	79,37	expert
4.	Výroba	100	66,67	pokročilý
5.	Technologie	100	69,05	pokročilý
6.	Data	100	53,17	pokročilý
7.	Údržba	100	84,92	expert

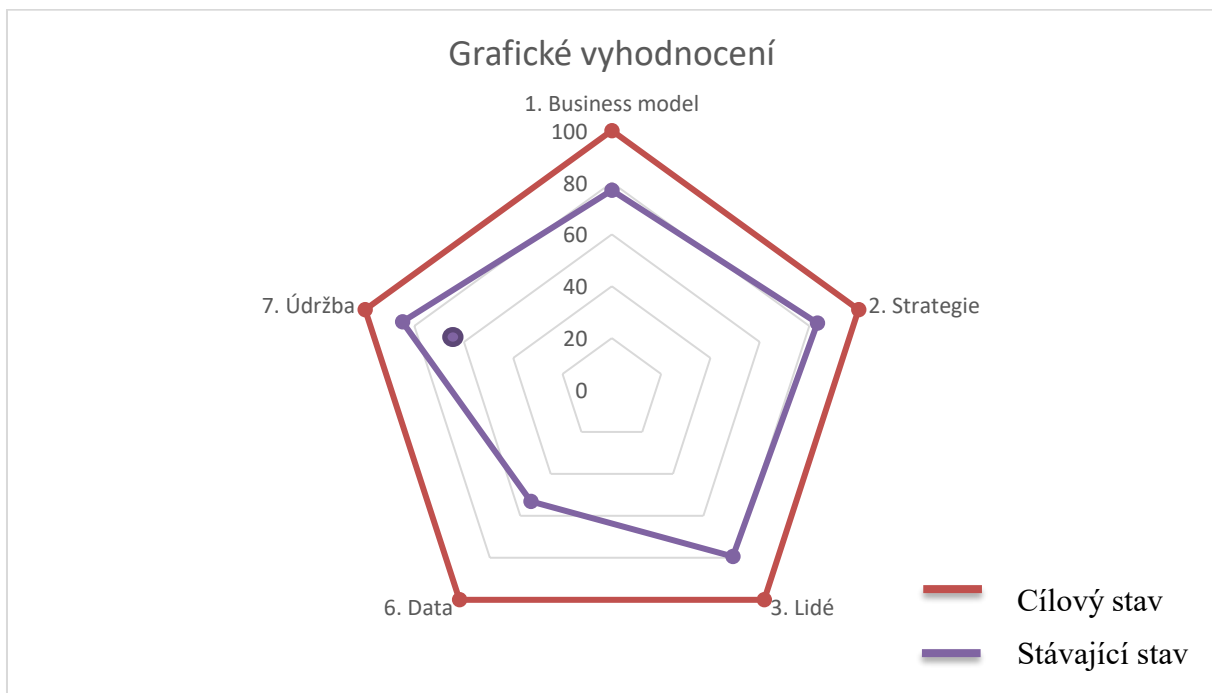
Celkový výsledek 73,36 %

Tabulka 4-3 Souhrnné vyhodnocení jednotlivých oblastí

Síťový graf nám zobrazuje aktuální stav připravenosti oproti cílovému stavu. Za nejlépe hodnocenou lze definovat oblast údržby, kde podnik dosáhl 84,92%. Současně také byly vyhodnoceny na úrovni expert oblasti Business model, Lidé a Strategie. Na úrovni pokročilý lze vyhodnotit oblasti Výroba, Data a Technologie. Nejméně bodů podnik získal v oblasti Data a to 53%.

Dle zadání a požadavků jsme se dále zabývali odděleními: výroba, logistika, nástrojárna a engineering, kde bylo cílem navrhnout takové inovativní řešení, které by snížilo náklady provozu, snížilo plýtvání a zvýšilo efektivitu provozu. Na zmíněných odděleních jsme vedli s pracovníky řízený pohovor. Výsledky z diskuze jsme pracovníkům prezentovali na workshopu a blíže si určili, která problematická místa jsou pro ně stěžejní a která staví do pozadí. Pro některá problematická místa a problémy, se kterými se pracovníci na odděleních potýkají, jsme řešení nenašli. Mohlo by se jednat o podněty pro další případové studie.

Vzhledem k tomu, že v závěru budeme identifikovat možná řešení právě na jednotlivých odděleních, v následujících kapitolách provedeme dílčí hodnocení v jednotlivých odděleních. Některá inovativní řešení může podnik samozřejmě využít napříč celou firmou. Například oblast dat vyšla jako nejhůře hodnocená u většiny oddělení, což by mohlo mít souvislost s možnou implementací identifikačních technologií. Dále také systém pro plánování výroby, protože firma disponuje starší verzí Hydry. Jedná se o systém pro plánování a řízení výroby. Data, se kterými operují v Hydře, pracovníci ručně získávají ze SAPu. Stejně tak dostupnost materiálu zadávají ručně. Na uvedené problémy se blíže zaměříme při rozboru problematických míst na jednotlivých odděleních.



Graf 4-1 Celkové grafické vyhodnocení jednotlivých oblastí

Na základě získaných poznatků od zaměstnanců firmy jsme si dovolili přehodnotit výsledek oblasti Údržba. V současné chvíli zaměstnanci ohodnotili tuto oblast na 85%, ale vzhledem k tomu, že podnik provádí údržbu preventivně, ne prediktivně a na oddělení se nesetkáváme s digitalizací, automatizací apod., stanovili jsme procentuální zhodnocení jen na 65%.

4.2.1 Logistika

Z výsledků dotazníkového šetření oddělení logistiky nám vznikl poměrně zajímavý výsledek. **Oblast Data** ohodnotili **pouze na 33%**, což je o 20% méně než celkový průměrný výsledek všech oddělení. Je to pravděpodobně proto, že identifikace zboží a materiálů, včetně doplňkových identifikačních technologií ve firmě není. V logistice je identifikace zboží velice důležitá, a proto se na ní zaměříme při analýze možností inovací v závěru práce. Procentuální zisk bodů svědčí o tom, že podnik již strategii na rozvoj dat v souvislosti s implementací Průmyslu 4.0 má naplánovanou. V některých případech již došlo k naplnění dílčích cílů.

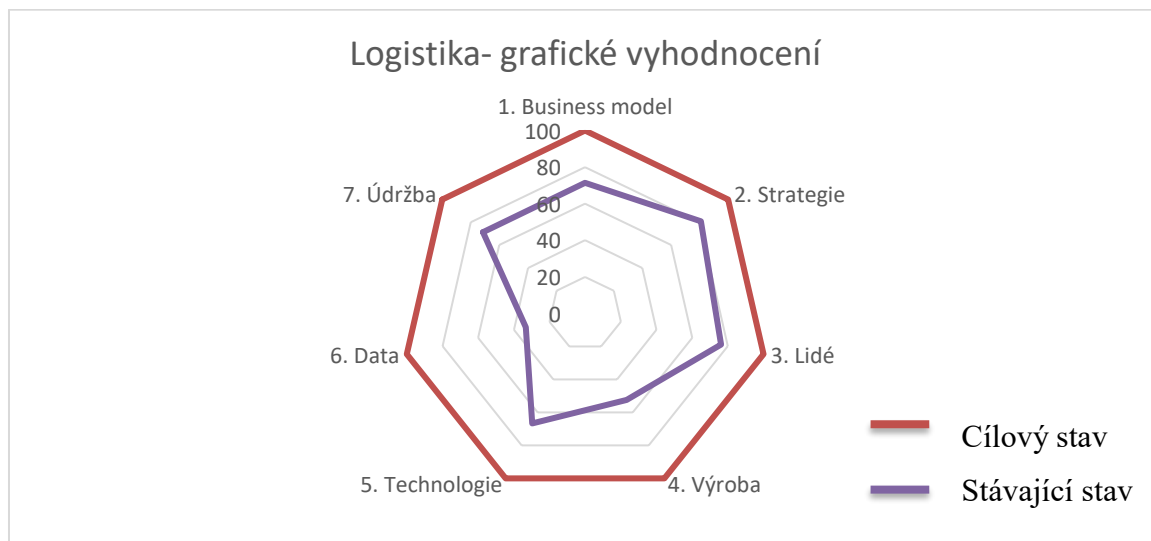
Oproti tomu **oblast Strategie** hodnotí oddělení **na vysoké úrovni**, tedy 80%. Znamená to, že strategie 4.0 je definována a realizována. Probíhají proaktivní implementace dílčích cílů. Podnik se tématem Průmysl 4.0 zabývá a investuje do něj. Iniciativy jsou na vysoké úrovni. Se zástupci oddělení logistiky jsme vyplnili celý dotazník. Žádná oblast nebyla vyhodnocena dle jejich odpovědí na úrovni začátečníků.

Problematická místa, která vzešla z diskuze s pracovníky logistiky, úzce souvisí s výrobou. V současné chvíli se měnil v podniku systém logistiky. Aktuálně se všechny díly, které vyprodukují, odvezou do Svatavy, kde firma disponuje skladem, a odtud se odesílají zakázky přímo zákazníkům. Expedice však pojedou vždy jen ranní směnu. Z výroby tedy vyjede paleta s výrobky pod určitým číslem, odveze se do Svatavy, kde se ale při zaskladňování musí vše nahrát ručně do SAPu. Uvedené mechanické řešení je možné v případě, že bude volný pracovník, který úkon provede. Jak jsme již zmínili, ve firmě chybí zcela systém identifikačních zařízení a právě v tomto případě se jedná o ukázkový případ, kdy by to ulehčilo pracovníkům čas. Tím, že se dostupnost materiálu a výrobků zadává ručně, mají ve skladu špatný přehled o kapacitách. Tento problém by mohl být odstraněn opět identifikačními zařízeními.

Pracovníci ve skladu jsou velice často špatně informováni při změně výroby. Výroba se nachází v Habartově a sklad ve Svatavě. Naším úkolem bude vymyslet automatizovaný/standardizovaný systém komunikace mezi Habartovem a Svatavou. Mnohdy se také stává, že požadavek na materiál pracovníci řeší přes telefon, jindy zase pracovníci ve Svatavě zavezou do Habartova materiál dle vlastního uvážení. Nemají žádnou pokyn, kolik mají mít materiálu pro výrobu. Posledním problémem, který na oddělení logistiky vzniká, je, že se jim ztrácejí kanban karty. Zde se nabízí implementace e-kanban karet. Napříč odděleními řeší problém se vznikem diferencí materiálu.

Pořadí	Oblast	max. %	zisk %
1.	Business model	100	71,42857
2.	Strategie	100	80,95238
3.	Lidé	100	76,19048
4.	Výroba	100	52,38095
5.	Technologie	100	66,66667
6.	Data	100	33,33333
7.	Údržba	100	71,42857

Tabulka 4-4 Procentuální zisk oddělení logistiky



Graf 4-2 Grafické vyhodnocení checklistu oddělení logistiky

4.2.2 Výroba- automaty

Se zástupci z oddělení výroby jsme také vyplnili všechny oblasti dotazníkového šetření. **Nejhůře hodnocenou oblastí** jsou dle oddělení automatů opět **Data**. Na základě poznatků, které jsme získali během spolupráce s pracovníky, lze říci, že podnik data zaznamenává, ale chybí systematické zpracování dat. Některá data jsou dokonce ručně přenášena za účelem dalšího vyhodnocování. Výměna informací a dat je částečně řízená a chybí bezpečnostní strategie. Jak jsme již zmínili, oblast dat by se dala zlepšit implementací identifikátorů a doplňkových zařízení. Oblast výroby ohodnotili pracovníci 52%, což je stejný výsledek jako u oddělení logistiky. Tento výsledek je o 14% nižší než celkový průměrný výsledek. Podnik do dnešní doby již velkou část výroby automatizoval a do budoucna se chystá automatizovanou výrobu ještě více rozšířit. Bylo by však příhodné do budoucna přemýšlet i o rozvoji moderních technologií- tablety, mobily, displeje apod., které by rozšířily komunikaci člověk-stroj, stroj-stroj. Mezi další moderní technologie, které by mohl podnik v oblasti výroby začít využívat, patří 3D tisk, autonomní roboty, vozíky apod. Všechny zdroje by pak následně byly plánovány pomocí jednoho standardizovaného systému. **Nejlépe hodnocená** oblastí výrobou je **Business model**. Je to o 14% více, než celkový průměrný výsledek. Dle toho lze tedy říci, že zástupci vnímají pozici podniku v odběratelsko-dodavatelském řetězci na vysoké úrovni. Stejně tak vztah se zákazníkem, který se stává čím dál více klíčovým z pohledu tržní konkurence.

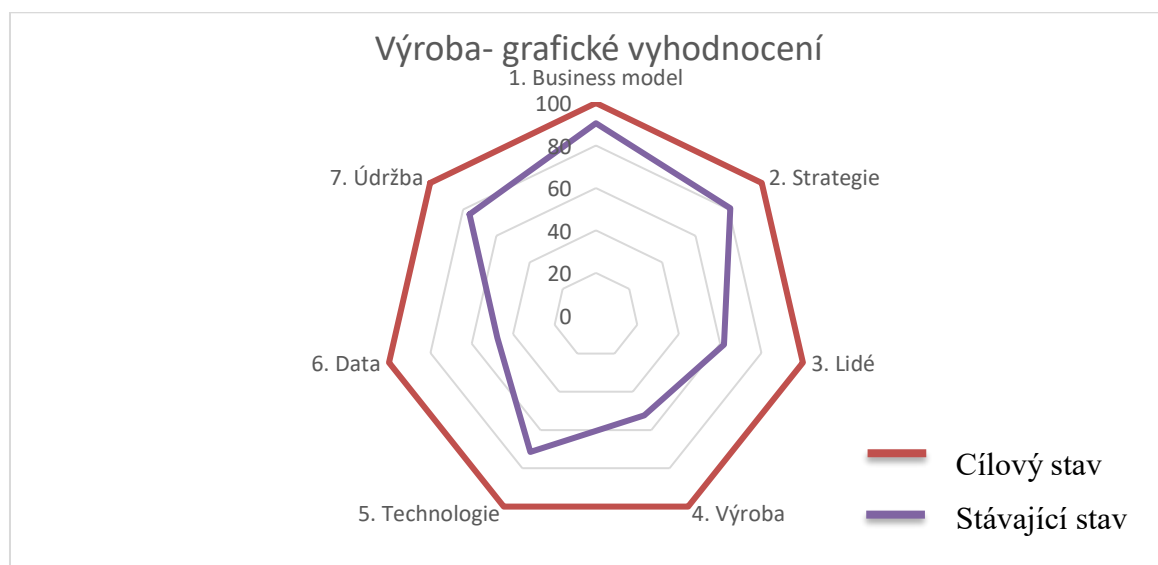
Pro plánování zakázek se využívá systém Hydra. Data se získávají ze SAPU a musí se ručně importovat do Hydry. Zakázky se plánují podle kapacity stroje, aby se nemuselo provádět příliš mnoho přestaveb. Jak jsme již zmínili, problém s diferencemi se řeší na mnoha odděleních, ale vznikají především na oddělení výroby. Pracovník při deaktivaci artiklu musí ustříhnout patřičný kus. Jeho délka je standardizovaná, ale pracovníci ji nedodržují. Ve firmě proto probíhá čas od času inventura, ale ani ta nezlepšuje situaci. Řešení, které by mohlo tento problém odstranit, by s sebou neslo mnoho změn. Mohlo by se jednat se o chytrý stůl s váhou a čtečkou identifikátorů. Pak by však bylo třeba změnit dodací listy, kusovníky, normy apod.

Identifikátory a doplňkové technologie by přinesly užitek i na oddělení výroby. Mezi další moderní technologie, které by na oddělení našly uplatnění, by mohl patřit elektronický sešit s přenosem dat. Na

strojích je potřeba velice často provádět kontrolní měření, to se však zanáší do papírového sešitu, stejně tak opravy strojů. Kdyby podnik tento postup zdigitalizoval, nejspíše by nebyl problém s aktuálností. Pracovníci by vše mohli sledovat před sebou na digitální obrazovce. Stejně tak zakázky, které mají v papírové podobě, by se daly tímto způsobem zdigitalizovat. Každá zakázka obsahuje protokol, plán, výkres. Protože je však v papírové podobě, pokud se změní výkres a pracovník o tom není informován, nastává problém. V případě, že by pracovníci měli zakázku v digitální podobě, výkres se uloží a pracovníkovi se zobrazí nová verze.

Pořadí	Oblast	max. %	zisk %
1.	Business model	100	90,47619
2.	Strategie	100	80,95238
3.	Lidé	100	61,90476
4.	Výroba	100	52,38095
5.	Technologie	100	71,42857
6.	Data	100	47,61905
7.	Údržba	100	76,19048

Tabulka 4-5 Procentuální zisk oddělení automatů



Graf 4-3 Grafické vyhodnocení checklistu oddělení automatů

4.2.3 Nástrojárna

Na oddělení nástrojárny **nejhůře hodnotí opět oblast Data**. Ve firmě prozatím na tomto oddělení žádným způsobem data nesbírají a ani dále nevyužívají systém řízení dat. V tomto případě jsme neprojednávali možnou implementaci identifikačních prostředků, ale zvýšení podílu digitalizace na tomto pracovišti. Případná digitalizace by zajišťovala automatické řízení a rozdělování pracovních úkolů, vyhodnocování pracovní aktivity, případně i digitální zaznamenávání oprav jednotlivých strojů na pracovištích.

Oproti tomu pracovníci **nejlépe ohodnotili oblast Údržby**, což je o 10 % více než celkový průměrný výsledek. Vzhledem k pokládaným otázkám by tento výsledek mohl odpovídat. Ve firmě dochází

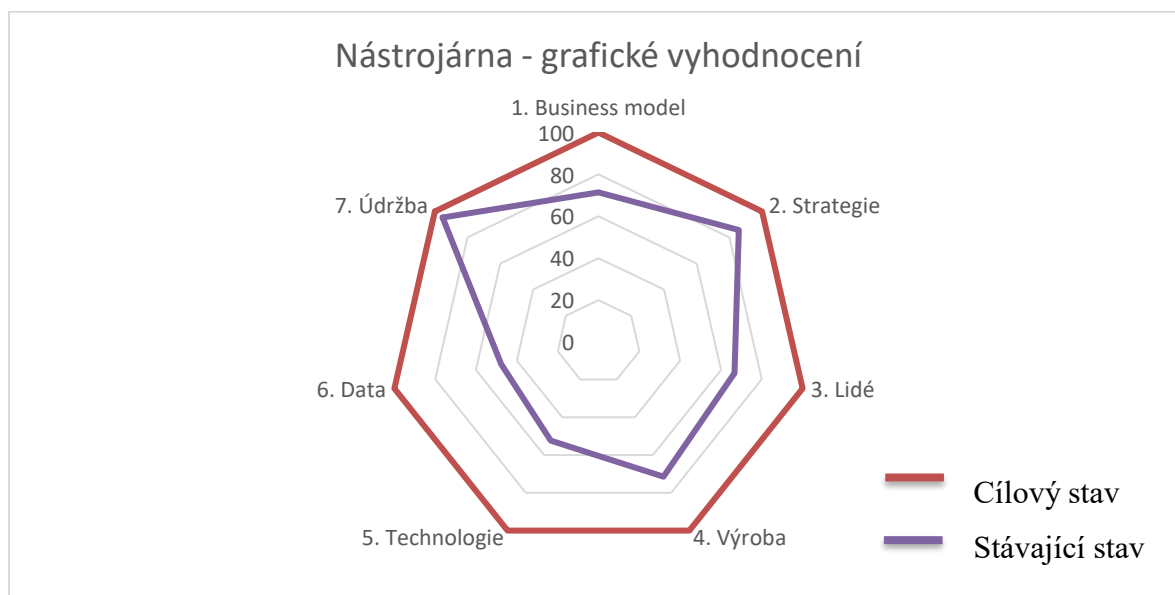
k zaznamenávání opravárenských činností, mají zajištěnu dostatečnou kvalitu opravárenských činností, vedou si historii a provádí analýzu poruch, ale všechny tyto činnosti provádí mechanicky, nevyužívají k tomu data a na oddělení se nesetkáme s možností digitalizace a automatizace. Vzhledem k tomu, že ve firmě provádí preventivní údržbu, doporučujeme zlepšit oblast dat a následně data analyzovat a využívat je k řízení prediktivní údržby, která je velice důležitá v souvislosti s implementací konceptu Průmysl 4.0.

Pracovníci v oddělení nástrojárny mají dvou- až třísměnný provoz. Pokud je třeba, pracuje se i o víkendech. Vedoucí oddělení vytváří údržbový plán, údržba je rozložena do jednotlivých dnů. Plán má podobu papírové plachty. Požadavky jsou mnohdy ohlašovány emailem. Vedoucí pracovník zakázky vytiskne do papírové podoby a seřadí je od nejstarší po nejnovější. Dříve si pracovníci sami zakázky odebírali, ale pak se stávalo, že z většího množství zakázek si nevzali tu nejstarší, ale tu, která jim zabere co nejméně času. Proto dnes musí vedoucí pracovník zakázku přiřadit vždy konkrétnímu pracovníkovi. Po diskuzi a konzultaci jsme se rozhodli navrhnout digitální technologie, které by vedoucímu pracovníkovi pomohly v rozdělování plánu zakázek jednotlivým pracovníkům. Dalším kritickým místem v oddělení nástrojárny je dodržování technologického postupu u jednotlivých dílů. Velice často se stává, že pracovníci některý z kroků přeskočí.

Každé pracoviště má sešit oprav, kam údržbáři zaznamenávají výměnu náhradních dílů. Tento sešit je pouze v papírové podobě, data se dále nikam nezaznamenávají. V podstatě žádná data z údržby či nástrojárny už se nikam nezadávají. Pro efektivní implementaci prediktivní údržby bychom podnikem navrhovali, aby se zaměřili na řízení dat i na tomto pracovišti.

Pořadí	Oblast	max. %	zisk %
1.	Business model	100	71,42857
2.	Strategie	100	85,71429
3.	Lidé	100	66,66667
4.	Výroba	100	71,42857
5.	Technologie	100	52,38095
6.	Data	100	47,61905
7.	Údržba	100	95,2381

Tabulka 4-6 Procentuální zisk oddělení údržby



Graf 4-4 Grafické vyhodnocení checklistu oddělení údržby

4.2.4 Engineering

Z výsledků dotazníkového šetření oddělení engineeringu vzešly vcelku pozitivní výsledky. **Nejhůře** však hodnotí oblast **Data** a to 62%, což je o 10% více než celkový průměrný výsledek. I když pracovníci engineeringu hodnotí oblast vysokým číslem, jedná se o nejhůře hodnocenou oblast tohoto oddělení. Nasvědčuje to tomu, že v podniku chybí systém řízení a správy dat. Oproti tomu hodnotí **oblast Strategie** podniku **jako nejlepší**. Výsledek této oblasti je opět o 10% vyšší než celkový výsledek.

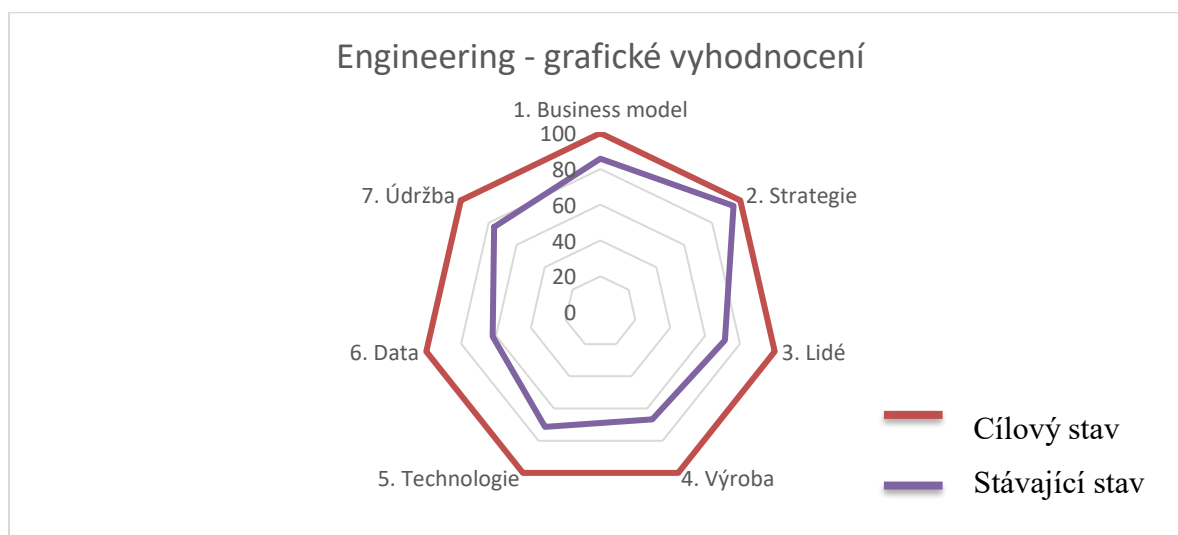
S pracovníky oddělení engineeringu jsme řešili problémy a nedostatky ostatních oddělení i problémy, které postihují oddělení jako takové. Co se týče problémů a kritických míst na oddělení engineeringu, jako stěžejní bychom chtěli uvést fakt, že pracovníci nejsou přítomni při tvorbě kalkulace projektů a plánů. Engineering je zodpovědný za úsporu nákladů, ale protože chybí jejich přítomnost při tvorbě kalkulace, neví kolik, a kde mohou ušetřit. Jedná se o problém, který je potřeba řešit s mateřskou firmou. Dalším problémem, který bude muset vyřešit firma interně je aktualizace a tvorba 3Z nápadů. Každý pracovník nebo skupina pracovníků v celém podniku podávají návrhy na zvýšení efektivity pracovních činností, ale procesním inženýrům zabere poměrně dost času jejich úprava a příprava k realizaci. Do budoucna bychom chtěli firmě navrhnout, aby zpřísnili podmínky, za jakých okolností a v jaké struktuře se mohou nápady předkládat. Procesním inženýrům by se pak snížil čas, který musí strávit úpravami nápadů, než se zrealizují.

Procesní inženýři se ve firmě také zabývají problémem vzniku diferencí materiálu. Při diskuzi s pracovníky logistiky a výroby tento problém byl uveden také. Jedná se o problém, který vzniká lidskou chybou. V případě, že firma nedokáže přimět pracovníky k tomu, aby byla prováděna standardizovaná spotřeba materiálu, musely by nastat velké změny. Jednou z možností, jak odstranit problém s diferencí je, že artikly materiálu se budou vážit. To by však znamenalo provést změnu dodacích listů, kusovníků, norem apod. Na některých pracovištích se v podniku provádí 100% kontrola. V diplomové práci jsme se odstraněním tohoto problému dále nezabývali. Firma by mohla v následujících projektech

zkusit implementovat modernější technologie – kamery a metodou pokus/omyl vybrat tu nejlepší a nejvýkonnější, která by vadné kusy odhalila.

Pořadí	Oblast	max. %	zisk %
1.	Business model	100	85,71429
2.	Strategie	100	95,2381
3.	Lidé	100	71,42857
4.	Výroba	100	66,66667
5.	Technologie	100	71,42857
6.	Data	100	61,90476
7.	Údržba	100	76,19048

Tabulka 4-7 Procentuální zisk oddělení engineeringu



Graf 4-5 Grafické vyhodnocení checklistu oddělení engineeringu

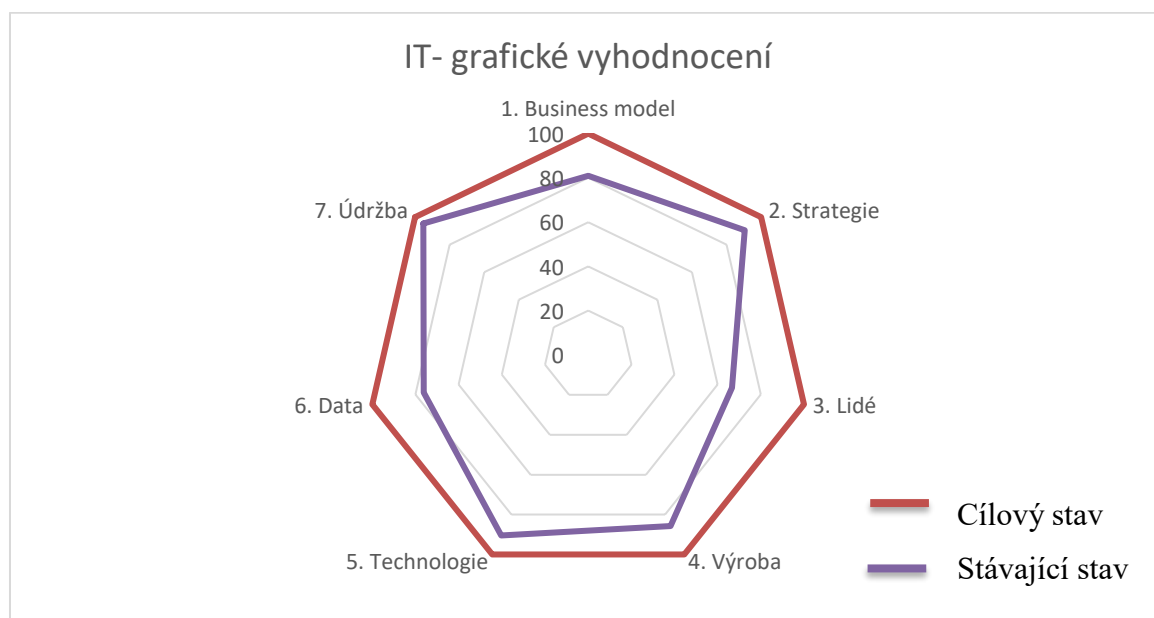
4.2.5 IT

Oddělení IT nebylo ředitelem podniku specifikováno jako klíčové pro inovativní rozvoj, ale vzhledem k tomu, že větší část otázek je na IT zaměřená, rozhodli jsme se s pracovníkem IT checklist vyplnit. Pracovník IT měl velice pozitivní přístup k problematice konceptu Průmysl 4.0. Výsledky hodnocení jsou téměř všechny nadprůměrné. **Nejhůře hodnocená oblast** dle pracovníka IT jsou **Lidé**. Vzhledem k postavení podniku by to znamenalo, že podnik teprve stanovuje a plánuje požadavky na zaměstnance s ohledem na Průmysl 4.0. Do implementace je zapojený pouze střední management podniku a ne všichni pracovníci.

Nejlépe hodnocenou oblastí je dle IT **Údržba**. Výsledek hodnocení je o 11% vyšší než celkový průměrný výsledek. V podniku by mělo tím pádem docházet k automatickému sběru dat z výroby. S výsledkem 95% by podnik měl již proaktivně sesbíraná data vyhodnocovat a následně využívat pro řízení výroby. V podniku by měla být prediktivní údržba. Vzhledem k tomu, že tyto skutečnosti nejsou v ept naplněny, tak tento výsledek považujeme za nerelevantní.

Pořadí	Oblast	max. %	zisk %
1.	Business model	100	80,95238
2.	Strategie	100	90,47619
3.	Lidé	100	66,66667
4.	Výroba	100	85,71429
5.	Technologie	100	90,47619
6.	Data	100	76,19048
7.	Údržba	100	95,2381

Tabulka 4-8 Procentuální zisk oddělení IT



Graf 4-6 Grafické vyhodnocení checklistu oddělení IT

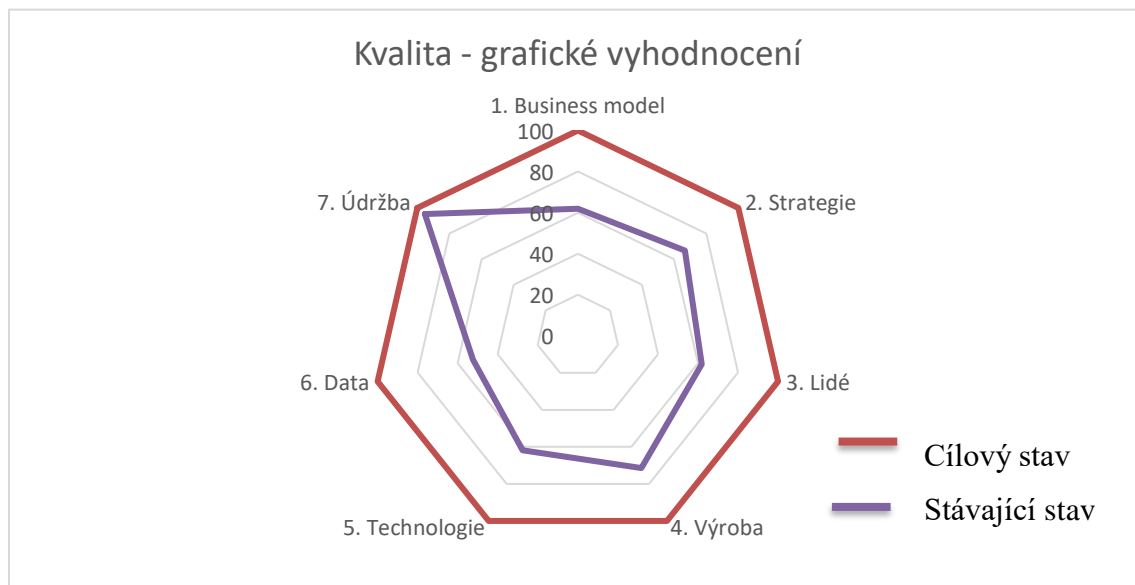
4.2.6 Kvalita

Stejně jako u všech předchozích vyšla **nejhůře hodnocená oblast Data**. Zajímavý je výsledek oblasti Business model, Lidé a Technologie. Všechny tři oblasti ohodnotil vedoucí kvalty 62%. Jedná se o průměrný výsledek a lze tedy říci, že většina aktivit je v oblasti Business model, Lidé a Technologie plánována právě v souvislosti s implementací konceptu Průmysl 4.0. V rámci diskuze jsme se dozvěděli, že podnik se snaží investovat do rozvoje a aktivit v souvislosti s P4.0.

Nejlépe ohodnotil vedoucí kvality **oblast Údržby**. Na tomto oddělení je však potřeba rozšířit digitalizaci a automatizaci. Je také potřeba zlepšit práci s daty.

Pořadí	Oblast	max. %	zisk %
1.	Business model	100	61,90476
2.	Strategie	100	66,66667
3.	Lidé	100	61,90476
4.	Výroba	100	71,42857
5.	Technologie	100	61,90476
6.	Data	100	52,38095
7.	Údržba	100	95,2381

Tabulka 4-9 Procentuální zisk oddělení kvality



Graf 4-7 Grafické vyhodnocení checklistu oddělení kvality

5 Identifikace možností inovací

V rámci diplomové práce jsme identifikovali možnosti využití nových technologií, které byly navrženy na základě zjištěných nedostatků a kritických míst, kterými firma či jednotlivá oddělení disponují. Zjištěné nedostatky vplynuly z dotazníkového šetření a řízeného rozhovoru.

5.1 Systém identifikace ve výrobě a ve skladu

Proces automatické identifikace zjednodušuje, urychluje a eliminuje chybovost pracovníků při pracovních činnostech. V souvislosti s implementací identifikačních zařízení můžeme získávat automaticky informace o jednotlivých položkách v reálném čase. Pokud firma disponuje identifikačním systémem, lze aplikovat další podpůrné systémy, které firmě ulehčí a zjednoduší některé pracovní činnosti.

5.1.1 Identifikátory s doplňkovými technologiemi

Pro efektivní řízení zásob a pohybu materiálu je nezbytné, aby firma implementovala identifikační systém. V dnešní době si mohou podniky vybírat mezi čárovými kódy, QR kódy nebo RFID čipy a mnoha dalšími alternativními možnostmi. Naším doporučením jsou pro firmu ept čárové kódy nebo QR kódy.

Čárové kódy i QR kódy se v mnoha rysech podobají a hodí se v systémech, kde je nutný rychlý a bezchybný způsob získávání dat, čtení informací apod. Obě technologie používají štítky, jež jsou připevněny na objektech, které budeme identifikovat. Informace a data, která budeme sbírat, jsou uložena na již zmíněných štítcích.

Čárové kódy využívají ke kódování řadu černých linek a bílých prostorů. Datová kapacita je u těchto kódů poměrně malá a i přesto jsou nejpoužívanějšími díky jednoduchému čtení. Štítek musí být jasně a zřetelně viditelný a při jeho skenování musíme dodržet vzdálenost pro správné načtení. U podniků se využívají pro skenování většinou mobilní terminály s čtečkou.

QR kódy nebo také 2D kódy používají vzory čtverců, šestiúhelníků, bodů a dalších tvarů pro zakódování dat. Vzhledem ke zmíněné struktuře lze ukládat větší množství dat, která jsou zakódována v horizontálním i vertikálním uspořádání do příslušného vzoru. QR kódy jsou čteny ve dvou směrech. QR kódy mohou přenášet i obrázky, webové stránky apod. [67]

5.1.2 Vizualizace zakázek

Na oddělení nástrojárny vznikl námět pro vytvoření vizualizace zakázek. Momentálně úkoly přiděluje vedoucí pracovník a zanáší data do excelovské tabulky a jeho představou je, aby se nacházely na pracovištích obrazovky, kde by bylo zřejmé, kdo na čem a jak dlouho pracuje. Jednou z možností by mohl být Power BI (Microsoft), kam by se zanášela data z excelovské tabulky, která by byla na síťovém disku. Vedoucí pracovník by ji aktualizoval a připravoval jako doposud. Časové normy by se pak přenesly z ERP.

5.2 Řízení logistiky

Logistika patří k relativně mladým oborům. Problematice logistiky a řízení logistických řetězců je v dnešní době věnována značná pozornost. Vzhledem k tomu, že firma ept rozšířila výrobu a stejně tak se změnil odběratelský řetězec, bude důležité podniknout jisté kroky v řízení logistiky. V předešlé kapitole jsme zmínili možnou implementaci identifikátorů a doplňkových technologií a také e-Kanban. Níže si uvedeme další možnosti, které firma může přijmout za účelem zvýšení efektivnosti řízení.

5.2.1 E-Kanban

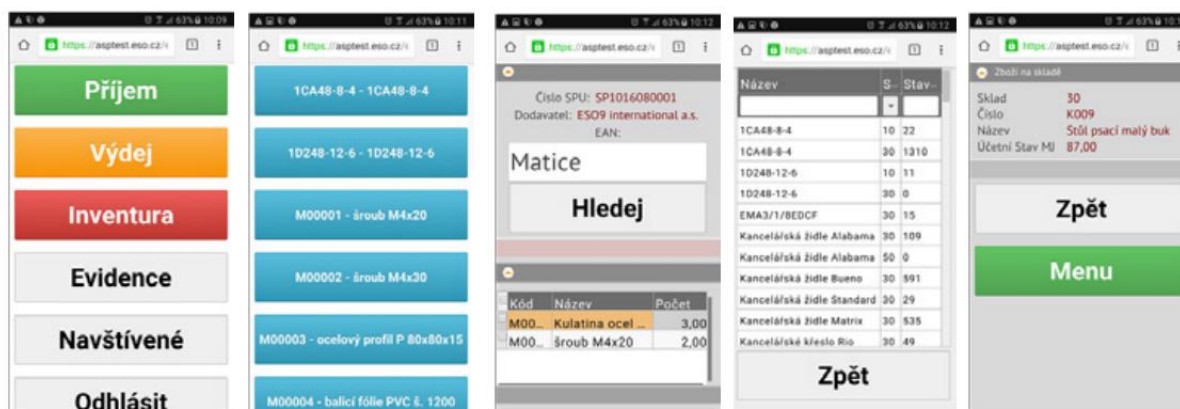
E-kanban bychom firmě ept doporučili ze dvou důvodů. Prvním důvodem je, že se jim ztrácí papírové kanban karty, které momentálně využívají mezi skladem v Habartově a výrobou v Habartově k dodávce materiálu. Druhým důvodem je, že by se standardizovala komunikace právě mezi Svatavou a Habartovem. Ve Svatavě má firma ept sklady, ze kterých dováží materiál do skladu v Habartově. Ze skladu v Habartově jde materiál do výroby. V současné chvíli mezi Habartovem a Svatavou nevyužívají papírový kanban, proto by mohlo být dalším řešením pro vznik standardizované komunikace implementace EDI, která je popsána v kapitole níže. EDI by mohlo být také levnější alternativou pro vznik standardizované komunikace mezi Habartovem a Svatavou.

E-kanban funguje přes aplikaci a skenování čárových kódů kanbanových karet, které se nacházejí na balení materiálu - palety, boxy apod. Oběh kanbanových karet je online, požadavky se mohou zobrazovat na digitální obrazovce. V okamžiku, kdy pracovník u stroje naskenuje čárový kód - požadavek na materiál ze skladu, pracovníkovi se ve skladu objeví zpráva na obrazovce, že má dodat materiál. Materiál vychystá, naskenuje čárový kód a odepíše materiál v SAPU. I když je pohyb kanbanových karet online, je důležité spočítat počet potřebných karet. Pro správný výpočet je důležité zohlednit číslo materiálu, dodavatele, počet kusů na jedné kartě. Pro správný pohyb zásob je důležité si každý měsíc určit maximální možnou spotřebu materiálu. [69]



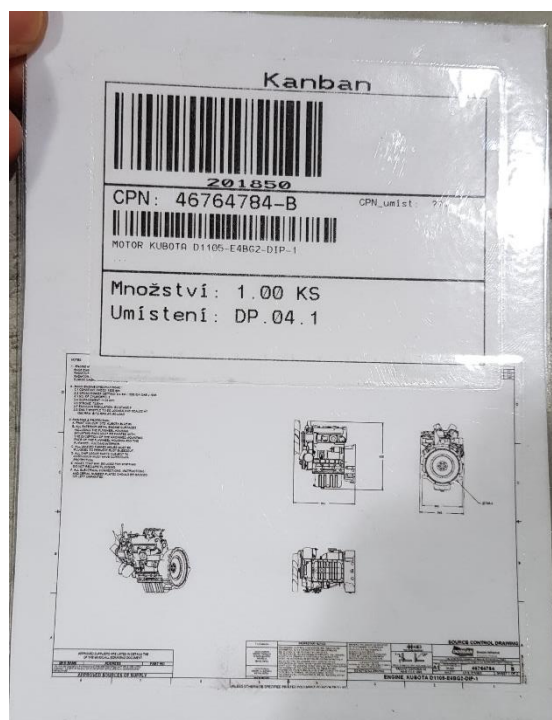
Obr. 5-1 Digitální přenos na obrazovky

[68]



Obr. 5-2 Možnost propojení s podnikovým systémem

[68]



Obr. 5-3 Fyzická kanban karta na obalu/paletě materiálu [68]

5.2.2 EDI komunikace mezi Habartovem a Svatavou

EDI je zkratka anglického Electronic Data Interchange, a znamená to elektronická výměna dat. Tento způsob komunikace se především uplatňuje mezi obchodními partnery, při které dochází k výměně obchodních, logistických a jiných dokumentů jako jsou např. objednávky, dodací listy nebo faktury. Zmíněné dokumenty se odesílají elektronicky ve strukturovaných formátech. Tím odpadá ruční psaní emailů, vyřizování požadavků přes telefon apod. Strukturované formáty požadovaných dokumentů jsou schopné informační podnikové systémy načíst automaticky bez jakéhokoliv ručního přepisování. Jak jsme již zmínili, tento způsob komunikace se uplatňuje zejména mezi obchodními partnery, ale v našem případě by se dal použít i ve firmě ept jako standardizovaná komunikace mezi Habartovem a Svatavou.

Cílem EDI je postupně nahradit papírové dokumenty elektronickými a snížit náklady (i časové) spojené s výměnou dokumentů a současně zvýšit efektivitu a kvalitu prováděných procesů. Z právního hlediska mají dokumenty EDI stejnou váhu jako papírové dokumenty. [70]

5.2.3 Chytrý stůl

Jak jsme již zmínili při vyhodnocení dotazníku, podnik má problémy s diferencemi materiálu. Každý produkt má v kusovníku spotřebovávaný materiál uvedený v centimetrech. Při montáži a demontáži daného artiklu pracovník spotřebovává také určitý kus materiálu, který ale potom většinou špatně odepíše. Řešením by mohl být chytrý stůl se čtečkou identifikátorů a zabudovanou váhou. Při příjmu by pracovník ve skladu materiál načel přes čtečku a zvážil, jakou hmotnost daný artikl má. Tato

informace by se přenesla do informačního systému, takže bychom měli např. záznam: Artikel s čárovým kódem xy váží 12kg. Na každém pracovišti by pak byl přítomen podobný chytrý stůl a pracovník by po činnosti s daným artiklem opět načtením čárového kódu a zvážení spotřebovanou část odepsal. Tato změna s sebou nese řadu dalších změn. Musely by se změnit kusovníky i dodací listy. Spotřebovávané množství by nebylo vedeno v centimetrech, ale v kilogramech.



Obr. 5-4 Chytrý stůl

5.2.4 Rozšíření Kardexů

Kardex je jedna z nejmodernějších technologií, které firmy mohou najít na trhu. Tento systém umožňuje skladovat jak malé komponenty, tak velké součásti. Kardexy fungují na principu evidence čárových kódů, tudíž nám vzniká komplexní přehled o skladovaném zboží. Při řízené diskuzi pracovníci logistiky právě uvedli, že mají nedostatečný přehled o kapacitách ve skladu. Tento nedostatek může vznikat tím, že se mnohdy musí dostupnost příjmků či výdejků zadávat ručně. Je zde vysoký faktor lidské chybovosti. Firma v současné chvíli využívá dva Kardexové skladovací systémy, ale vzhledem k tomu, že se zvýšila produktivita na pracovišti, doporučujeme tento systém rozšířit.



Obr. 5-5 Shuttle XP 250/500

V našem případě by se mohl využít modulární samostatný vertikální výtahový systém, ve kterém jsou na přední i zadní straně uloženy police a to vertikálně. Mezi policemi je extraktor, který automaticky

dopravuje police s uloženým zbožím do výdejového okénka. Vše funguje při stisknutí tlačítka, nebo sejmutím čárového kódu. Výhodou je především ušetřený čas, maximální využití úložného prostoru. Podnik by tak získal přesný přehled o stavu zásob. Cena se pohybuje okolo 50 000 Eur.

Šířka	1,580 mm až 4,380 mm
Hloubka	2,312 mm až 4,292 mm
Výška	2,550 mm až 30,050 mm
Vertikální rychlost	až na 0,2 m/s
Nosnost police	Až 560 kg
Hrubá nosnost	67/120 t
Chlazení/mrazení	do -20Δ C
Vyhřívání	do +60Δ C

Tabulka 5-1 Technické parametry Shuttle XP 250/500
[66]

5.3 Správa údržby

Zavedením vhodného systému údržby se zvýší výkonnost provozu a kvalita provozu. Lze říci, že systém údržby je souborem organizačních, hmotných, finančních a jiných prvků pro zabezpečování údržby.

V aplikaci bude možné libovolně nastavit a aktualizovat např.:

- Skupiny opravárenských prací podle charakteru
- Stanovení periody opravárenských prací
- Stanovení objemu prací na základě norem pracnosti údržbových výkonů
- Stanovení objemu materiálových nákladů
- Prostoje výrobních zařízení
- Zabezpečení vhodné kvality vykonaných údržbových prací
- Vytvoření systému plánování provozu-údržbových prací

Lze očekávat, že systém pro správu údržby nám zajistí:

- Automatickou aktualizaci informačních displejů přímo ve výrobě
- Automatické přidělení činností jednotlivým pracovníkům
- Odepisování údržby online
- Řízení výdejny náradí a mnoho dalších přínosů

Práce s modulem Palstat CAQ je určena pro řízení a plánování kvality. Skládá se z několika modulů, které zahrnují i údržbu, která je pro ept důležitá. Výhodou je, že tento systém je vhodný pro všechny společnosti s jakýmkoliv zaměřením a zajišťuje naplnění mnoha požadavků.

Modul údržby zahrnuje celkem tři podoblasti:

- **stroje**
- **nástroje**
- **výdejna**

Základní činnosti systému:

- lze zobrazit základní informace a struktury všech strojů v jednoduchém stromovém seznamu, včetně seznamů strojů, nástrojů a zařízení
- získáme okamžitý přehled propadlých a blížících se kontrol
- zobrazení odstávek
- třídí informace a veškerá data
- připojení technické dokumentace
- propojení s ostatními informačními systémy
- systém nám naplňuje kroky údržby, popis úkonů, četnosti úkonů, hlásí závady, zaznamenává průběh oprav, eviduje provedené práce
- sledování nákladů
- evidence náhradních dílů, informace o cenách náhradních dílů, je možné sledovat i nákup náhradních dílů [72]

Palstat CAQ je systém, který má velký záběr a propracovanost modulů. Uživatel se v tomto systému lehce orientuje, protože všechny moduly mají stejnou konstrukci. Palstat CAQ má jednotlivé moduly systému navzájem provázané a uspořádané stromovou strukturou. Palstat CAQ je počítačovou podporou managementu kvality. Jak jsme již zmínili, systém je modulární, to znamená, že jej lze snadno uzpůsobit požadavkům zákazníka. Mezi moduly se nachází i modul pro správu údržby. Palstat CAQ tedy lze efektivně využít pro údržbu strojů, nástrojů a výdejnu. [72]

Plánování	Monitorování	Neshody	Metrologie	Údržba	Události	Audity	Dokumentace	Procesy	Propojení
FMEA	Vstupní kontrola	Global 8D Report	Měřidla	Stroje	Úkoly	Audity	Řízení dokumentů	Procesy	Hardware
Díly	Výstupní kontrola	Reklamacce	MSA	Nástroje	Kontakty	Audit výrobu	Externí dokumentace	Výcvik	Drivery
Kontrolní a technické postupy	Mezioperační kontrola	Hlášení neshod	Laboratoř	Výdejna	Archiv		Výrokové diagramy		ERP
Pracovní zakázky	SPC	Ishikawa			Reporting Designer		Digitální podpisy		CAQ Server
Vzorkování	Hodnocení dodavatelů								
Projekt									

Obr. 5-6 Moduly Palstat CAQ

[72]

6 Doporučení

Návrhy a doporučení jsme firmě ept vytvořili tak, aby mohli implementovat koncept Průmyslu 4.0 v dílčích krocích. Doporučená řešení vychází z analyzovaného současného stavu, kde jsme se zaměřovali na problematiku konceptu Průmysl 4.0. Analýzou možností inovací jsme navrhli řešení, která jim pomohou odstranit kritická místa, která byla zjištěna na základě dotazníkového šetření a řízeného rozhovoru s vedoucími pracovníky jednotlivých oddělení. V budoucnu bude nezbytné provést 100% změnu ze stávajícího hodnototvorného modelu podniku na model Průmysl 4.0. Naším prvotním doporučením je, aby si firma vytvořila a postupně realizovala strategii Průmysl 4.0 jako hlavní firemní strategii. V již zmíněné strategii by mohla firma zapojit více prediktivních analýz, zapojení umělé inteligence, efektivnější nasazování robotů, vytvoření digitální sítě v odběratelsko-dodavatelském řetězci a další. Následující doporučení řešení jsou nezaměnitelná, tudíž nebudeme porovnávat varianty mezi sebou. Řešení, která firmě ept navrhujeme a doporučujeme, byla vyhodnocena na společném workshopu s pracovníky jako nejlepší. Při finančním zhodnocení navrhovaných řešení jsme využili odborné konzultace s firmou AIMTEC a. s., která se zabývá projekty související s možností digitalizace a automatizace v průmyslových podnicích. Jedná se o kvalifikované odhady pracovníků AIMTEC a.s. na základě zkušeností a znalostí z již realizovaných projektů podobných řešení v jiných firmách. Jejich procentuální odhad návratnosti jednotlivých inovací jsme poté vyčíslili s pracovníky ept. Při výpočtu finančního zhodnocení jsme uvažovali hodinovou sazbu zaměstnanců 22,5 euro. Při kurzu k dnešnímu dni 17. 7. 2020 je 1 euro = 26,64 Kč se jedná o hodinovou sazbu 599,4 Kč, dále zaokrouhloeno na 599 Kč/hod.

6.1 Čárové kódy

Ve firmě je důležité sjednotit systém identifikace, který je důležitý pro správné řízení pohybu zásob a materiálu. Firmě jsme navrhli čárové kódy nebo QR kódy. Vzhledem k užití a návratnosti implementace doporučujeme provést značení čárovými kódy a užití jejich identifikačních zařízení. Toto řešení bylo vybráno na základě konzultace s vedoucími pracovníky jednotlivých oddělení. Ve firmě již využívají čárové kódy. V ept nyní používají kanban karty a do budoucna uvažují o implementaci e-kanbanu. Jedná se o další důvod, proč jsou výhodnější čárové kódy. V souvislosti s využíváním čárových kódů by došlo k vytvoření uspořádaného skladu, omezila by se chybovost při manuálním zpracování dat, snadněji mohou pracovníci identifikovat uspořádání ve skladu apod. Všechna opatření vedou k úspoře času. Čárové kódy budou umístěny na každé skladové položce, bude jimi označené místo v regálu, palety, ale i místa výdeje.

V okamžiku, kdy firma přijme zboží, dojde k jeho označení s čárovým kódem. Označené položku musíme evidovat v podnikovém informačním systému. Uložení a přenos dat budou pracovníci provádět přes terminály, kam se data přenesou pomocí čtecích zařízení. Data, která jsme zaevidovali, se bezdrátovým přenosem dostanou do databáze a poté můžeme tisknout příjmový, výdajový nebo inventurní doklad.

6.1.1 Benefity vyplývající z implementace identifikačních zařízení čárových kódů

Při analýze současného stavu jsme zjistili, že pracovníci ve skladu zadávají manuálně data do SAPU. Jakmile jdou vychystat materiál, napíší si vše na lístek, jdou k počítači a následně přepíší do SAPU. Vzhledem k tomu, že podnik se zabývá možnostmi, jak zvýšit digitalizaci a automatizaci v rámci

konceptu Průmysl 4.0, jsou pro ně čárové kódy důležitým řešením. Implementace čárových kódů s sebou nese mnohé benefity. Načtení čárového kódu je několikanásobně rychlejší než manuální zadávání do systému. Oproti jiným technologiím se jedná o nejlevnější řešení, co se týče značení materiálu. Používání čárových kódů jednoznačně urychluje pracovní procesy o několik procent. Jedná se o bezchybné řešení, nemůže se stát, že udělá pracovník chybu při ručním zadávání dat. Můžeme hovořit o flexibilitě využití, protože čárové kódy se dají jednoduše nasadit kdekoliv, kde vznikne v podniku potřeba automatické identifikace produktů či zboží.

6.1.2 Finanční zhodnocení

Počáteční investice

V první řadě bude zapotřebí koupit program, který bude generovat čárové kódy. Čárové kódy se budou tisknout na samolepící folie. Na českém trhu lze nalézt několik typů čteček čárových kódů, softwarů, tiskáren čárových kódů. Byly stanoveny průměrné pořizovací ceny. Tiskárny čárových kódů jsme zvolili dvě, je to z toho důvodu, aby mohli pracovníci jednu použít na příjmu a druhou např. ve výrobě na hotové kusy. Terminálů jsme zvolili 6 a to z toho důvodu, abychom měli jeden na příjmu zboží, další na výdeji a jeden při vychystávání. Další tři by byly ve firmě rozmístěny podle potřeby. Tyto počty a možnosti jsou pouze orientační, mohou být i doporučující. Je však důležité ve firmě vytvořit projekt a případovou studii na implementaci čárových kódů a stanovit vše dle potřeby. Součástí diplomové práce není případová studie, proto ceny a počty uvedené níže jsou pouze řádově orientační, byly stanoveny kvalifikovaným odhadem.

Zařízení	Cena vč. DPH	Počet	Cena celkem
Tiskárna čárových kódů	2 500 – 7 000 Kč	2x	5 000 – 14 000 Kč
Čtečky čárových kódů	1 500 – 25 000 Kč	6x	9 000 – 150 000 Kč
Generátor čárových kódů	Zdarma- 8 000 Kč	1x	0 – 8 000 Kč
Náklady spojené s přípravou (tisk štítků, příprava softwaru, apod.)	30 000 Kč		30 000 Kč

Tabulka 6-1 Finanční rozhraní pořizovacích nákladů

Celkem: 44 000 – 202 000 Kč

Podnik již realizoval projekt, který se zabýval podrobnou studií implementace čárových kódů, takže máme možnost pracovat s reálnými daty při zhodnocení finanční návratnosti investice. V rámci projektové studie se dělaly časové snímky 2 pracovníků. Hlavní produktivní činností skladníka bylo vyskladňování a zaskladňování, příprava, balení a kompletace materiálu. Mezi neproduktivními činnostmi autorka projektu shledala zadávání dat do SAPU, kontrola, přeskladňování a převoz materiálu. Druhá pracovní pozice, která byla měřena, je nazvaná jako skladník přípravář. Jeho produktivní činnosti jsou zaskladňování, příprava materiálu, polotovarů. Mezi neproduktivními činnostmi se zahrnuje obsluha ještěrky a VZV, zadávání dat do SAPU, manipulace s kanban kartami. Oba pracovníci tedy zadávali data ručně do SAPU. Měření probíhalo vždy na ranní směně ve třech

dnech. V tabulce je uvedena pouze celková časová úspora, která byla zjištěna na základě výpočtů již zmíněného interního projektu. [73]

V současné chvíli nejenom, že ept vychystává ze svého skladu ve Svatavě materiál pro Habartov, ale také připravuje zboží, které je ze Svatavy dováženo přímo zákazníkovi. Z toho vyplývá, že časová úspora práce zaměstnance by mohla vzrůst - kvalifikovaným odhadem o zhruba 20%. Kdyby se podnik rozhodl implementovat čárové kódy, mohl by se tím vyřešit i problém se vznikem diferencí materiálu. Bylo by snazší dělat častěji inventury. Při finanční návratnosti budeme počítat, že pracovníkovi, který připravuje materiál a zboží pro zákazníka, tak 1 hodiny denně bude mít práci s evidencí a odpisem zakázek do IS podniku před implementací čárových kódů.

Při výpočtu ušetřených nákladů na inventarizaci jsme vycházeli z toho, že podnik dělá inventuru jednou za rok a dva pracovní dny. Na inventuře se podílí 14 pracovníků, v pracovní době – 8 hodin/ směna, tak se jedná o ušetřených 40 253 Kč/rok.

Zkušeným odhadem byla stanovena chybovost v souvislosti s identifikací materiálu, evidování dat apod. na 2%. Kdybychom počítali, že pracovník ve skladu stráví denně 4 hodiny činnostmi (budeme počítat s 2 procenty chybovosti), které souvisí s manuálním značením a odepisováním materiálu, dostaneme se na částku 12 028 Kč.

Mzdové náklady na jednoho pracovníka jsou 599 Kč/hod.

Úspora	Procentuální přínos stanovený kvalifikovaným odhadem	Finanční přínos stanovený kvalifikovaným odhadem
Časová úspora zaměstnance 298,4 hod ročně při vychystávání materiálu do výroby	0 8 %	178 742 Kč
Časová úspora zaměstnance při vychystávání zboží a kompletaci dodávky zákazníkovi	0 20 %	30 070 Kč
Časová úspora při inventarizaci	0 30 %	40 253 Kč
Snížení chybovosti	0 100 %	12 028 Kč

Celkem 261 093 Kč

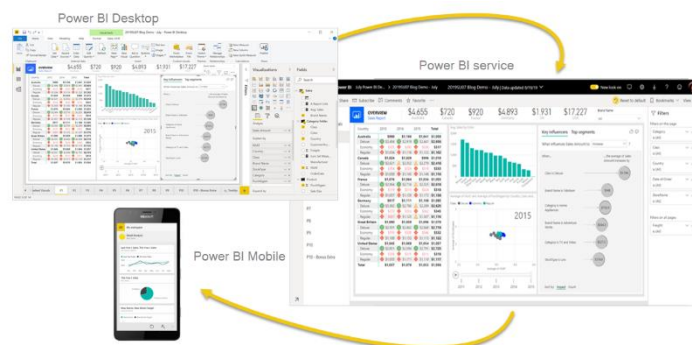
Tabulka 6-2 Shrnutí finančního hodnocení implementace čárových kódů

Kdybychom uvážili průměr pořizovacích nákladů – 100 000 Kč, návratnost investice by mohla být za necelých 5 měsíců. Činnosti, které jsme definovali mezi přínosy, jsou pouze orientační. Při podrobnější studii stávajícího stavu by podnik mohl vyhodnotit přínosů mnohem více.

6.2 Microsoft Power BI

Společnost již disponuje licencí od Microsoftu a používá mnohé programy. Při řízeném rozhovoru s pracovníky vyšlo najevo, že jim chybí přehled o tom, kdo pracuje na jaké zakázce, jak dlouho na ní pracuje, pracovníci mají také problém s tím, že nedodržují technologický postup, respektive se stane, že přeskočí nějakou operaci. Z pohledu uživatele je Microsoft Power BI (dále jen PowerBI) velice jednoduchým nástrojem. Nyní provádějí pracovníci veškeré reporty ručně, což ubírá

produktivní čas, ale po zavedení PowerBI lze všechny tyto reporty generovat automaticky bez zásahu dalších osob. Další výhodou je, že můžeme jednoduše sdílet a distribuovat reporty za předpokladu ochrany dat bez nutnosti programování. V rámci PowerBI je možné reporty sdílet v rámci groups, jedná se o skupiny se stejným zájmem. Pak můžeme sdílet data mezi konkrétními uživateli a to je velice bezpečné, co se týče přenosu dat.



Obr. 6-1 Microsoft Power BI reporting

PowerBI by chtěla firma využívat na nástrojárně. Zde by chtěli vizualizovat průběh zakázek, u koho zakázka momentálně je, jaký má technologický postup apod. Pak o tento nástroj projeví zájem i na oddělení logistiky, zejména pro svoji funkčnost ve skladu, kde by mohli vizualizovat kapacitu skladových položek, dále je možné využít vizualizace ve výrobě. Po konzultaci jsme tedy navrhli, aby se pořídilo 10 licencí, přičemž 5 licencí by měli procesní inženýři – tvůrci reportů a 5 licencí free- konzumenti reportů. Free licence by se použily právě do výroby, logistiky, na oddělení údržby, dle požadavků pracovníků. Je tedy nutné k tomu poříditi i 5 obrazovek, na které by se reporty promítaly.

6.2.1 Benefity Microsoft Power BI

Power BI se snadno integruje do stávajícího podnikového prostředí, což umožňuje analyzovat mnohá data. Power BI obsahuje řadu informačních panelů, které lze přizpůsobit tak, aby vyhovovaly potřebám každého uživatele. Mezi další benefity patří, že není nijak omezen paměť nebo rychlostí. Power BI má uživateli přirozené prostředí, a tak není potřeba žádné specializované technické podpory. Celkově se jedná o velice jednoduchý program, který podporuje veškeré datové služby v podniku. Momentálně by došlo k největší úspoře nákladů právě na nástrojárně, kde nyní dělají vyhodnocení a vizualizace ručně.

6.2.2 Finanční zhodnocení

Implementaci Microsoft Power BI by bylo vhodné podrobit opět detailnějšímu projektu, či analýze současného stavu. Projektová studie není cílem a součástí této diplomové práce, proto jsou následující ceny, počty licencí, a návratnost investice pouze řádově orientační.

Počáteční investice

Náklady na pořízení licence PowerBI jsou jasně dané. Cena implementace se tedy bude lišit pouze v pořizovací ceně za obrazovky, které chceme rozmístit na požadovaná místa. Jak jsme již zmínili, licence je dvojího charakteru, ale vztahuje se vždy k dané osobě. Jako konzumenty reportů jsme

označili všechny, kteří dané reporty využívají a sledují, jejich licence je free. Tvůrci reportů mohou reporty i sdílet a jedná se již o placenou licenci.

Náklad	Počet	Cena za 1 kus	Cena celkem
Licence PowerBI – pro tvůrce reportů, procesní inženýry	5	230 Kč	13 800 Kč/rok
Licence PowerBI – konzumenti reportů	5	zdarma	0 Kč
Obrazovky All In One Dell Inspiron 24 (5490) (TA- 5490- N2- 502S)	5	23490 Kč (datart.cz)	117 450 Kč – jednorázový náklad

Tabulka 6-3 Náklady Power BI

Celkem 131 250 Kč

V tabulce níže jsou uvedené návrhy ušetření nákladů v případě, kdy by firma pořídila Microsoft Power BI. Za zmínku stojí samotná vizualizace zakázek. Jak již bylo zmíněno v předchozích kapitolách, na nástrojárně mají za prvé problém s tím, že se jim stává, že neví, kdo na jaké zakázce momentálně pracuje, a za druhé, že se zaměstnancům stává, že přeskočí krok v pracovním postupu. Kdybychom chtěli tento bod řádně vyčíslit, potřebovali bychom znát, kolikrát se stanou tyto problémy do měsíce, jestli to způsobí případné vícenáklady ve společnosti a jestli od zákazníka nedojde k případné reklamaci.

Procentuální odhad jsme provedli s pracovníky AIMTEC a.s., ale samotné vyčíslení již s pracovníky ept:

- Při stávajícím stavu dělají vedoucí oddělení veškeré reporty v Excelu. Jedná se o poměrně zdoluhavý proces, kde si musí přenést data a dále s nimi pracovat. Když budeme uvažovat, že jeden vedoucí pracovník bude provádět report jednou do měsíce a bude mu tato činnost trvat okolo 2 hodin (při užití Power BI se jedná o předpokládanou jednu hodinu času), můžeme mluvit o 7 188 Kč, které podnik ušetří. Zde jsme ve výpočtech uvažovali opět hodinové náklady na jednoho pracovníka 599 Kč/hod. Reporty lze dělat napříč všemi pracovišti. V našich výpočtech operujeme s jedním pracovištěm.
- Samotnou vizualizaci zakázek momentálně dělají v podniku také ručně, na papírovou plachtu. Jde o to, že v Power BI lze jednoduše vytvořit harmonogram sledu zakázek a přidělit dané zakázky jednotlivým zaměstnancům. Při manuálním zpracování to může vedoucímu pracovníkovi trvat 5 hodin týdně.
- Ve výrobním procesu může dojít k aktualizaci zakázek velice často. Při návrhu řešení Power BI jsme se zaměřovali především na oddělení údržby. Pokud by se firma rozhodla pro implementaci Power BI i na jiných odděleních, pak samozřejmě tyto úspory ještě vzrostou. Kdyby vedoucí pracovník musel provádět aktualizaci v průměru jednou do týdne (délka trvání jedné aktualizace může být cca 2 hodiny), tak se dostáváme na částku 57 504 Kč.
- Co se týče rychlejšího přenosu dat, pracovník po manuálním zpracování musí podklady vytisknout, pracovníkům přinést na pracoviště, případně je informovat o změně atd. Při

vizualizaci přes obrazovky a užitím Microsoft Power BI je přenos online. Kvalifikovaným odhadem jsme stanovili délku trvání těchto činností na průměrných 30 minut denně, což dělá 62,75 hodin ročně.

Úspora	Procentuální přínos stanovený kvalifikovaným odhadem	Finanční přínos stanovený kvalifikovaným odhadem
Úspora při tvorbě reportů	O 50 %	7 188 Kč
Vizualizace zakázek	O 30 %	43 128 Kč
Úspora při aktualizaci vizualizace zakázek	O 100 %	57 504 Kč
Rychlejší přenos dat	O 50 %	18 793 Kč

Celkem 126 613 Kč

Tabulka 6-4 Finanční úspora plynoucí z implementace Microsoft Power BI

Definované úspory jsou pouze orientační a při podrobnější studii se mohou vyskytnout ještě další činnosti, při kterých by podnik mohl ušetřit svoje náklady. Podniku by se mohly investice vrátit za celkem 13 měsíců. V případě, že podnik bude Power BI využívat i na jiných odděleních, tato doba bude kratší.

6.3 E-kanban

Elektronický kanban je pro ept nové řešení. Řízení bude probíhat klasicky pomocí oběhu kanbanových karet. Po spotřebě daného dílu je kanban karta sejmuta a přenesena elektronickou cestou dodavateli. Pro efektivní funkčnost doporučujeme čtečky s bezdrátovým přenosem dat. Pro elektronický kanban bude vytvořen speciální software dle potřeb podniku. Podnět pro implementaci e-kanbanu vzešel od pracovníků z logistiky. Kritickým místem, které jsme identifikovali, je ztráta papírových karet při zásobování Habartov- Svatava.

Hlavními funkcemi programu by mělo být:

- Skenování karet
- Odesílání emailů s kartami dodavatelům dle stanoveného času
- Tisk nových sérií karet
- Dohledávání ztracených karet
- Vytváření statistik
- Hodnocení dodavatelské věrnosti

Elektronický kanban se dá využít napříč celým odběratelsko-dodavatelským řetězcem. V našem případě doporučujeme, aby ept přešla na elektronický kanban mezi Habartovem a Svatavou. Počáteční investice budou ovlivněny nejvíce pořízením aplikace, jedná se o nejvyšší položku. Ceny uvedené v tabulce níže, jsou vzaty z případové studie společnosti Air Power s.r.o.

6.3.1 Benefity vyplývající z implementace e-kanbanu

Systém e-kanbanu bude generovat kanbanové objednávky skenováním potřebných komponent přímo ve výrobě nebo ve skladu, a protože je elektronický přenos v reálném čase rychlejší, než přenos papírových karet, celý kanbanový cyklus se může zkrátit zhruba na polovinu. Přenos dat v reálném čase je stoprocentní, a proto bude celá objednávka materiálu snadnější. Po implementaci e-

kanbanu získáme naprostý přehled odvolávek a možnost potvrzení odvolávky přímo ze skladu. Je nutné podotknout, že e-kanban se firma rozhodla implementovat pouze mezi skladem v Habartově a Svatavou, ale protože navrhované řešení má daleko větší rozsah, mohl by podnik do budoucna celou metodu rozšířit i na jednotlivá pracoviště a případně takto komunikovat i s dodavateli. Tradiční kanban s sebou nese řadu nevýhod. Na kanbanové kartě je uvedené velké množství informací, což může vést k nepřehlednosti karty. U elektronického kanbanu získáme při odvolávce materiálu přehledné informace, co a kam máme doručit. Při samotném sběru kanbanových karet je nutné všechny fyzicky sebrat a manuálně je zařadit. Když budeme zaměstnávat člověka, který tyto činnosti bude provádět, vzrostou nám mzdové náklady. Jednou z největších nevýhod tradičního kanbanu je, že při fyzickém sběru může docházet ke ztrátám papírových karet. Jedná se o problém, se kterým se podnik momentálně nejvíce potýká. Následkem bývá, že se zpozdí dodání požadovaného materiálu. Stejné problémy mohou nastat při poškození karty, kdy je již nečitelná, pracovník přečte špatně číslo materiálu a doveze materiál špatný.

6.3.2 Finanční zhodnocení

Počáteční investice

Elektronický kanban je softwarová aplikace, která umožňuje řídit materiálový tok dle principů klasického papírového kanbanu přes řízení dat a infrastrukturu podnikového informačního systému. Vzhledem k tomu, že jsme v podniku neprováděli samostatnou případovou studii, ve které bychom definovali funkčnost aplikace e-kanbanu, následující ceny jsou pouze orientační.

Náklad	Počet	Cena za jeden kus	Cena celkem
Aplikace e-kanban	1x	160 000 Kč	Cca 160 000 Kč
Terminál: Datalogic Memor X3 3 ve Svatavě a 1 v Habartově	4x	8 475 Kč	33 900 Kč
All In One Dell Inspiron 24 (5490) (TA-5490-N2-502S) 3 ve Svatavě a 1 v Habartově	4x	28 000 Kč	112 000 Kč

Celkem 305 900 Kč

Tabulka 6-5 Počáteční investice implementace e-kanbanu

Pro efektivní implementaci e-kanbanu se musí ve firmě udělat projektová studie, která není součástí této diplomové práce. Z toho důvodu slouží následující postup vyhodnocení, vč. vyčíslení jednotlivých změn jako orientační a byl sestaven kvalifikovaným odhadem společně s pracovníky AIMTEC a.s. a ept. Při finančním zhodnocení návratnosti implementace elektronického kanbanu jsme započítali:

- Dojde k úspoře pracovníka, který musí fyzicky všechny kanban karty posbírat, setřídít a odvézt z Habartova do Svatavy. Odhadem jsme stanovili, že by to mohly být tři hodiny denně, tento údaj je ale pouze orientační a je nezbytně nutné si jej ověřit v detailnějším projektu, který se bude zabývat implementací e-kanbanu.

- Odstraní se chybovost při odvolávce materiálu (ztráta karty, nebo nečitelnost karty), v ekonomickém zhodnocení budeme počítat s předpokládanou odstávkou výroby 2x za měsíc u výroby komponenty, kdy vyrábí 400 kusů za hodinu, 1ks = 15 Kč. Cesta + vyskladnění materiálu ve Svatavě 1 hodinu. V podniku mají dvousměnný provoz.
- Snížení cyklu oběhu kanban karty. Budeme uvažovat, že oběh kanban karty se sníží o 50 %, jedná se o koeficient, který slibují dodavatelé e-kanbanu. V našem případě se nejedná o úsporu z hlediska nákladů, protože Habartov se ze Svatavy zaváží cca 1-2x za den. Kdyby odvolávky materiálu byly například po půl hodině, jedná se již o důležitý náklad, který je potřeba započítat.
- Sníží se úroveň velikostí stavu zásob a přepravních kapacit. Jakmile mají v podniku papírové kanban karty, musí si pracovníci udržovat na skladě větší množství materiálu, protože oběh papírové kanban karty trvá mnohonásobně déle, než elektronický přenos dat. Jedná se ovšem opět pro nás o zanedbatelný údaj.
- Skladníci, kteří budou mít zařízení, které je bude informovat o požadavcích z výroby v reálném čase, budou ušetřeni činností, kdy např. se museli dojit k počítači, opsat si materiál na papír, případně telefonovat kvůli odvolávce materiálu apod. Kvalifikovaným odhadem bylo stanoveno, že se může jednat o ztrátu až dvou hodin denně.

Úspora	Procentuální přínos stanovený kvalifikovaným odhadem	Finanční přínos stanovený kvalifikovaným odhadem
Úspora 3 hodiny pracovníka denně- náklady na jednoho pracovníka 599 Kč/hod	40 %	180 419 Kč
Budeme předpokládat zastavení výroby z důvodu chybovosti při odvolávce materiálu 2x za měsíc	70-90 %	115 200 Kč
Úspora pracovního času skladníků, kteří dostávají online potřeby výroby v reálném čase	50 %	150 349 Kč

Celkem 445 968 Kč

Tabulka 6-6 Shrnutí finančního vyhodnocení implementace e-kanbanu

Sestavený přehled úspor je pouze předpokládaný. Opět se jedná o záležitost pro samostatný projekt v podniku. Při počátečních nákladech by se investice mohla vrátit podniku za osm měsíců.

6.4 Palstat CAQ

Údržba je nedílnou součástí průmyslové výroby. Zejména při vzniku chytrých továren je důležité apelovat na vznik chytré údržby. V současné chvíli chybí v ept jakýkoliv systém, který by se zabýval správou a řízením údržby. Při výběru vhodného systému je důležité si určit, co od systému očekáváme a kolik chceme investovat. Dnešní IT infrastruktura nabízí široké portfolio systémů na míru, proto je důležité specifikovat interní požadavky firmy. V současné době se zvyšují požadavky na jakákoliv

hmotná aktiva podniku, řízení nákladů a v neposlední řadě na moderní technologie. Vývoj v oblasti systémů pro řízení a správu údržby se vždy prováděl mimo tradiční plánování. Až nyní se údržba dostala do centra pozornosti managementu. Pracovníci středního managementu se ve firmách neustále snaží optimalizovat výrobní procesy výroby a to vede právě i ke snižování odstávek z důvodu poruch strojů a zařízení.

6.4.1 Benefity vyplývající z implementace Palstat CAQ

Systémem Palstat CAQ jsme schopni zajistit preventivní údržbu, sledovat životnost strojů a zařízení, stejně tak opravy a náklady strojů a nástrojů. Přes tento systém můžeme řídit a spravovat výdejnu náradí. Stejně tak, jako ve výrobě management apeluje na efektivní řízení výroby, je důležité efektivně řídit údržbu. S použitím systému jsme schopni plánovat, řídit a identifikovat zařízení pro klíčové procesy, zajistit zdroje pro údržbu strojů a nástrojů a vybudovat účinný systém plánování preventivní údržby. Cílem každého podniku by mělo být, aby se naučil řídit údržbu preventivně, aby nedocházelo k odstávce strojů kvůli poruchám, nebo aby se nestalo, že jim chybí náhradní díl apod. Mezi nefinanční benefity můžeme zařadit zvýšení životnosti a dostupnosti jakýchkoliv komponent, protože systém nám usnadňuje vedení preventivních opatření. Sníží se prostoje, zlepšuje se bezpečnost pracovníků, máme lepší přístup k datům, která jsou aktuální.

6.4.2 Finanční zhodnocení

Počáteční investice

Při implementaci systému pro řízení a správu údržby je nutné počítat s několika položkami. Jedná se o nákup komponent IS, dále pak nákup HW infrastruktury a vybudování síťové infrastruktury. Nemalé finanční prostředky se vynakládají na nákup licencí na operační systémy, báze dat a také na aplikační software. V neposlední řadě musí podnik počítat s výdaji na školení uživatelů, technickou podporu uživatelů, provozní náklady apod. Následující ceny v tabulce jsou pouze orientační a odhadnuté, protože v případě pořízení systému se nejedná o zakoupení katalogového produktu. Nelze jednoznačně určit, jaké budou pořizovací náklady bez projektové studie.

Náklad	Cena
Projektová studie	20 000 Kč
Licence	80 000 Kč
Instalace	1 modul 27 000 Kč
Testování	50 000 Kč
Migrace dat	15 000 Kč
Školení	23 000 Kč

Celkem 235 000 Kč

Tabulka 6-7 Počáteční investice implementace Palstat CAQ

V následující tabulce uvádíme obecné výhody a efekty používání Palstat CAQ. Jedná se o výstupy dle zdroje [72] a procentuální zhodnocení bylo provedeno kvalifikovaným odhadem pracovníka z AIMTEC a.s.:

Úspora	Procentuální přínos stanovený kvalifikovaným odhadem
Vyšší produktivita práce	O 20 %
Nižší náklady na nové zařízení	O 3 %
Snížení spotřeby energie	O 25 %
Nižší náklady na materiál	O 10 %
Odpadne činnost plánování údržbářských činností	O 30 %
Snížení nákladů na údržbu	O 30 %
Snížení počtu poruch	O 70 %
Aktualizace plánu údržby	O 50 %
Kontrola provedených činností	O 50 %

Tabulka 6-8 Vyhodnocení přínosů systému Palstat CAQ

Zdroj [72] také uvádí, že návratnost pořízení systému údržby bývá zpravidla 1 rok. V případě, že podniky zanedbají údržbu a stane se, že stroj přestane fungovat a musí zastavit výrobu, jedná se o poměrně vysoké částky, které kdyby figurovaly v úsporách samotné, mají podniky návratnost investice v ještě kratším čase. Kalkulaci finančního přínosu jsme bohužel s pracovníky ept nedokázali vyčíslit, protože nemají prozatím stanovené přehledy nákladů, které momentálně s údržbou souvisí. Implementace systému pro správu údržby se musí podrobit projektovému řízení, kde se podrobněji zanalyzuje současný stav.

Závěr

Součástí diplomové práce byl vytvořený checklist pro hodnocení připravenosti podniku na Průmysl 4.0. Při sestavování otázek jsme se nechali inspirovat současnými evaluačními modely, které jsou dostupné na internetu. Většina je však v německém jazyce, což je zcela pochopitelné, když Německo je hlavním aktérem vzniku Industry 4.0. Evaluační modely lze také najít v Anglii a jeden dokonce v České republice. Při hodnocení jsme se chtěli zabývat každou oblastí stejně podrobně. Nechtěli jsme dotazovat, jednu oblast více otázkami, než oblast jinou. Cílem bylo také po provedení hodnocení podniku identifikovat možné oblasti inovací, kudy by se mohl v následujících letech podnik ubírat. Proto nám také nevyhovovalo hodnocení, kterým stávající modely disponovaly. Checklist je rozdělený do sedmi oblastí a v každé oblasti je 7 otázek. Bodové hodnocení je dáno vzestupně 0 bodů-nejhůře hodnocená odpověď, 3 body- nejlépe hodnocená odpověď. Stanovili jsme na základě procentuálního rozhraní 4 úrovně, ve kterých se podnik může nacházet.

Cílem diplomové práce bylo provést hodnocení připravenosti podniku na přijetí konceptu Průmysl 4.0 ve firmě ept a navrhnout možná inovativní řešení v oddělení logistiky, automatů, engineeringu a údržby. Proto jsme s pracovníky těchto oddělení vedli řízený rozhovor. Na závěr práce jsme stanovili možné oblasti řešení a doporučení. Firma by měla prvotně implementovat systém identifikace. Vhodným systémem identifikace firma zefektivní řízení výroby a pohyb zásob. Dále by měla firma standardizovat komunikaci mezi Habartovem a Svatavou. Pokud chtějí perspektivnější řešení s využitím i do budoucna, tak navrhujeme e-kanban. Projekt implementace systému pro správu údržby by se měl podrobit důkladnějšímu rozboru. Navrhujeme firmě ept si stanovit požadavky na tento systém a oslovit dodavatele. Stejně tak implementace e-kanbanu je velice specifická. Co se týče samotné aplikace, tak lze navolit mnoho funkcí e-kanbanu, a proto je potřeba provést v podniku projektovou studii. V závěru jsme firmě ept nastínili možné hodnocení finanční návratnosti investic. Toto řešení vznikalo ve spolupráci s AIMTEC a.s. Cíl diplomové práce pokládáme za splněný.

Seznam zdrojů

- [1] JENSEN, Michael C. The Modern Industrial Revolution, Exit, and the Failure of Internal Control Systems. The Journal of Finance [online]. 1993, 48(3), 831-880 [cit. 2019-10- 27]. DOI: 10.1111/j.1540-6261.1993.tb04022.x. ISSN 00221082. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1540-6261.1993.tb04022.x>
- [2] MOKYR, Joel. The Second Industrial Revolution, 1870-1914 [online]. 1998 [cit. 2019-10- 27]. Dostupné z: <https://sites.northwestern.edu/jmokyr/files/2016/06/The-SecondIndustrial-Revolution-1870-1914-Aug-1998-1ubah7s.pdf>
- [3] CEJNAROVÁ, Andrea. Od 1. průmyslové revoluce ke 4. In: TT | Technický týdeník [online]. 2019 [cit. 2019-10- 27]. Dostupné z: http://www.technickytydenik.cz/rubriky/ekonomika-byznys/od-1-prumysloverevoluce-ke-4_31001.html
- [4] Průmysl 4.0: Novodobá revoluce [online]. 1. 3. 2017 [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: https://www.technickytydenik.cz/rubriky/archiv/prumysl-4-0-novodoba-revoluce_39359.html
- [5] KOLÁŘ, Petr. Industry 4.0 Průmyslová revoluce nebo přirozená evoluce? [online]. ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE | FAKULTA STROJNÍ, Listopad 2015 [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: https://www.technickytydenik.cz/rubriky/archiv/prumysl-4-0-novodoba-revoluce_39359.html
- [6] MAŘÍK, Vladimír a kol. Dokument Iniciativa Průmysl 4.0.
- [7] Praktický den v Elektronické továrně Siemens (Amberg, DE) [online]. 12. 06. 2018 [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: <https://www.jhk.cz/akce/prehled-akci/prakticky-den-v-elektronicke-tovarne-siemens-amberg-de-1633.html>
- [8] LELEK, Milan. Digitální továrna Siemens Amberg [online]. [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: <http://www.mescentrum.cz/clanky/aktuality/168-digitalni-tovarna-siemens-amberg>
- [9] HARTING TECHNOLOGY GROUP. Integrovaný průmysl – Orchestrace služeb [online]. [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: http://harting-com.harting.biz/fileadmin/harting/documents/lg/hartingtechnologygroup/news/tec-news/tec-news26/CZ_tecNews26.pdf
- [10] POLÁK, Petr. Logistika v Průmyslu 4.0: Obrovské výzvy, ale i příležitosti [online]. 2/2018 [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/logistika-v-prumyslu-4.0.htm>
- [11] SKUBANIČ, Vojtěch. Prediktivní údržba [online]. 15. 11. 2017 [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: <https://m.systemonline.cz/business-intelligence/prediktivni-udrzba.htm>
- [12] DR. LUBOMÍR SLÁMA. Prediktivní údržba v digitalizovaném průmyslu [online]. [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: <http://www.act-in.cz/nase-publikace/prediktivni-udrzba-v-digitalizovanem-prumyslu>
- [13] BÍLIK, Peter. Digitální dvojče jako klíčový nástroj Logistiky 4.0 [online]. 2/2019 [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/it-pro-logistiku/digitalni-dvojce-jako-klicovy-nastroj-logistiky-4.0.htm>

- [14] Inteligentní rukavice na skenování čárových kódů [online]. Zář 13, 2018 [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: <https://cz.iot-nn.com/blog/2018/09/13/inteligentni-rukavice-na-skenovani-carovych-kodu/>
- [15] Nové inteligentní brýle od Intelu promítají rozšířenou realitu přímo do sítnice [online]. 6. 2. 2018 [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: <https://cdr.cz/clanek/nove-inteligentni-bryle-od-intelu-promitaji-rozsirenou-realitu-primo-do-sitnice>
- [16] SKOPALOVÁ, Markéta. V Brně vyvíjí chytré brýle. Obraz zamíří do krabičky, ta vrátí informace [online]. 28. září 2016 [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/brno/zpravy/vyvoj-chytre-bryle-vut-brno.A160924_2275280_brno-zpravy_krut
- [17] Symbol examples [online]. [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/figure/symbol-examples-a-fiducial-b-QR-code-c-RFID-tag-d-character_fig3_325891947
- [18] MIŽŤOCHOVÁ, Irena. Přichází éra robotů v logistice? [online]. 12/2016 [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/it-pro-logistiku/prichazi-era-robotu-v-logistice.htm>
- [19] SYSTECH GROUP. MODERNÉ RIEŠENIA PRE PODNIKOVÚ LOGISTIKU [online]. [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/it-pro-logistiku/prichazi-era-robotu-v-logistice.htm>
- [20] RTLS (Real-Time Locating system) [online]. 3.6.2013 [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: <http://svetvbezpeci.cz/2013/06/rtls-real-time-locating-system/>
- [21] 3D LOKALIZACE V REÁLNÉM ČASE [online]. [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: <https://www.globema.cz/portfolio/lokalizace-v-realnem-case/>
- [22] Logistické plánování 4.0 – prohlídka vašeho skladu ve virtuální realitě. [online]. [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: <https://www.epg.com/cs/logisticke-poradenstvi/planovani-skladu-formou-virtualni-reality/>
- [23] POLÁK, Petr. Umělá inteligence v logistice: Další krok v procesu digitalizace [online]. 31. 7. 2018 [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: <http://m.systemonline.cz/business-intelligence/umela-inteligence-v-logistice.htm>
- [24] KNUD LASSE LUETH. Will the industrial internet disrupt the smart factory of the future? [online]. March 19, 2015 [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: <https://iot-analytics.com/industrial-internet-disrupt-smart-factory/>
- [25] Roboty a manipulátory [online]. [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: http://www.edumat.cz/texty/Roboty_manipulatory.pdf
- [26] Kolaborativní robot [online]. [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: <https://www.allrobots.cz/produkty/yaskawa/>
- [27] TYLER KOSLOW. GO BIG OR GO HOME: GERMAN REPRAP'S NEW & IMPROVED X1000 INDUSTRIAL 3D PRINTER [online]. SEPTEMBER 03RD 2015 [cit. 2019-11-27]. Dostupné z:

<https://3dprintingindustry.com/news/go-big-or-go-home-german-repraps-new-improved-x1000-industrial-3d-printer-56891/>

[28] SOÓKY, Tomáš. 3D tisk dobývá český průmysl: Firmy si běžně tisknou náhradní díly – na jejich dodání by jinak musely dlouho čekat [online]. [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: <https://3dwiser.com/clanky/3d-tiskarny/3d-tisk-dobyva-cesky-prumysl/>

[29] Průmysl 4.0 Digitalizace v průmyslové výrobě [online]. [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: <https://www.siemens.cz/prumysl40/>

[30] BALGA, Bronislav. SMART factory - inteligentní továrna [online]. 28. 03. 2018 [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/tisk-a-media/aktuality/smart-factory-inteligentni-tovarna>

[31] ING. PETR HOŘEJŠÍ, PH.D. Optimalizace výrobních procesů pomocí virtuální reality [online]. [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/clanky/optimalizace-vyrobnich-procesu-pomoci-virtualni-reality.htm>

[32] The Big Data Conundrum: How to Define It? [online]. Oct 3, 2013 [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: <https://www.technologyreview.com/s/519851/the-big-data-conundrum-how-to-define-it/>

[33] DOLÁK, Ondřej. Big data: Nové způsoby zpracování a analýzy velkých objemů dat [online]. [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/clanky/big-data.htm>

[34] Co je umělá inteligence? [online]. [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: <https://www.oracle.com/cz/artificial-intelligence/what-is-artificial-intelligence.html>

[35] Internet Of Things (iot) [online]. [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/internet-of-things>

[36] What is cloud computing? [online]. [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: <https://aws.amazon.com/what-is-cloud-computing/>

[37] Logistics 4.0 [online]. [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: <https://www.bosch.com/stories/logistics-4-0/>

[38] AGV [online]. [cit. 2019-11-14]. Dostupné z: <http://www.systemagv.com/cze/v%C3%BDhody>

[39] Agilox inteligentně řídí auto a otevírá čínský trh s tabákovým průmyslem [online]. srpen 2019 [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: <http://m.cz.gnscomponent.com/news/agilox-intelligently-guides-the-car-and-opens-26922008.html>

[40] KRUPA, Miroslav. Prediktivní údržba a metody technické prognostiky – seznámení se s problematikou [online]. 31.01.2012 [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/josra/prediktivni-udrzba-metody-technicke-prognostiky-seznameni-se-s-problematikou>

- [41] PROF.ING. VÁCLAV LEGÁT DRSC. Průmysl 4.0 ovlivňuje údržbu [online]. 15.3.2018 [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: https://www.qmprofi.cz/33/prumysl-4-0-ovlivnuje-udrzbu-uniqueidgOkE4NvrWuOKaQDKuox_Z0DVant7GNZeStlQusIHTyc/
- [42] DOC. ING. MARTIN PEXA, PH.D. ZAJIŠTĚNOST ÚDRŽBY V KONCEPCI PRŮMYSL 4.0 [online]. 11.9.2018 [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: https://www.csq.cz/fileadmin/user_upload/Spolkova_cinnost/Odborne_skupiny/Spolehlivost/Sborniky/sbornik72.pdf
- [43] TPM (Totálně produktivní údržba) [online]. [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: <https://www.escare.cz/blog/tpm-totalne-produktivni-udrzba/>
- [44] AIMTEC. Pick by Voice: Následujte hlas. Podpora intuitivního vychystávání. [online]. [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: <https://www.aimtecglobal.com/pick-by-voice/>
- [45] KOLÁŘ Vojtěch. Sennheiser testuje vychystávání pomocí chytrých brýlí [online]. 28. 11. 2016 [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: <https://logistika.ihned.cz/c1-65534920-sennheiser-testuje-vychystavani-pomoci-chytrych-bryli>
- [46] JUROVÁ, Marie. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada Publishing, 2016. Expert. ISBN 978-80-271-9330-1.
- [47] Kardex Remstar: Horizontální karuselový sklad [online]. 2019 [cit. 2019-11-20]. Dostupné z: <http://www.kardex-remstar.cz/cz/produkty/horizontalni-karuselovy-sklad.html>
- [48] GlobalSpec. Kardex Remstar Shuttle XP [online]. 2019 [cit. 2019-11-20]. Dostupné z: http://www.globalspec.com/FeaturedProducts/Detail/KardexRemstar/Kardex_Remstar_Shuttle_XP_Vertical_Lift_Module/204923/0
- [49] Kardex Remstar. In: Megamat RS [online]. 2019 [cit. 2019-11-20]. Dostupné z: http://www.kardex-remstar.cz/fileadmin/user_upload/kardex-remstar/pdf-new/cz/Kardex_Remstar_MegamatRS_CZ.pdf
- [50] BHATNAGAR, Tushar. What Is a Smart Device? - DZone IoT. DZone [online]. North Carolina: DZone, 2017 [cit. 2019-11-21]. Dostupné z: <https://dzone.com/articles/what-is-a-smart-device>
- [51] ORTER, M. E. a HEPPELMANN, J. E. How Smart, Connected products Are Transforming Competition. Harvard Business Review, 2014, str. 60-67
- [52] ept connector s.r.o. [online]. [cit. 2017-02-28]. Dostupné z: <https://www.ept.de/>
- [53] Výpis z obchodního rejstříku [online]. [cit. 2019-11-22]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik-firma.vysledky?subjektId=148625&typ=PLATNY>
- [54] Ing. Jan Zatloukal a Ing. Petr Boček. Prvky pro prediktivní údržbu strojů [online]. 2014 [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: https://automa.cz/cz/casopis-clanky/prvky-pro-prediktivni-udrzbu-stroju-2014_06_52405_8034/

- [55] Checkliste: Kommt Industrie 4.0 für unser Unternehmen in Frage? [online]. [cit. 2019-12-04]. Dostupné z: <https://www.existenzgruender.de/SharedDocs/Downloads/DE/Checklisten-Uebersichten/Checkliste-Industrie-4-0.html>
- [56] Quick Check Industrie 4.0 Reifegrad [online]. [cit. 2019-12-04]. Dostupné z: <https://indivsurvey.de/>
- [57] Hochschule für angewandte Wissenschaften Neu-Ulm [online]. [cit. 2019-12-04]. Dostupné z: <http://reifegradanalyse.hs-neu-ulm.de/questions.php#firstPage/1>
- [58] WIE DIGITAL IST IHR UNTERNEHMEN? FÜHREN SIE HIER DEN SELF-CHECK DURCH. [online]. [cit. 2019-12-04]. Dostupné z: <https://benchmark.digitalisierungsindex.de/portal>
- [59] Industrie 4.0- Readiness Online-Selbst-Check für Unternehmen [online]. [cit. 2019-12-04]. Dostupné z: <https://www.industrie40-readiness.de/>
- [60] INDUSTRIE 4.0 REIFEGRAD – TEST [online]. [cit. 2019-12-04]. Dostupné z: <https://www.connected-production.de/industrie-4-0-reifegrad-test/>
- [61] DIGITALISIERUNG IM MITTELSTAND - LEITFADEN INDUSTRIE 4.0 [online]. [cit. 2019-12-04]. Dostupné z: <https://ihk-industrie40.de/>
- [62] Industry 4.0 - Enabling Digital Operations [online]. [cit. 2019-12-04]. Dostupné z: <https://i40-self-assessment.pwc.de/i40/landing/>
- [63] The Connected Enterprise Maturity Model [online]. [cit. 2019-12-04]. Dostupné z: https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/wp/cie-wp002_-en-p.pdf
- [64] A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises [online]. [cit. 2019-12-04]. Dostupné z: https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/wp/cie-wp002_-en-p.pdf
- [65] Evaluační formulář pro hodnocení digitální zralosti firmy [online]. [cit. 2019-12-04]. Dostupné z: <http://firma4.cz/hodnoceni-digitalni-zralosti-firmy/>
- [66] Kardex Remstar: Manipulace a automatizace [online]. [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: https://www.kardex-remstar.cz/cz/reseni/manipulace-a-automatizace.html?gclid=CjwKEAjwr_rIBRDJzq-ZLC_2HgSJADoL57HAjC8a-7C4z0qypzTXdhnEqjGeylEKHw4syabooqA-BoCCoPw_wcB
- [67] Rozdíl mezi 1D (typický EAN) a 2D (typický QR) čárovým kódem. [online]. 2019 [cit. 2020-04-06]. Dostupné z: <https://pdaflores.cz/cs/blog/rozdil-mezi-1d-typicky-ean-a-2d-typicky-qr-carovym-kodem-b14.html>
- [68] Interní zdroj z případové studie ZČU
- [69] Co je Kanban, kde se vzal, kam směřuje? [online]. [cit. 2020-03-10]. Dostupné z: <https://e-kanban.cz/co-je-kanban/>

[70] Co je EDI [online]. [cit. 2020-03-15]. Dostupné z: <https://www.grit.eu/cs/orion/co-je-edi/>

[71] What is Power BI? [online]. [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: <https://docs.microsoft.com/en-us/power-bi/fundamentals/power-bi-overview>

[72] PALSTAT. Reference. Palstat.cz [online]. [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: <http://www.palstat.cz/cz/reference-firmy/>.

[73] BAUER, Ondřej a Karina NOVÁKOVÁ. Analýza možností elektronizace stavu ept connector s.r.o. Plzeň, 2018.

Příloha A: Dotazníkový checklist

Úvodní otázky

<p>1. Má vaše firma zahraničního vlastníka či spoluvlastníka?</p> <p><input type="checkbox"/> Ano <input type="checkbox"/> Ne</p>
<p>2. Jaký je roční obrat vaší firmy za rok 2018 (v mil. Kč)?</p> <p><input type="checkbox"/> < 60 <input type="checkbox"/> < 200 <input type="checkbox"/> < 1200 <input type="checkbox"/> Více</p>
<p>3. O jaký typ výroby se u vás jedná?</p> <p><input type="checkbox"/> Hromadná výroba <input type="checkbox"/> Sériová výroba <input type="checkbox"/> Kusová výroba <input type="checkbox"/> Jiné (v případě, že se nejedná o výrobní podnik)</p>
<p>4. Má vaše společnost zaveden systém řízení kvality, případně je držitelem jiných certifikátů (ISO,...)?</p> <p><input type="checkbox"/> Ano <input type="checkbox"/> Ne</p>
<p>5. Máte zavedenou strategii zaměřenou na podporu a implementaci Lean přístupů?</p> <p><input type="checkbox"/> Ano <input type="checkbox"/> Ne</p>
<p>6. Do jakých oblastí ve vaší společnosti se chystáte v rámci implementace Průmyslu 4.0 investovat nejdříve?</p> <p><input type="checkbox"/> IT <input type="checkbox"/> Logistika <input type="checkbox"/> Výroba <input type="checkbox"/> Technologie</p>
<p>7. Z jakého důvodu se zabýváte tématem Průmysl 4.0?</p> <p><input type="checkbox"/> Z důvodu nových obchodních příležitostí. <input type="checkbox"/> Chceme eliminovat rizikové faktory v rámci chodu naší společnosti. <input type="checkbox"/> Chceme mít náskok před konkurencí. <input type="checkbox"/> Jedná se o celosvětový trend.</p>
<p>8. Proč se tímto tématem nezabýváte?</p> <p><input type="checkbox"/> Přijetí konceptu je pro naši společnost finančně náročné. <input type="checkbox"/> Naše společnost není dostatečně informována o tomto konceptu. <input type="checkbox"/> Nemáme dostatek kvalifikovaných zaměstnanců. <input type="checkbox"/> Pro naši společnost to není v současné době důležité.</p>
<p>9. Hledá vaše společnost kvalifikované zaměstnance obtížně (v posledních 3 letech)?</p> <p><input type="checkbox"/> Ano <input type="checkbox"/> Ne</p>
<p>10. Máte vytvořenou spolupráci se školami?</p> <p><input type="checkbox"/> Ano <input type="checkbox"/> Ne</p>

BUSINESS MODEL

<p>11. Sledujete aktuální rozvoj vývojových trendů na trhu?</p> <p><input type="checkbox"/> Vývoj trendů se pečlivě sleduje a nově zjištěné trendy jsou rozhodujícími faktory pro plánování dlouhodobých aktivit podniku.</p> <p><input type="checkbox"/> Naše firma se snaží sledovat vývojové trendy, které bereme v úvahu při plánování aktivit.</p> <p><input type="checkbox"/> Naše firma má pouze malé povědomí o vývoji trendů na trhu.</p> <p><input type="checkbox"/> Naše firma nesleduje vývoj trendů na trhu.</p>
<p>12. Sledujete a následně vyhodnocujete tržní konkurenční pozici?</p> <p><input type="checkbox"/> Naše firma pravidelně sleduje situaci na trhu a konkurence, proto jsme i schopni odhadnout záměry konkurenční firmy.</p> <p><input type="checkbox"/> Naše firma průběžně sleduje přítomnost konkurence na trhu, i když ne plánovaně.</p> <p><input type="checkbox"/> Konkurenční pozice se sledují jen v případě, že se ve firmě objeví problémy a je třeba zjistit jak a proč na tom firma tak je.</p> <p><input type="checkbox"/> Vyhodnocování tržní konkurenční pozice se ve společnosti neprovádí.</p>
<p>13. V jaké míře spolupracujete se zákazníkem, případně řešíte reklamace a rozvíjíte odběratelsko-dodavatelských vztahy obecně?</p> <p><input type="checkbox"/> Kontakt se zákazníkem je pro nás klíčový, protože se snažíme proaktivně rozvíjet a zlepšovat na základě zpětné vazby jednotlivé procesy či produkty.</p> <p><input type="checkbox"/> Se zákazníkem aktivně spolupracujeme, ale není pro nás tento vztah klíčový.</p> <p><input type="checkbox"/> Naše společnost si je vědoma důležitosti vztahu se zákazníkem, ale prozatím nemáme aktivní odběratelsko-dodavatelský vztah, ale plánujeme to zlepšit.</p> <p><input type="checkbox"/> Se zákazníkem jsme v nejužším možném kontaktu.</p>
<p>14. Vedení společnosti si je vědomo důležitosti digitální transformace?</p> <p><input type="checkbox"/> Manažeři všech úrovní jsou schopni realizovat naši digitální strategii v každodenním provozu.</p> <p><input type="checkbox"/> Manažeři všech úrovní podporují inovace a proces digitalizace a automatizace, ne všichni mají dostatek dovedností pro uplatňování digitální strategie v praxi.</p> <p><input type="checkbox"/> Digitální transformace je většinou vedoucích zaměstnanců přijímána s obavami, jen několik manažerů ji vnímá pozitivně.</p> <p><input type="checkbox"/> Drtivá většina manažerů společnosti nesouhlasí s myšlenkou digitální transformace.</p>
<p>15. Jaká je externí výměna informací se zákazníky a dodavateli?</p> <p><input type="checkbox"/> Informace o integrovaných funkcích příslušných IT systémů jsou automaticky vyměňovány se společnostmi napříč celým hodnotovým řetězcem. Také získáte přístup k relevantním externím datům společnosti.</p> <p><input type="checkbox"/> Automaticky probíhá intenzivní výměna dalších informací, jako jsou plánované zakázky, časy propagačních akcí, prodejní místa, data předpovědi a předpovědi.</p> <p><input type="checkbox"/> Při zpracování objednávky budou vyměněna specifická data objednávky. Další informace, např. pokud jde o plánované zakázky, časy speciálních propagačních akcí, prodejní místa, předpovědní / výstupní data, lze poskytnout manuálně v konzultaci.</p> <p><input type="checkbox"/> Během zpracování objednávky nejsou vyměňována žádná data objednávky.</p>
<p>16. Očekáváte pozitivní dopady digitální transformace na obchodní cíle vaší společnosti?</p> <p><input type="checkbox"/> Velký dopad – tržní dominance a získání nových trhů.</p> <p><input type="checkbox"/> Rozvojový dopad – digitalizace nám umožní zlepšení naší tržní pozice ve vztahu ke konkurenci.</p> <p><input type="checkbox"/> Možné dopady digitalizace se projeví později, digitalizace je nutností.</p> <p><input type="checkbox"/> Digitalizace nám uškodí, jedná se o zbytečně vynaložené prostředky.</p>
<p>17. Sleduje vaše firma hodnocení produktu společnosti od zákazníků?</p>

- | |
|--|
| <input type="checkbox"/> V naší firmě existuje propracovaný systém pro pravidelné získávání názorů od zákazníků a zjištěné informace se promítají do aktivit firmy.
<input type="checkbox"/> Ve firmě se provádí pouze sledování spokojenosti zákazníků, když je potřeba využít získaných informací o spokojenosti/nespokojenosti s aktivitami firmy.
<input type="checkbox"/> Naše firma provádí náhodné průzkumy spokojenosti zákazníků.
<input type="checkbox"/> Zákaznické hodnocení se nesleduje, protože negativní odezva by přišla sama. |
|--|

STRATEGIE

<p>18. Jaká je vaše představa o budoucnosti společnosti?</p> <input type="checkbox"/> Naše firma se snaží zpracovávat svou vizi do podnikatelského plánu, který je minimálně soustředěn na střednědobý výhled (3-5let) <input type="checkbox"/> Naše firma má formulovanou vizi pouze pro krátkodobé plány (1-2 roky) <input type="checkbox"/> Ve firmě máme jistou představu o budoucnosti, ale naše vize není rozpracována do plánu. <input type="checkbox"/> O vzdálenější budoucnosti příliš neuvažujeme.
<p>19. Vytváří vaše společnost inovační programy v rámci činnosti vašeho podniku?</p> <input type="checkbox"/> Pro naši společnost je klíčové zavádět inovace a dodržovat podnikatelský plán z důvodu dosažení vize podniku. <input type="checkbox"/> Naše společnost zpracovává orientační plán s výhledem na 2-3 roky dopředu, inovační programy přijímá v případě, kdy je donucena inovovat kvůli aktivitě konkurenčních společností na trhu. <input type="checkbox"/> Naše společnost vytváří plán na jeden kalendářní rok s ohledem na momentální situaci firmy. Společnost nemá dostatek zdrojů, aby mohla vytvářet inovační programy. <input type="checkbox"/> Společnost se inovačními programy nezabývá a zpracovává pouze krátkodobé plány podle aktuálních tržních příležitostí.
<p>20. Jaké je vaše plánování projektů ve společnosti?</p> <input type="checkbox"/> Výběr projektů je v naší firmě vždy v souladu s dlouhodobou strategií. <input type="checkbox"/> Projekty jsou vybírány s ohledem na aktuální tržní příležitosti, strategie firmy ale nemusí být rozhodující. <input type="checkbox"/> Výběr projektů se řídí maximálními možnostmi firmy (z hlediska personálního, ekonomického,..) <input type="checkbox"/> V naší firmě převládá řízení projektů „ze dne na den“.
<p>21. Je vaše firma ochotna riskovat ohledně finanční náročnosti implementace konceptu Průmyslu 4.0?</p> <input type="checkbox"/> Ano, naše společnost je ochotna riskovat, jelikož všechny projekty jsou podrobeny dlouhodobé přípravě a plánování. <input type="checkbox"/> Ano, naše společnost je ochotna riskovat, ale jen v případě 100% přesvědčení managementu podniku. <input type="checkbox"/> Naše společnost se zaměřuje na dílčí implementace konceptu Průmyslu 4.0, které jsou úspěšné u konkurenčních firem. <input type="checkbox"/> Ne, naše společnost není schopna po finanční stránce jít do rizika související s implementací konceptu Průmyslu 4.0.
<p>22. Stanovujete si v rámci řízení plánů finanční ukazatele?</p> <input type="checkbox"/> Naše cíle plánů jsou převedeny do měřitelných ukazatelů finančního plánu a každý obchodní případ je podle nich hodnocen.

<input type="checkbox"/> Ve firmě se provádí pouze sledování nákladů s ohledem na provozní zisk, jiné ukazatele nestanovujeme. <input type="checkbox"/> Naše firma se především snaží naplňovat obraty, které jsou dané plánem tržeb, jiné ukazatele stanoveny nemáme. <input type="checkbox"/> Naše firma si nestanovuje finanční ukazatele plánu.
23. Zabýváte se v rámci podniku uplatňováním konceptu Průmyslu 4.0?
<input type="checkbox"/> Ano, zabýváme se konceptem Průmyslu 4.0 již delší dobu, je součástí naší strategie a systému plánování. <input type="checkbox"/> Ano, již se konceptem Průmyslu 4.0 nějakou dobu zabýváme, ale zatím není součástí naší strategie a systému plánování. <input type="checkbox"/> Ne, naše společnost se prozatím tématem Průmyslu 4.0 nezabývá. <input type="checkbox"/> Ne, naše společnost v konceptu Průmyslu 4.0 nevidí žádný potenciál.
24. Má společnost jasnou strategii v oblasti HR související s Průmyslem 4.0?
<input type="checkbox"/> Společnost má jasnou představu o tom, jak se budou měnit požadavky na dovednosti zaměstnanců v prostředí Průmyslu 4.0 (a přizpůsobila tomu procesy nábory, hodnocení a rozvoje zaměstnanců). <input type="checkbox"/> Společnost si je vědoma, jaké bude mít dopady Průmysl 4.0 na oblast HR, ale v současnosti ještě není jasné, jaké procesy a jakým způsobem bude potřeba v této souvislosti měnit. <input type="checkbox"/> Momentálně naše společnost nevnímá potřebu revidovat naše HR procesy a požadavky na zaměstnance v souvislosti s Průmyslem 4.0, je možné, že se k této problematice dostaneme později při zavádění Průmyslu 4.0. <input type="checkbox"/> Implementace Průmyslu 4.0 je pro nás tak daleko, že aktuálně tuto problematiku vůbec neřešíme.

LIDÉ

25. Zabýváte se průzkumem spokojenosti zaměstnanců ve vaší firmě?
<input type="checkbox"/> V naší společnosti se spokojenost zaměstnanců pravidelně zjišťuje a výsledky se využívají např. při vzdělávání, profesním růstu, apod. <input type="checkbox"/> Spokojenost pracovníků se čas od času zjišťuje. <input type="checkbox"/> Management naší společnosti se zabývá spokojeností zaměstnanců až tehdy, když se vyskytnou výraznější problémy. <input type="checkbox"/> Spokojenost zaměstnanců není potřeba cíleně sledovat.
26. Nachází se ve vaší společnosti projektový tým/specializované pozice, které se zabývají implementací konceptu Průmysl 4.0?
<input type="checkbox"/> Ano máme projektový tým/specializované pozice, které se zabývají touto problematikou. <input type="checkbox"/> Ne nemáme, ale naše společnost tyto pozice připravuje. <input type="checkbox"/> Ne nemáme, ale uzavřeli jsme spolupráci s externí firmou, která se bude tímto konceptem zabývat. <input type="checkbox"/> Ne nemáme a ani je do budoucna neplánujeme.
27. Jsou všichni zaměstnanci vedením společnosti informováni o realizaci konceptu Průmyslu 4.0?
<input type="checkbox"/> Ano, vedení společnosti výborně sdílí svoji vizi se zaměstnanci společnosti. <input type="checkbox"/> Vedení společnosti komunikuje pouze s vyšším management o tomto konceptu. <input type="checkbox"/> O této problematice jsou informováni pouze vybraní zaměstnanci. <input type="checkbox"/> Ne, vedení společnosti nepodává žádné informace svým zaměstnancům o této problematice.

28. Zajišťuje Vaše společnost průběžné školení a vzdělávání zaměstnanců v souvislosti s jejich rozšiřování digitálních dovedností a znalostí?
<input type="checkbox"/> Probíhá pouze vstupní bezpečnostní školení. <input type="checkbox"/> Průběžné školení a vzdělávání je v plánu. <input type="checkbox"/> Průběžné školení a vzdělávání probíhá, je však nedostačující ve srovnání se současnými potřebami. <input type="checkbox"/> Probíhá efektivní školení a vzdělávání zaměstnanců s ohledem na jejich potřeby, rozvoj znalostí a dovedností v závislosti na vyvíjejících se technologiích, normách, zákaznických požadavcích atd.
29. Jakým způsobem máte implementován motivační systém zaměstnanců?
<input type="checkbox"/> Motivační systém je zaměřen na individualitu každého zaměstnance. Mimo standardní motivace společnost dbá na možnosti odborného a kariérního růstu zaměstnanců. <input type="checkbox"/> Společnost má vybudovaný standardní systém motivace zaměstnanců. Dále se klíčovým zaměstnancům snaží zajistit vyšší standard. <input type="checkbox"/> Zaměstnanci jsou hodnoceni za kvalitu a výkon práce. <input type="checkbox"/> Společnost nemá vybudovaný motivační systém.
30. Jak zaměstnanci ve vaší firmě komunikují se stroji a výrobními zařízeními?
<input type="checkbox"/> Naše společnost využívá rozšířenou realitu ve výrobě. <input type="checkbox"/> V naší společnosti jsou přenášeny důležité informace i do mobilních telefonů/tabletů. <input type="checkbox"/> V naší společnosti jsou stroje, které přenáší informace, či je lze ovládat pomocí digitálního displeje. <input type="checkbox"/> V naší společnosti neexistuje žádná výměna informací mezi člověkem a strojem.
31. Jak probíhá ve vaší firmě komunikace mezi pracovníky?
<input type="checkbox"/> Společnost využívá efektivně vedené týmy. Týmy mají jasně delegované pravomoci a odpovědnosti. <input type="checkbox"/> Mezi pracovníky společnosti funguje formální i neformální komunikace, týmová práce má rezervy v projektovém řízení. <input type="checkbox"/> V naší společnosti je pouze formální komunikace mezi pracovníky. <input type="checkbox"/> V společnosti je nedostatečná komunikace mezi pracovníky a týmová práce prakticky neexistuje.

VÝROBA

32. Jakým způsobem máte označeny materiály a hotové výrobky?
<input type="checkbox"/> RFID <input type="checkbox"/> QR kódem <input type="checkbox"/> Čárovým kódem <input type="checkbox"/> Manuální číslování
33. V jaké míře mohou zákazníci vaší společnosti individualizovat objednané produkty?
<input type="checkbox"/> Zákazníkovi je umožněno definovat své individuální požadavky nad rámec stanovených variant. <input type="checkbox"/> Zákazník si může nadefinovat své požadavky z nabídnutého množství variant a modulů. <input type="checkbox"/> Plánujeme realizovat potřebné kroky k tomu, abychom mohli individualizovat požadavky zákazníka. <input type="checkbox"/> Naše společnost není schopná nabídnout variabilitu výrobků.
34. Jak se vykazují údaje z výroby a logistiky?
<input type="checkbox"/> Technologie poskytují plně automatickou zpětnou vazbu o aktuálních datech v reálném čase.

<input type="checkbox"/> Strojní data jsou plně automatizovaná a dostupná v reálném čase. Manuální aktivity jsou přenášeny přímo po dokončení objednávky. <input type="checkbox"/> Zpětná vazba je založena na papíře s časovým zpožděním a poté digitalizována (Excel nebo ERP). <input type="checkbox"/> Data jsou shromažďována na papíře a nepřenášena do IT systému.
35. Existuje ve výrobních procesech vaší společnosti komunikace mezi stroji a zařízeními?
<input type="checkbox"/> Stroje a zařízení jsou obsluhovány za podpory softwarů a komunikace mezi stroji a zařízeními je možná. <input type="checkbox"/> Stroje a zařízení komunikují přes internet, na který jsou připojeny. <input type="checkbox"/> Naše společnost momentálně realizuje kroky k vytvoření komunikační sítě mezi stroji a zařízeními. <input type="checkbox"/> V naší společnosti ve výrobních procesech neexistuje a ani není v plánu komunikace mezi stroji a zařízeními.
36. Provádí se ve vaší společnosti/vámi u dodavatelů audit kvality?
<input type="checkbox"/> Naše společnost v rámci implementovaného systému kvality systematicky provádí externí audity kvality u svých dodavatelů a zároveň jsou takové audity prováděny ze strany zákazníků. <input type="checkbox"/> Externí audity jsou ve společnosti prováděny pouze ze strany zákazníků. Naše společnost sama žádné externí audity u svých dodavatelů neprovádí. <input type="checkbox"/> Naše společnost se připravuje do budoucna na interní i externí audit kvality. <input type="checkbox"/> Naše společnost se kvalitou nezabývá.
37. Řeší vaše společnost dopad činnosti na životní prostředí?
<input type="checkbox"/> Naše společnost má certifikován systém dle ISO-14000 a zabývá se studiem znovupoužití odpadních materiálů. <input type="checkbox"/> Naše společnost má certifikován systém dle ISO-14000. <input type="checkbox"/> Naše společnost zná předpisy týkající se dopadu její činnosti na životní prostředí a dodržuje je pouze v požadovaném rozsahu. <input type="checkbox"/> Naše společnost neřeší dopad své činnosti na životní prostředí.

TECHNOLOGIE

38. Používáte v podniku systém pro plánování podnikových zdrojů (ERP) pro řízení oblasti nákupu, výroby, logistiky, personalistiky apod.? Jedná se například o SAP, Helios atd.
<input type="checkbox"/> Podnikové zdroje jsou plánovány a řízeny pomocí jednoho komplexního a standardizovaného systému a to ve všech oblastech <input type="checkbox"/> Podnikové zdroje jsou plánovány a řízeny pomocí komplexního a standardizovaného systému ve většině oblastí. <input type="checkbox"/> Podnikové zdroje jsou plánovány a řízeny pomocí několika systémů, které spolu nekomunikují. <input type="checkbox"/> Podnikové zdroje nejsou plánovány a řízeny pomocí systémů.
39. Disponuje váš podnik výrobními informačními systémy, které propojují výrobní data a informace s podnikovými procesy? (např. MES)
<input type="checkbox"/> V našem podniku jsou veškeré výrobní procesy spojeny s výrobními daty pomocí informačního systému. <input type="checkbox"/> V našem podniku jsou jen některé výrobní procesy spojeny s výrobními daty a informacemi. <input type="checkbox"/> Výrobní informační systém budeme zavádět.

<input type="checkbox"/> V našem podniku nevyužíváme výrobní informační systémy a ani není v plánu je zavádět.
40. Vyskytují se ve vaší společnosti procesy, které reagují autonomně/automaticky na změny výrobních podmínek v reálném čase?
<input type="checkbox"/> Ano, napříč celou společností. <input type="checkbox"/> Ano, pouze ve vybraných oblastech. <input type="checkbox"/> Prozatím se takovéto procesy nacházejí ve zkušební fázi. <input type="checkbox"/> Žádné.
41. Jakou IT infrastrukturou vaše společnost disponuje?
<input type="checkbox"/> Naši IT pracovníci jsou integrováni a specializováni do dílčích oddělení naší společnosti. IT pracovníci jsou přítomni fyzicky na adrese pracoviště. <input type="checkbox"/> Máme interní IT oddělení. <input type="checkbox"/> Využíváme externí IT podporu. <input type="checkbox"/> Žádné vlastní IT oddělení nemáme, ani nevyužíváme outsourcing.
42. V jaké míře využívá váš podnik moderní technologie v souvislosti s komunikací se zákazníkem?
<input type="checkbox"/> Komunikace se zákazníkem je umožněna na základě užití modelu pro elektronickou výměnu dat, přes který lze vyřídit reklamaci či zpětnou vazbu. Zákazník je zapojen do procesu plánování výroby ERP systémem. <input type="checkbox"/> Komunikace se zákazníkem je z části digitalizována. <input type="checkbox"/> Komunikaci s užitím moderních technologií rozvíjíme. <input type="checkbox"/> Se zákazníkem komunikujeme prostřednictvím emailu nebo telefonu.
43. Do jaké míry podnik investuje do implementace moderních technologií?
<input type="checkbox"/> Implementace moderních technologií je velice klíčová pro naši společnost a je zahrnuta do investiční strategie podniku. <input type="checkbox"/> Naše společnost z části investuje do nových technologií, ale nejsou to velké investice. <input type="checkbox"/> Naše společnost plánuje investovat do nových technologií. <input type="checkbox"/> V současné době podnik neinvestuje do nových technologií.
44. V jaké míře využíváte ve vaší společnosti moderní technologie? (např. roboty, senzory, virtuální návodky apod.)
<input type="checkbox"/> V naší společnosti jsou moderní technologie nedílnou součástí výrobního systému. Plně využíváme autonomní roboty, autonomní vozíky, podporu rozšířené reality a umělou inteligenci. V budoucnu budeme dále aktivně implementovat další moderní technologie. <input type="checkbox"/> V naší společnosti se prozatím můžeme setkat s dílčími prvky implementace moderních technologií. <input type="checkbox"/> V naší společnosti teprve plánujeme implementaci podobných moderních technologií. <input type="checkbox"/> V naší společnosti v současné době nevyužíváme moderní technologie a v nejbližší době ani žádné implementovat nebudeme.

DATA

45. Jaké technologie k práci s daty používáte?
<input type="checkbox"/> Integrované datové algoritmicky řízené prostředí, které autonomně pracuje s daty v reálném čase. <input type="checkbox"/> Datové sklady a ostatní nástroje Byznys Intelligence. <input type="checkbox"/> Relační databáze a souborový systém (Excel). <input type="checkbox"/> Jednoduché aplikace a soubory na různých počítačích.

<p>46. Jak je na tom váš podnik v bezpečnostních řešeních v oblasti IT?</p> <p><input type="checkbox"/> Máme vyřešenu bezpečnost dat prostřednictvím cloudových služeb.</p> <p><input type="checkbox"/> Máme bezpečnou komunikaci pro externí výměnu dat se zákazníky/odběrateli.</p> <p><input type="checkbox"/> Bezpečná komunikace je zajištěna pouze pro interní výměnu dat.</p> <p><input type="checkbox"/> Nemáme zajištěnou bezpečnost dat.</p>
<p>47. Používá vaše firma jeden podnikový informační systém, nebo jich má více?</p> <p><input type="checkbox"/> Naše firma má jeden podnikový informační systém, který používá i zákazník.</p> <p><input type="checkbox"/> Naše firma má více podnikových informačních systémů, ale plánujeme implementaci jednoho.</p> <p><input type="checkbox"/> Naše firma má více podnikových informačních systémů, ale neplánujeme jejich sloučení.</p> <p><input type="checkbox"/> Naše firma používá informační systém pouze pro komunikaci se zákazníky, pro interní komunikaci slouží sdílený disk.</p>
<p>48. Jak jsou ve výrobě zpracovávány chyby nebo chybová data?</p> <p><input type="checkbox"/> Chybová data se zaznamenávají a analyzují ve standardním postupu. Na základě analýzy chybových dat lze předpovídat generování chyb.</p> <p><input type="checkbox"/> Ke shromažďování údajů o chybách se používají standardizované procesy a IT systémy.</p> <p><input type="checkbox"/> Chybová data jsou zaznamenávána ručně (např. v Excelu).</p> <p><input type="checkbox"/> Chybová data nejsou zaznamenána a analyzována.</p>
<p>49. Mají všechny složky ve vaší společnosti přístup k datům z výroby (či jiné činnosti podniku)?</p> <p><input type="checkbox"/> Data jsou přístupná pouze oddělením, která s těmito daty pracují.</p> <p><input type="checkbox"/> Přístup musí být centrálně schválen v případě použití těchto dat jiným oddělením.</p> <p><input type="checkbox"/> Je nutno znát přístupové heslo v případě použití těchto dat jiným oddělením.</p> <p><input type="checkbox"/> Přístup k datům není žádným způsobem zabezpečen, má k nim přístup kterékoliv oddělení.</p>
<p>50. Jak se využívají data z výroby a logistiky?</p> <p><input type="checkbox"/> Data jsou využívána proaktivně.</p> <p><input type="checkbox"/> Data o výrobě a logistice se používají pro analýzu klíčových údajů v reálném čase. Plánování je založeno na shromážděných datech.</p> <p><input type="checkbox"/> Data se používají pro dokumentaci.</p> <p><input type="checkbox"/> Údaje z výroby a logistiky se nepoužívají.</p>
<p>51. Využívá firma data od koncových zákazníků k vytvoření výrobní nabídky?</p> <p><input type="checkbox"/> Naše firma využívá data od chytrých výrobců.</p> <p><input type="checkbox"/> Naše firma využívá data z internetu v rámci zpětné vazby zákazníků.</p> <p><input type="checkbox"/> Naše firma využívá pouze ta data, která jsou zjištěna při reklamačním řízení.</p> <p><input type="checkbox"/> Naše firma data nevyužívá.</p>

ÚDRŽBA

<p>52. Jaký způsob údržby v podniku provádíte?</p> <p><input type="checkbox"/> Prediktivní údržbu</p> <p><input type="checkbox"/> Preventivní údržbu</p> <p><input type="checkbox"/> Proaktivní údržbu</p> <p><input type="checkbox"/> Reaktivní údržbu</p>
--

53. Máte definovaný seznam opravárenských prací s uvedenými dílčími požadavky na činnosti ve výrobních provozech s termíny a prioritami jejich provedení?
<input type="checkbox"/> Ano máme, protože je pro nás důležité, aby nedošlo k prodlení výroby, a chceme také předcházet veškerým opravám, které mohou nastat. <input type="checkbox"/> Ano máme, protože pak jej předáváme firmě, která nám servis a údržbu vykonává. <input type="checkbox"/> Ano máme, protože máme nedostatek kvalifikovaných lidí, kteří servis a opravy vykonávají. <input type="checkbox"/> Ne nemáme.
54. Máte dostatečně zajištěnou kvalitu vykonaných opravárenských činností?
<input type="checkbox"/> Ano, veškerou údržbu a opravy provádí zkušený pracovník, kvalita opravárenských činností bývá vyhodnocována při efektivnosti zařízení a součástí dokumentace údržby. <input type="checkbox"/> Ano, veškeré opravárenské činnosti a servis provádí externí firma, která si vede statistiky a vyhodnocení provedené akce, jsou součástí dokumentace údržby. <input type="checkbox"/> Ne, opravy a servis provádí každý pracovník sám, odborný servis bývá zpravidla jednou za rok. <input type="checkbox"/> Ne, nemáme zajištěnou kvalitu vykonávaných opravárenských činností.
55. Máte formulované hodnocení celkové efektivnosti zařízení?
<input type="checkbox"/> Ano máme, je to pro nás důležité ve výstupním vyhodnocení a následné organizaci údržbových či servisových činností. <input type="checkbox"/> Ano máme, ale následně s ním nepracujeme. <input type="checkbox"/> Ne, vedeme si statistiky ohledně efektivnosti celé výroby. <input type="checkbox"/> Ne, protože ho nepotřebujeme.
56. Máte stanovené pravomoci a odpovědnosti údržbových činností?
<input type="checkbox"/> Ano máme, protože perioda údržbových činností je velice častá, a je prováděna více pracovníky. <input type="checkbox"/> Ano máme, protože máme pracovníky s rozdílnými kompetencemi pro veškeré údržbové činnosti. <input type="checkbox"/> Ne, nemáme, protože údržbu zajišťuje externí firma. <input type="checkbox"/> Ne, nepotřebujeme.
57. Máte ve Vaší společnosti dostatečně kvalifikovaný personál, který zajišťuje údržbu, případné opravy?
<input type="checkbox"/> Ano, všechny opravárenské činnosti jsou zajišťovány zkušeným pracovníkem v oboru. <input type="checkbox"/> Ano, veškeré opravárenské činnosti a servis provádí externí firma. <input type="checkbox"/> Naši pracovníci jsou zaškoleni tak, aby byli schopni dílčí opravárenské činnosti vykonat sami. <input type="checkbox"/> Veškeré opravárenské činnosti se řeší operativně, až nastanou.
58. Vedete si v rámci organizace a řízení dokumentaci údržby v podobě historie poruch, historie oprav apod.?
<input type="checkbox"/> Ano, veškerá data jsou zaznamenávána a následně vyhodnocena, slouží k organizaci servisu či oprav. <input type="checkbox"/> Ano, data z oprav či servisů dokumentujeme, ale dále s nimi nepracujeme. <input type="checkbox"/> Ano, ale jenom v některých případech (např. při koupi nového stroje) <input type="checkbox"/> Ne, data vůbec nezaznamenáváme.