

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Návrh zlepšení procesů štíhlé výroby s využitím trendů Industry
4.0/5.0 ve vybraném podniku

Proposal to Improve Lean Production Processes Using Industry
4.0/5.0 Trends in Selected Company

STUDIJNÍ PROGRAM

Projektové řízení inovací

VEDOUCÍ PRÁCE

Doc. Ing. Marek Jemala, PhD.

HOMOLÁČ

DAVID

2024



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Homoláč** Jméno: **David** Osobní číslo: **492877**
Fakulta/ústav: **Masarykův ústav vyšších studií**
Zadávající katedra/ústav: **Institut ekonomických studií**
Studijní program: **Projektové řízení inovací**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Návrh zlepšení procesů štihlé výroby s využitím trendů Industry 4.0/5.0 ve vybraném podniku

Název diplomové práce anglicky:

Proposal to Improve Lean Production Processes Using Industry 4.0/5.0 Trends in Selected Company

Pokyny pro vypracování:

Cílem této práce je zanalyzovat nejnovější trendy v oblasti Štihlé výroby a Industry 4.0/5.0, zanalyzovat firemní procesy ve vybrané společnosti a navrhnout vhodné inovační řešení pro zlepšení procesů Štihlé výroby v této společnosti a tak zlepšení jejich výsledků.

Seznam doporučené literatury:

SEDLÁČEK, Milan; SUCHÁNEK, Petr a ŠPALEK, Jiří. Kvalita a výkonnost průmyslových podniků. Brno: Masarykova univerzita, 2012. ISBN 978-80-210-6075-3.
TOMEK, Gustav a VÁVROVÁ, Věra. Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci. Expert (Grada). Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4486-5.
HARVEY, Sarah. Kaizen: japonská metoda postupné změny návyků. Přeložil Kateřina ORLOVÁ. Olomouc: ANAG, [2020]. ISBN 978-80-7554-287-8.
MAŘÍK, Vladimír. Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku. Praha: Management Press, 2016. ISBN 978-80-7261-440-0.
VEBER, Jaromír. Digitalizace ekonomiky a společnosti: výhody, rizika, příležitosti. Praha: Management Press, 2018. ISBN 978-80-7261-554-4.
KUMAR, Ramesh; PRASAD, Arbid; KUMAR, Ashwani. Sustainable smart manufacturing processes in Industry 4.0. CRC Press, 2023. ISBN 9781032392790
ELANGOVAN, Uthayan; Industry 5.0 The Future of the Industrial Economy. CRC Press, 2021. ISBN 978-1032041278

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

doc. Ing. Marek Jemala, Ph.D. Masarykův ústav vyšších studií ČVUT v Praze

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **08.12.2023** Termín odevzdání diplomové práce: **25.04.2024**

Platnost zadání diplomové práce: _____

doc. Ing. Marek Jemala, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

Mgr. František Hřebík, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. PhDr. Vladimíra Dvořáková, CSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

HOMOLÁČ, David. *Návrh zlepšení procesů štihlé výroby s využitím trendů Industry 4.0/5.0 ve vybraném podniku*. Praha: ČVUT 2024. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Masarykův ústav vyšších studií.



**MASARYKŮV ÚSTAV
VYŠŠÍCH STUDIÍ
ČVUT V PRAZE**

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně. Dále prohlašuji, že jsem všechny použité zdroje správně a úplně citoval a uvádím je v příloženém seznamu použité literatury.

Nemám závažný důvod proti zpřístupnění této závěrečné práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Praze dne: 22. 04. 2024

Podpis:

Poděkování

Rád bych poděkoval panu Doc. Ing. Markovi Jemalovi, PhD., který mi byl vedoucím a vždy mi byl ochotný poskytnout radu, rovněž jako velmi cennou zpětnou vazbu.

Abstrakt

Hlavním cílem diplomové práce je představit koncept štlhlé výroby metodiky, nástroje a filozofie současných trendů. Dále, pak technologické inovace Průmyslu 4.0 a 5.0 a možné praktické využití spojením se štíhlou výrobou v praxi. Práce je rozdělena do čtyř kapitol. V první kapitole definuji základní pojmy konceptu štíhlé výroby. Ve druhé a třetí části představuji vybrané inovace průmyslu 4.0 a 5.0, které si myslím, že by bylo možné prakticky využít ve výrobních podnicích. V závěrečné čtvrté kapitole provádím analýzu výrobních činností sledovaného výrobního podniku masné výroby a na základě identifikovaných problémů se snažím přijít na řešení implementací některých z popsaných technologických inovací, které i vzájemně porovnávám z pohledu užitečnosti a výkonnostního přínosu.

Klíčová slova

Štlhlé procesy, Výroba, Procesy, Trendy, Inovace, Průmysl 4.0, Průmysl 5.0

Abstract

The main objective of the thesis is to introduce the concept of lean manufacturing methodologies, tools and philosophies of current trends. Furthermore, the technological innovations of Industry 4.0 and 5.0 and the possible practical application of lean manufacturing in practice. The thesis is divided into four chapters. In the first chapter I define the basic concepts of lean manufacturing. In the second and third sections I pre-present selected innovations of Industry 4.0 and 5.0 that I think could be practically used in manufacturing companies. In the final fourth chapter, I analyse the production activities of the meat production enterprise under study and, based on the identified pro-problems, I try to come up with solutions by implementing some of the described technological innovations, which I also compare with each other in terms of usefulness and performance benefits.

Key words

Lean Processes, Production, Processes, Trends, Innovations Industry 4.0, Industry 5.0

Obsah

Seznam zkratk	1
Úvod	1
1 Štíhlá výroba	5
1.1 Výroba	5
1.1.1 Výrobní proces	5
1.1.2 Výrobní strategie dle postavení na trhu (strategický typ)	8
1.1.3 Výrobní faktory	9
1.2 Štíhlá výroba	10
1.2.1 Štíhlý výrobní proces	11
1.3 Metody hodnocení procesů	12
1.3.1 Hodnototvorný řetězec	12
1.3.2 Špagetový diagram	14
1.3.3 VSM – Value Stream Mapping	15
1.4 Plýtvání ve výrobních procesech	16
1.4.1 Úzká místa - TOC	18
1.4.2 Přetížená výrobní jednotka	19
1.5 Metody odstranění plýtvání a zefektivnění procesů	19
1.5.1 Korektní měření, hodnoty, efektivnost a zvyšování efektivity	20
1.5.2 Využití metody Pět S pro identifikaci oblastí implementace Lean	20
1.5.3 Možnost využití metody 5 otázek Proč k nalezení kořenové příčiny	21
1.5.4 Použití vedení TPM – Total Productive Maintenance ve štíhlé výrobě	22
1.5.5 Využití metody KANBAN při zlepšení štíhlé výroby	24
1.5.6 Uplatnění způsobu organizace JIT – Just in Time ve štíhlé výrobě	25
1.5.7 SMED – Single Minute Exchange of Dies	26
1.5.8 Tok jednoho kusu a tvorba štíhlých výrobních buněk	26
1.6 Lean a dlouhodobé zlepšování	28
1.6.1 OPT - Optimized Production Technology	28
1.6.2 Agile řízení jako nástroj k dosažení lepších výsledků řízení výroby	28
1.6.3 BPM – Business Process Management a jeho vliv na úroveň štíhlé výroby	29
1.6.4 Využití prvků Reengineeringu k dosažení štíhlé výroby	30

1.6.5	Komplexní norma ISO 9000:2015 nástrojem pro štíhlé výsledky	30
1.6.6	Vliv Ergonomie na efektivitu lean výroby.....	31
1.6.7	TQM – Total Quality Management.....	31
1.6.8	EFQM – Hodnotící Model Excellence	32
1.6.9	QFD – Quality function deployment	33
1.6.10	QMS – Quality Management System	34
1.6.11	Lean Six Sigma	34
1.6.12	Firemní informační systémy a sledování.....	35
2	Průmysl 4.0.....	36
2.1	Internet věcí a Big Data	36
2.1.1	Internet věcí	36
2.1.2	Analýza velkých dat	37
2.1.3	Rozšířená realita - VR x AR	38
2.2	Cloudová uložení a Smart Komunikace.....	39
2.2.1	Cloudová propojení – Datová uložení	39
2.2.2	Smart Komunikace - Smart factory	39
2.3	Autonomní roboty	40
2.3.1	Autonomní robot.....	40
2.3.2	Autonomní lean výrobní buňky	41
2.3.3	Autonomní výroba.....	41
2.4	Strojové učení a Umělá inteligence	42
2.5	Aditivní výroba - 3D tisk.....	43
3	Průmysl 5.0.....	43
3.1	Datové splynutí.....	43
3.1.1	Multi levelová datová integrace.....	43
3.1.2	Meta svět - Digitální dvojčata.....	44
3.2	Vrcholné AI a drony	44
3.2.1	Autonomní systémy	44
3.2.2	Drony a roboty	45
3.3	Programovatelné materiály.....	45
3.3.1	Programovatelné materiály a nástroje.....	45
3.3.2	Enviromentální udržitelnost.....	45

3.4	Spojení člověka a stroje	46
3.4.1	Exoskelety.....	46
4	Praktická část	48
4.1	Představení sledovaného podniku - Masná výroba.....	48
4.1.1	Vedení podniku - podnikové/výrobní řízení.....	48
4.1.2	Cíl podniku implementováním lean a inovací	51
4.2	Analýza výrobního procesu.....	51
4.2.1	Současné nářezové linky	54
4.2.2	Nové nářezové linky	57
4.2.3	Hlavní rozdíly výroby	61
4.2.4	Implementace změn a procesní změny.....	62
4.2.5	Současné řízení skladu a vnitropodniková doprava	62
4.2.6	Nové řízení skladu a vnitropodniková doprava	64
4.2.7	Návrh úpravy v divizi expedice změna současné výroby - Špagetový diagram.....	66
4.2.8	Komparace fungování oddělení expedice	67
4.2.9	Oddělení špinavé výroby	69
4.2.10	Větší objemy spotřebních kapalin	70
4.3	Řídící informační centrum a digitální správa podniku	71
4.3.1	Řídící systém.....	71
4.3.2	Autonomní řízení.....	74
4.3.3	Bezpečnostní systém	76
4.3.4	3D Tisk - Aditivní výroba	77
4.4	Změny v číslech.....	79
4.5	Shrnutí změn.....	82
	Závěr	84
	Seznam použité literatury	86
	Právní prameny	87
	Seznam Schémat.....	88
	Seznam tabulek	89
	Seznam grafů.....	90
	Seznam obrázků.....	91

Seznam zkratek

5G - bezdrátové připojení páté generace

AI - artificial intelligence, tedy umělá inteligence

AR - argumentovaná realita, rozšířená realita

BI - Business Intelligence (zpravidla programové nástroje využívané k transformace velkého množství dat do ukazatelům vhodných pro řízení podniku a výroby)

BOZP - Bezpečnost a ochrana při zdraví

BSC - Balance Scorecard, metoda pro sledování výkonnosti podniku

CRM - programy využívané k zaznamenávání ekonomických činností podniku

EFQM - Model Excellence, hodnotící model pro měření výkonnosti podniku

ERP - softwarové systémy využívané k plánování výroby, plánování podnikových zdrojů

EPS - Elektrická požární signalizace - požární výstražný systém v řídicím centru

JIT - Just it Time, metoda organizace materiálů

SMED - Single Minute Exchange of Die, metoda organizace pro snížení nákladů

Štangle - pracovní označení měrné jednotky výroby, pro nářezové linky (dle produktu může mít mírně odlišnou hmotnost a rozměry)

TOC - Teorie úzkých míst, také jako úzké hrdlo

TPS - Toyota Production Systém, komplexní systém řízení výroby společnosti Toyota

Velín - datové a realizační oddělení odpovědné za řízení podniku skrze provozní systémy

VR - virtuální realita

VSM - Value Stream Mapping, metoda pro zmapování hodnotných činností ve výrobě

Úvod

Téma zefektivnění procesů štihlé výroby s využitím trendů Industry 4.0/5.0 ve vybraném podniku jsem zvolil z důvodu toho, že spojení přístupů v oblasti štihlé výroby a inovativních trendů Industry 4.0 a 5.0, je velmi aktuální a důležité především z hlediska konkurenceschopnosti podniků. Jsem přesvědčen, že o užitečnosti zpracování tohoto tématu nemůžeme pochybovat. Výrobní podniky již dávno nemusí čelit pouze konkurenci lokální a regionální, ale ve vybraných případech dnes stále více globální. Pro mnohé výrobní podniky jsou technologické inovace jediným nástrojem jak si udržet technologickou konkurenceschopnost. Při nesprávné implementaci však může dojít k větším škodám než užítku.

Hlavním cílem mojí diplomové práce je za pomoci metody rešerše a analýzy přiblížit problematiku štihlé výroby, tedy současné trendy a přístupy v této oblasti rovněž jako vývojové směry, konkrétní nástroje a možnosti řešení praktických problémů ke kterým v podnicích dochází. Dále pak představit vybrané inovace z Industry 4.0 a 5.0, které jsou ideální pro implementaci ve výrobních podnicích pro dosažení lepších výsledků a zároveň budou následně vybrané inovace rozvedeny v praktické části.

Teoretickou část rozdělují do 3 celků. V rámci první kapitoly se snažím vymezit teoretickou část problematiky, tedy pojem "výroba" a konkrétní faktory jež ji přímo ovlivňují, dále již přecházím k představení konceptu štihlé výroby a představuji několik metod využívaných pro analýzu výrobních procesů. Následně pak analyzuji klíčovou oblast plýtvání, se kterou výrobní podniky neustále bojují. Kapitulu zakončuji konkrétními přístupy a nástroji jaké mohou podniky použít k řešení identifikovaných problémům a dlouhodobé přístupy vedoucí ke komplexnímu chápání štihlé výroby a celkového zlepšování stavu podniku.

Ve druhé kapitole představuji samostatný Průmysl 4.0 a vybrané technologické inovace, jež by našli uplatnění v rámci výrobních podniků pro dosažení lepších výsledků a metodou komparace pro porovnání jejich stěžejního přínosu. Zde jsou to především práce s velkými soubory dat, cloudová uložení a rozšířená robotizace výroby.

Průmysl 5.0 tvoří poslední samostatný celek, ve kterém představuji stěžejní inovace této revoluce a zároveň ty jež by bylo možné uplatnit ve výrobních podnicích. Je však důležité pamatovat, že mnohá očekávání plynoucí z těchto inovací jsou současně velmi limitovaná.

V praktické části jsem zvolil analýzu výrobního procesu vybrané firmy: společnost masné výroby. Z komplexního výrobního procesu jsem identifikoval jako neproblematictější oblast sektor nářezových linek, na které jsem se zaměřil v rámci změn, které je možno provést.

Okrajově se pak věnuji i identifikovaným problémům a možným zlepšením v oblasti řídicího informačního centra a digitální správy podniku.

Ve své práci využívám metody rešerše, deskripce, analýzu a komparaci.

TEORETICKÁ ČÁST

1 Štíhlá výroba

V této první kapitole mojí práce se zaměřím na vymezení obecných pojmů, které je důležité znát a chápat jejich váhu v rámci výrobního podniku. Následně představím konkrétní nástrojů, metody a komplexní přístupy pro dosažení vyšší efektivity výroby. Postupně zjistíme, že v závislosti na konkrétním faktoru nebo strategii podniku, může být modifikace konkrétního procesu mnohem závažnější a složitější, než by tomu bylo u podniku jiného. Postupně se tedy budu posouvat od obecných faktů ke konkrétním přístupům a řešením a závěrem této kapitoly některé komplexní přístupy porovnam.

1.1 Výroba

V nejširším pohledu bychom za výrobu, nebo výrobní proces mohli chápat veškeré podnikatelské činnosti, jež spojením výrobních faktorů tvoří ve výrobním procesu určitý konečný produkt nebo službu. V takovém případě jsou za výrobu považovány kromě výroby produktů také investiční a platební činnosti, personální a marketingové, či logistické a skladovací činnosti, a taktéž činnosti provozování správy či kontroly. (Synek, 2011, s. 252) V užším pohledu bychom stále za výrobu považovali výše uvedené činnosti vyjma činností z oblastí jako odbytu a financování. (Synek, 2011, s. 252)

V této práci se však primárně budu věnovat, pouze nejužšímu pojetí výroby a to tedy činnostem, při kterých vznikají hmotné výrobky nebo při nichž jsou poskytovány užité služby, přičemž do těchto služeb nespádají obchodní nebo bankovní činnosti. (Synek, 2011, s. 252)

1.1.1 Výrobní proces

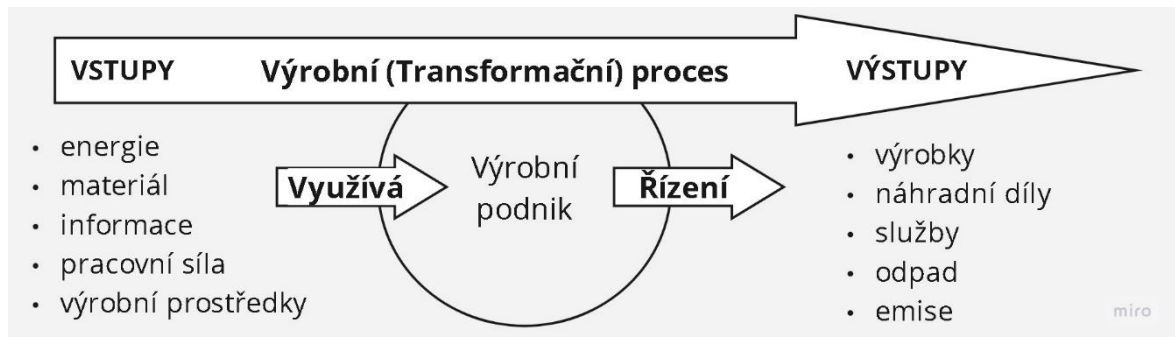
Za výrobní proces označujeme, jak můžeme vyčíst ze schématu níže, zpravidla soubor dílčích činností, které probíhají ve výrobním podniku. Využívají celou řadu výrobních faktorů, jež v samotném výrobním, taktéž transformačním postupu zpracují a přemění na konečný produkt nebo službu, jež uspokojí zákaznickou potřebu.

(Tomek, Vávrová, 2014, s. 65)

Ze schématu níže je zjevné, že samotný podnik celou řadu prvků cíleně ovlivňuje. Samotnou produkci se snaží zefektivnit pro zvýšení výrobní produkce, snížení vlastních emisí, odpadů a vlastních vstupů jež k výrobě samotné potřebuje. Cílem je maximalizovat vlastní zisky.

Konkrétní nástroje a metody na nákladovou optimalizaci představím v následujících kapitolách.

Schéma č. 1 Výrobní (transformační) proces



Zdroj: Vlastní zpracování (Tomek, Vávrová, 2014, s. 65)

Samotnou úroveň efektivity výrobního procesu dále ovlivňují mnohé faktory z úrovně řízení výroby:

- Strategie produkce Push a Pull (tlačivá a reaktivní neboli poptávková)
- Komplexnost finálního produktu (výroba kusová, sériová, hromadná)
- Portfolio produktů (různorodost výrobků)
- Využité technologie (manuální x strojová práce)
- Normalizovaný x Upravitelný produkt

(Jurová, 2013, s. 11)

Vezměme si za příklad výrobní podnik, jež vyrábí 3 druhy hřebíků. Má sjednané dlouhodobé smluvní odbytové závazky stejně jako logistické pokrytí. Můžeme tedy říci, že takový podnik může uvažovat o značné úrovni optimalizace. Jeho portfolio produktů je velmi úzké. Výrobky jsou v zásadě homogenní a liší se jen mírně. Podnik všechny vyrábí ze stejného materiálu a produkty jsou standardizované. Takový podnik má velký prostor pro zlepšení prakticky ve všech oblastech štíhlé výroby. Homogenní výroba má ideální předpoklady pro zapojení i inovativních technologií ve výrobě v zájmu zvýšení efektivity vlastní výroby ať už ve smyslu maximalizace výrobních kapacit nebo naopak úspore materiálu, energie či minimalizací odpadů a zmetkovosti.

Přesným opakem tomuto podniku by byl například renomovaný zakázkový výrobce houslí nebo šperků. Prakticky každý jeho výrobek je originálem zhotovovaným primárně na požadavcích zákazníka. Portfolio produktů je velmi široké a výroba je majoritně na základě

poptávky. Ovšem i ten má prostor pro zlepšení i když užšího spektra optimalizací. Například by se mohl rozhodnout pro nové výrobní nástroje, které mu dovolí využívat vstupní materiál efektivněji, zavést inovativní technologii, jež mu dovolí znovu využít dosud tvořený odpad ty dále použít ve výrobě.

Je tedy třeba pamatovat na fakt, že prvky štíhlé výroby můžeme zapracovat v každém výrobním podniku. (Jurová, 2013, s. 11)

OPTIMALIZACE VÝROBY

Již dříve jsem uvedl, že zásadní dopady do efektivnosti výroby může mít komplexnost finálního produktu jeho standardizace a strategie podniku. Proto si představme výrobní podnik, jež vyrábí pohonné jednotky do automobilů.

Vyrábí většinu dílčích součástí a rovněž z nich následně kompletuje finální produkt, tedy pohonnou jednotku. Ale obtížnost montážního procesu nedovoluje zvýšit produktivitu pracovníků tohoto úseku, a také dochází k občasným zpomalení výroby. Vzniká přebytek vyrobených dílčích součástí, které se vyrábí na sklad. Takový podnik se může rozhodnout hned pro několik různých řešení konkrétního problému.

V případě, že nechce zvyšovat výrobu finálního produktu může řešením být snížení produkce montážních součástí a tím snížení zásob tak, aby se produkce nezastavila, ale aby podnik měl stále dostatek součástí na montáž. Zároveň by takový podnik mohl využít inovací průmyslu 4.0 v rámci datového propojení strojů a komplexního řízení výroby, kdyby samotný proces sledoval program, který by v reálném čase upravoval rychlost výroby nebo a zaznamenával data o produkci pro následné úpravě dlouhodobého plánu materiálu.

Takový podnik by také mohl, změnit strategii odbytu tak, že by nemusel snižovat výrobu produkce dílů, ale naopak by ji mohl i navýšit, pokud by dokázal tyto dílčí produkty prodávat například do auto servisů.

Nejkomplexnější řešení, které by mohlo vést k celkovému zvýšení efektivnosti procesu výroby je zavedení komplexního systémového řízení pomocí autonomního programu. Simultánně by bylo nezbytné snížit montážní náročnost pohonné jednotky, nebo naopak do toho procesu zapracovat více výrobních strojů, které by prováděli repetitivní a montážní úkony a zároveň by díky softwarovému a datovému propojení byli vždy připraveny na modifikaci či zpomalení linky.

Zároveň stále platí, že by podnik maximalizoval efektivitu výrobní linky dílčích komponentů, které by mohli prodávat příslušným odběratelům. Tímto řešením by podnik v zásadě značně zredukoval běžné zásoby a v konečném výsledku přešel na metodu výroby JIT.

1.1.2 Výrobní strategie dle postavení na trhu (strategický typ)

Tabulka č. 1 Strategický typ výroby dle cíle

		Strategický typ		
		Ofenzivní	Defenzivní	
		Diferenciace	Vůdčí postavení (náklady/cena)	Ústupová
Zaměření produktového systému	Inovace Přizpůsobení výrobků	Variace Standardizace	Eliminace	
Zaměření výrobního systému	Výrobní potenciál Materiálový tok Organizace výroby	Výrobní potenciál Materiálový tok Organizace výroby	Umrtnění kapacit	
		Zvýšení diference při přiměřených nákladech	Minimalizace nákladů při přiměřené kvalitě	Snížení nákladů

Zdroj: Vlastní zpracování (Jurová, 2013, s. 35)

Kromě samotné strategie výroby ovlivňuje možnost a úroveň zapojení štíhlých a inovativních postupů také postavení na trhu a zaměření vedení podniku. Vedení podniku si může samozřejmě vybrat například pouze konkrétní body, jež zapojí do strategie řízení podniku. Proto pokud vezmeme výše uvedené 3 společnosti jako příklady, můžeme si popsat konkrétní oblasti štíhlých změn nebo inovativního zapojení, do kterého by daná společnost směřovala. Jelikož právě tržní postavení a zaměření přístupu ovlivňují do značné míry jejich požadavky. Nejkomplexnějším podnikem zde by byl podnik cílící na diferenciaci od konkurence, jež by kromě celého spektra štíhlých prvků byl nepochybně ochotný i investovat do technologických inovací s cílem odlišení se od konkurence ať už kvalitou nebo například rychlostí výroby a modifikovatelností produktu. Právě takový podnik by byl ochotný rozšiřovat svoje portfolio výrobků nebo s cílem radikálního odlišení nebo změny sáhnout po re-inženýringu, který si popíšeme v pozdějších kapitolách. Druhým typickým

příkladem je podnik ve vůdčím postavení, jež je prioritně zaměřen cenu produktu a zároveň výrobní náklady. Takovýto podnik by rovněž využil štíhlé prvky, ovšem celou výrobu a případné investice by směřoval cíleně na maximalizaci vlastní ziskovosti, efektivitou využívání materiálu či maximalizací výrobních kapacit. Podnik by například i zúžil vlastní výrobní portfolio nebo snížil modifikovatelnost výrobků za účelem zvýšení produkce procesně jednoduššího produktu. Jak je jasné z tabulky poslední ústupový podnik by zaváděl opatření pro minimalizaci nákladů ovšem patrně by vůbec neinvestoval do nových zařízení, pouze by se snažil efektivněji využívat stávající kapacity.

1.1.3 Výrobní faktory

Konkrétní prvky výrobních faktorů, které každý výrobní podnik využívá v procesu výroby, můžeme v základu rozdělit na elementární a dispozitivní. Dispozitivní jsou z části dříve představený management výroby, tedy jeho součástí výrobní strategie, zaměření produktového systému, jednotlivé výrobní postupy. Detailněji pak můžeme rozdělit elementární, které zpravidla tvoří fyzickou podstatu výrobního systému, a tedy i výsledného produktu, na potenciální a spotřební. Potenciální jsou ve výrobním procesu nutné a přímo nebo nepřímo tvoří samotný produkt, ale v rámci výroby jednoho výrobku se jejich stav nemění. Proto sem řadíme budovy, pozemky, dopravní prostředky, velká výrobní zařízení a také samotnou pracovní sílu. Spotřební naopak jsou zpravidla při výrobě zcela spotřebované. Proto sem řadíme samotný materiál, polotovary a součástky, pokud slouží k výrobě finálního produktu, dále pomocný materiál, rozpuštěné režijní náklady a obchodní zboží, které tvoří soubor finálního produktu, ale není naším vlastním produktem. (Tomek, Vávrová, 2014, s. 67)

Do obchodního zboží, by například podnik sestavující počítače zařadil herní periferie, které patří do souboru jejich finálního produktu ovšem oni sami je pouze nakupují.

V rámci materiálů pak každý podnik tvoří několik druhů zásob, které mají přímý dopad na efektivní nebo naopak neefektivní využívání místa či alokování finančních zdrojů nebo využívání výrobních kapacit.

Obratová zásoba, taktéž **běžná zásoba** pokrývá potřebu výrobního podniku mezi dodavatelskými závozy a přímo vstupuje do výrobního procesu. Podnik by neměl tvořit zbytečně velkou běžnou zásobu, jelikož by mohl využívat finanční zdroje efektivněji. V případě, že má podnik více důvěryhodných a pravidelných partnerů může například cílit

na zásobovací metodu JIT, kterou v práci představím později. Dalším druhem zásob je **pojistná zásoba**, jež je tvořena pro zajištění nepřetržitého provozu výroby v čase, kdy běžná dodávka materiálu nedorazí. V rámci bezpečnosti by měl mít pojistnou zásobu každý výrobní podnik. Samotná její velikost se může lišit například dle zkušeností o spolehlivosti dodavatelů nebo např. existenci, nějakého rezervního partnera, který by v případě výpadku byl schopný okamžitě pokrýt potřebu. **Technologickou zásobu** si tvoří podniky, které pracují s materiálem, který potřebuje v určitých fázích výroby například chladnout nebo vysychat, ale nemůže být transportován, a tedy musí být na tuto dobu uskladněn jinde aby výroba mohla pokračovat. Taktéž označovanou jako **sezónní** je označována **zásoba pro předzásobení**. Podniky ji tvoří zpravidla v důsledku dočasného zastavení výroby v době podnikových dovolených, nebo v důsledku očekávání zvýšení poptávky či nadměrných objednávek. Podobně tak **vyrovnávací zásoba**, slouží v rámci zajištění plynulosti výroby pokud část dodaného materiálu není dostatečně kvalitní.

Poslední dva druhy zásob, tedy **dopravní zásoba** a **zásoba v logistickém kanále**, bychom zařadili spíše jako interně tvořené zásoby, které se mohou překrývat. Řadíme sem materiál, který již má místo určení, ale čeká na interní přepravu, nebo v současné chvíli je v přepravě. Druhým případem jsou pak zpravidla hotové výrobky, které jsou již připraveny k transportu na našich skladech. (Jurová, 2013, s. 89)

Obě tyto interní zásoby by podnik mohl snížit nebo úplně odstranit v případě optimalizace činností odbytu a zároveň by příslušné kapacity mohli být lépe a efektivněji využity v rámci výrobních procesů.

1.2 Štíhlá výroba

Lean production, je sdružením principů a metod, jež se zaměřují na identifikaci a eliminaci činností, které nepřinášejí žádnou hodnotu při vytváření výrobků nebo služeb, jež mají sloužit zákazníkům. (Svozilová, 2011, s. 32)

Z této definice tedy lze odvozovat, že Lean, tedy štíhlá výroba má za cíl pouze odstraňování nadbytečných nákladů a zvyšování efektivity výroby.

Z jiného pohledu bychom mohli říci, že smyšlení jako takové je velmi lidské, člověk přirozeně chce opakované úkony dělat lépe, rychleji, s menšími náklady. (Svozilová, 2011,

s. 33) Zde je však důležitý právě rozšiřující pohled, tedy vykonávat činnosti a dělat právě i výsledný produkt lepší, dokonalejší, tedy zlepšovat se a nikoliv pouze snižovat náklady.

Historicky považujeme jako průkopníka štíhlé výroby japonskou firmu Toyota, která důsledně prosazovala prvky Leanu, tedy maximální orientaci na uspokojení zákaznických požadavků a potřeb, přičemž ve výrobní rovině zaváděla rozsáhlé úspory a narovnávání neefektivních procesů s důrazem na zachování ba dokonce zlepšení kvality produktu. V pozdější kapitole si přiblížíme i vlastní systém TPS. Proto bychom v zásadě neměli lean, brát pouze jako metodiku k snižování nákladů, ale už jako komplexní pohled na vedení celého podniku, který se zaměřuje na široké spektrum činností, které si v následujících několika kapitolách představíme.

1.2.1 Štíhlý výrobní proces

V dnešní situaci prakticky globálního trhu a globální konkurence, tak podniky stojí před nikoliv volbou, ale spíš před povinností přijmout Lean a zapracovat jej co nejdříve nebo alespoň tak, jak si představíme později v rámci některých přístupů zapracovávat jej dlouhodobým zdokonalováním v oblastech jako je marketing, management, řízení financí, vývoj a samozřejmě řízení výroby. (Jurová, 2013, s. 214)

Stěžejní činnosti v rámci zejména produktu a výroby, na kterých musí podniky nepřetržitě pracovat, jsou neustálé inovování, ať už vylepšování svého produktu po technologické či kvalitativní stránce nebo, naopak snahou maximálně uspokojit zákaznickovy potřeby. Dále pak zefektivnění výroby, minimalizace nebo odstranění nadbytečných nákladů s čím pomáhají stále komplexnější počítačové řídicí systémy, inovace rychlého připojení a cloudová uložení, která si podrobně představíme později.

1.3 Metody hodnocení procesů

1.3.1 Hodnototvorný řetězec

V rámci metod, kterými můžeme měřit a následně hodnotit efektivnost celkové výroby, je třeba si představit i hodnototvorný řetězec v rámci kterého může podnik zaznamenávat a analyzovat konkrétní náklady jež vznikají v konkrétních dílčích procesech.

V první řadě je třeba si říci, že samotný koncept hodnotového řetězce se primárně používá v rámci cenotvorby neboli BSC (Balance Scorecard) a k němu se přikládá marže. V našem případě tento díl nesledujeme a budeme se soustředit prioritně na činnosti, jež souvisí s výrobním procesem. V obecnosti dělíme hodnototvorné činnosti na dvě skupiny a to:

- Primární : činnosti spadající do transformačního procesu, odbytu, logistikou a dodatečnými službami
- Sekundární (Podpůrné) : tyto činnosti přispívají primárním činnostem k možnosti hodnotu tvořit. I tyto činnosti mohou svou úrovní nepřímo ovlivnit například efektivitu nebo dlouhodobé zlepšování podniku

Schéma č. 2 Výrobní hodnotový řetězec



Zdroj: Vlastní zpracování (Tomek, Vávrová, 2014, s. 65))

Z upraveného hodnotového řetězce pro výrobu, vidíme konkrétní oblasti, kde zpravidla dochází k problémům jako jsou neefektivita nebo plýtvání, které si blíže popíšeme ve vlastní

kapitole. Při zavádění úprav v oblastech primárních, jež tvoří onu přidanou hodnotu podniku, se projeví dopad změna na výkonosti podniku. Pokud se ovšem zaměříme na dlouhodobý rozvoj a zlepšování firmy, musíme začít analyzovat a zavádět změny v oblastech podpůrných.

Primární procesy:

Nákup a uskladnění: do těchto činností zařadíme operativní nákup, tedy samotné řízení zásob a dále činnosti spojené s jeho příjmem a uskladněním, případně bezprostředním převezení do výroby.

Výroba a provoz (operativní činnosti): jsou všechny činnosti, které v konkrétním podniku spadají do transformačního procesu. To například podniku automotive jsou všechny činnosti od lisování po montáže a balení až do předání hotového výrobku. V případě procesu výroby zde také řadíme činnosti údržby provozu, tedy opravy, kontroly stavů strojů a jiné.

Vnitropodnikový transport: pokrývá veškeré činnosti interní logistiky a skladování hotových výrobků. U některých podniků by se mohla více či méně překrývat i s odbytem. Pokud samotný podnik vlastní i prodejní místa, tak by tato doprava stále spadala do vnitropodnikové dopravy. Činnost, která se taktéž trochu překrývá s odbytem je zpracování a objednávky a tvorba časového plánu distribuce, na který přímo navazuje odbyt.

Marketing a odbyt: s využitím časového plánu se v rámci odbytu následně plánují distribuční sítě. Tyto činnosti mohou být ovlivněny právě marketingovou činností, reklamou a tvorbou cenově exkluzivních nabídek.

Instalační a doplňkové služby: jsou poslední oblastí z primárních činností. Některé výrobky tyto doplňkové služby nemusí přímo zákazníkům vůbec poskytovat, například pekárna, jež dodává pečivo do lokální prodejny. Naopak třeba výrobci automobilů či velkých výrobních zařízení si zpravidla na preciznosti těchto služeb zakládají.

Sekundární procesy:

Jak jsem již zmínil podpůrné procesy mají spíše dlouhodobější charakter. Jejich změny mohou být mnohdy značně nákladné, ale zároveň dost významně ovlivnit nejen samotný proces výroby, ale také celý výrobní podnik.

Lobbování a kontrola kvality: lobbování je často spojováno s činností nákupu ovšem. Ovšem ze strategického pohledu, kdy činnosti této kategorie řeší výběr nejvíce vyhovujících

partnerů a to jak v rámci cenových faktorů, tak kvality materiálů, jež nám budou dodávat nebo flexibilitu či spolehlivost při dodávání zásob.

Technologie a výzkum: v mnohých výrobních podnicích je právě technologie a know-how tou primární složkou konkurenceschopnosti. Proto obě tyto činnosti mají značný dopad na celkový podnik. Samotný výzkum v rámci produktu a snahou udržet jej stále jedinečným a pokud možno nenapodobitelným.

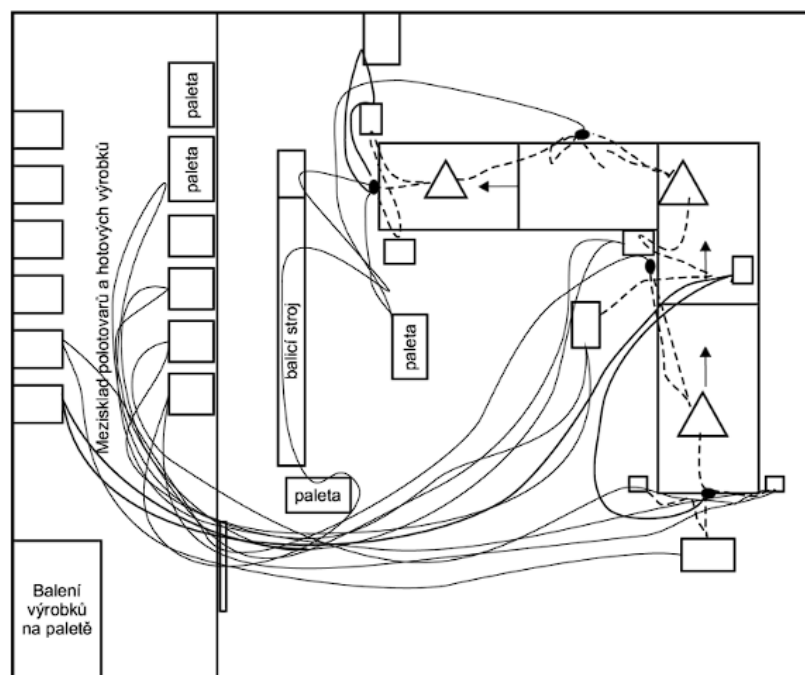
Řízení lidských zdrojů a vzdělávání: stává se stále podstatnějším faktorem. Celý proces rekrutování nových zaměstnanců je pro firmu v celkovém pohledu dost palčivým problémem s vysokými náklady. Investice do vzdělávání a zvyšování kvalifikace stávajících zaměstnanců, aby byli schopni například využívat nové inovativní technologie nejsou zanedbatelné. Kromě vzdělávání a zvyšování kvalifikace je důležitá i péče o zaměstnance, kterou si přiblížíme v kapitole ergonomie. Fluktuace zaměstnanců je tudíž velmi nežádoucí.

Infrastruktura a vedení: oproti ostatním, výše uvedeným kategoriím má vliv na úplně celý řetězec. A to hlavně kvůli rozhodovacímu vlivu, jež přichází z hierarchického postavení.

1.3.2 Špagetový diagram

Jako konkrétní faktickou metodu mapování výrobních procesů, v tomto případě například pohyb konkrétního pracovníka nebo konkrétního výrobku na pracovišti, jsem zvolil metodu špagetového diagramu. Aby měl diagram smysl, je třeba pár faktorů, a to především

Obrázek č. 1 Pohyb materiálu ve výrobním procesu - špagetový diagram



neměnnost. Pokud sledujeme například různé výrobní úseky měli bychom vždy na sledování vynaložit stejnou dobu. Zároveň by se prostředí, tedy layout prostoru (regály se zbožím/materiálem, výrobní stanoviště, prostor pro umístování hotové výroby) neměl radikálně měnit v čase. (Jurová, 2013, s. 670)

Z výsledného diagramu následně můžeme zpravidla velmi rychle odhalit případné plýtvání, jež by mohlo být v ideálním případě odstraněno pouze re-layoutem pracoviště, tedy přeorganizování současného rozložení výrobních zón. (Svozilová, 2011, s. 467)

1.3.3 VSM – Value Stream Mapping

VSM neboli mapování hodnotového řetězce je činností jež se snaží v grafické přehledu prezentovat výstupy z analytických komplexních nástrojů, jež sledují veškeré výrobní procesy související s výrobou. Je důležité uvědomit si, že tímto nástrojem nesledujeme pouze fyzický pohyb materiálů, ale také doprovodné informační toky, které jsou v současnosti stále více důležité. (Svozilová, 2011, s. 114)

Jelikož jsme si již představili hodnototvorný řetězec, není nutné konkrétní kategorie znovu popisovat. Ovšem je třeba zmínit, že v rámci VSM se díváme na činnosti z mírně rozdílného úhlu. Konkrétně tedy sledované činnosti dělíme na ty, jež produktu vlastním procesem hodnotu přidaly a to konkrétně nějakým opracováním, kompletací, softwarovou nebo jinou úpravou nebo jinou a naopak činnosti jež výrobku hodnotu nepřidaly, tedy manipulace nebo kontrola v rámci výroby. To je tedy odlišný pohled, protože i tyto činnosti by dle hotového řetězce byly ty, jež produktu přidávají hodnotu. Dále v rámci VSM toků sledujeme výši všech zásob, tedy nehledíme na stav výroby nebo jeho reálnou polohu a průběžnou dobu výroby. Podnik sleduje výrobní fáze napříč podnikovou jednotkou, takže například samotný proces výroby výrobku, zpracování přijaté objednávky, příprava hotového výrobku k expedici a zajišťuje výši přidané hodnoty v rámci fáze.

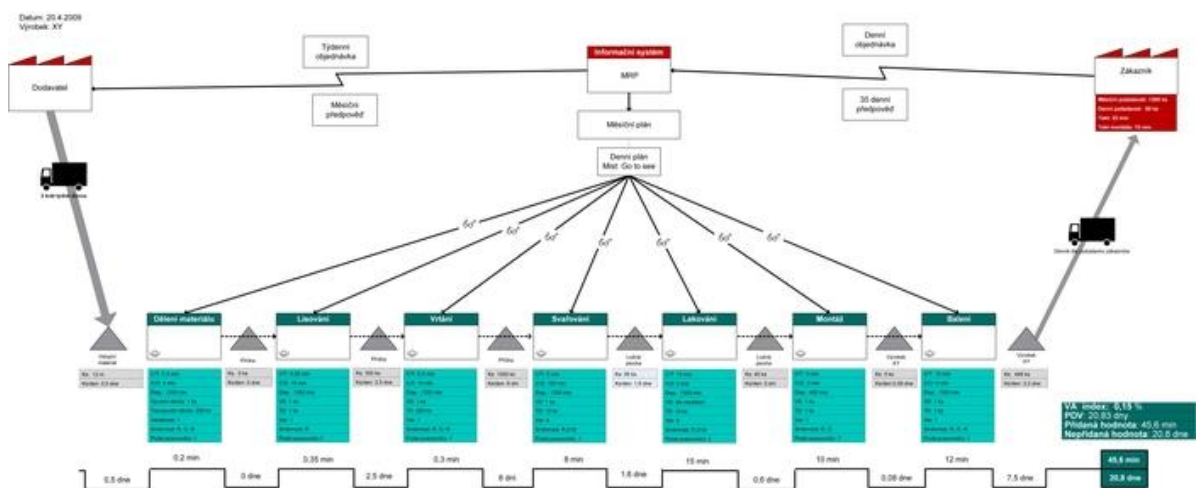
S těmito vstupy následně podnik vypočítá jednotlivé indexy přidané hodnoty v rámci výrobních jednotek, fází či středisek.

Zároveň je pro podnik důležitá celková přidaná hodnota a na základě dosažených hodnot může dojít například ke strukturálním změnám, kdy podnik out-sourcuje výrobní fáze ve

kterých nedochází k dostatečné výši přidané hodnoty, a naopak nově uvolněnou výrobní kapacitu využije na maximalizaci výroby fáze, která je lukrativnější.

Výstupem pro výrobní podnik je následně schéma, kde dle požadovaného detailu vidí kupříkladu veškeré procesy, jež se dotýkají konkrétního výrobku v čase s váhou vlivu, hodnotami, jež získáváme z výroby, a především tedy samotnou přidanou hodnotu dílčích činností.

Obrázek č. 2 Schéma VSM výroba automobilu



Zdroj: (<https://www.e-api.cz/25849n-zmapujte-hodnotovy-tok-pomoci-metody-vsm>)

Kromě plýtvání můžeme těmito hodnotícími metodami identifikovat rovněž úzká místa, přetížení konkrétních stanovišť, nadměrné kapacity a další.

1.4 Plýtvání ve výrobních procesech

V předchozích kapitolách jsme si představili konkrétní metody, jak hodnotit procesy a procesní toky a tedy jak takto odhalit nedokonalosti spojené s neefektivností. S tímto souvisí právě plýtvání, které je obecně považováno za největší problém, který se snaží štíhlé procesy vyřešit. V rámci řešení je nezbytné následně třeba myslet na komplexnost celého řešení, jelikož může dojít k tomu, že odstraněním například jednoho úzkého místa vytvoříme o pár kroků dál nové přetížení.

Přestože jsme ve výrobě, tak plýtvání nemusí být pouze fyzického charakteru jako např. nadměrný odpad, ale jde zpravidla také o zbytečné nadměrné peněžní náklady a plýtvání časem.

Dle literatury v rámci Leanu můžeme identifikovat následující oblasti plýtvání

- Čekání
- Nadvýroba
- Přepřacování
- Pohyb
- Přemístování
- Zpracování
- Skladování
- Intelekt

Čekání: je nejsnáze pochopitelné a může k němu docházet pravidelně, pokud není výrobní proces optimálně nastavený a montáž finálního produktu trvá kratší dobu než výroba přistavení dílčích součástí. V takovém případě následně musí pracovníci čekat, než jim dorazí všechny materiály na zahájení další operace-montáže. Nárazově potom například vlivem opoždění se dodávky materiálu, či výpadku výrobní linky.

Nadvýroba: podobně jako u čekání zde jde mnohdy o pravidelnou činnost, nebo neoptimálně vyřešený odbytový proces, kdy se vyrábí na sklad a nikoliv rovnou pro expedici. V takovém případě podniku vznikají skladovací náklady a/nebo v horším případě, pokud produkt má expirační dobu, ztráty z jejího překročení a následné likvidaci. Kromě fyzických aktivit bychom mohli nadvýrobu nalézt i u činnostech v rámci administrativy například přeposílání dokumentace na široké spektrum zaměstnanců, kteří například působili v procesu, ale již se problematikou nezabývají.

Přepřacování: bychom mohli přiblížit na příkladu, kdy výrobní linka vyrábí výlisek části karoserie, ovšem z důvodu přechodu na nový model se následně každý jeden kus na nějakém místě ručně upravuje místo toho, aby byla jednorázově přenastavena výrobní linka, jež by tyto opakované úkony odstranila. Jiným příkladem by byl zastaralý návod procesu vyplňování kontrolního formuláře, který je po vyplnění tohoto systémem vrácen jako špatně zadaný a je nutné jej vyplnit dle nových požadavků, opět zkontrolovat a vložit do systému.

Pohyb: tento problém nám může snadno odhalit již dříve představený špagetový diagram, na příkladu ne optimálně umístěného balícího pultu v rámci skladového zařízení.

Přemístování: je velmi podobné nadměrnému pohybu. Mohli bychom ho identifikovat například v montážní lince, kdy montážní stanoviště má všechny nástroje potřebné ke zhotovení všech úkonů, ale z důvodu absence potřebných komponent musí poslat rozpracovaný výrobek dál. Ten se následně vrátí, jelikož na další navazující úkony je naše montážní stanoviště specializované a nám tento proces přinese kromě nákladů s přemístěním i čekání a následně se může vyskytnout přetíženost.

Zpracování: tento konkrétní případ plýtvání bychom mohli právě přiblížit na administrativních úkonech. Mnohdy dochází k přeposílání a opakované kontrole jednoho dokumentu více zaměstnanci, i když již první účastník procesu provádí faktické ověření se specializovaným programem, a tedy všichni ostatní touto opakovanou kontrolou pouze plýtvají časem.

Skladování: je snadno pochopitelné, ale mnohdy k němu dochází z různých důvodů. Ať už z nadvýroby, špatnému odbytovému procesu a/nebo také nadbytečným povolením v rámci složitých procesů při vedení databází a archivačních náležitostech, kontroly.

Intelekt: je poslední souhrnnou kategorií v rámci plýtvání. Dejme tomu, když seniorní programátor musí řešit relativně podřadný úkol v rámci podpory nebo odstranění určitého provozního problému, který není nikterak složitý a mohl by jej tudíž vyřídit i juniorní programátor. Ten se ale s konkrétním problémem buď prozatím nesetkal nebo s ním nebyl seznámen. Řešení se musí věnovat seniorní zaměstnanec. Ten by ovšem tou dobou mohl řešit složitější problémy a tudíž i z finančního hlediska je řešení nákladnější.

(Svozilová, 2011, s. 100) (Svozilová, 2011, s. 105).

1.4.1 Úzká místa - TOC

V dříve představených postupech VSM a špagetovém diagramu jsem uvedl, že pomocí těchto metod lze identifikovat úzká místa. Tato místa, rovněž souvisí s plýtváním a v rámci dosažení efektivity je třeba je odstranit.

Úzká místa mohou vznikat z důvodu nesprávného navržení výrobního procesu nebo když vlivem interních faktorů není možné dosáhnout očekávané výrobní kapacity. Nesprávně optimalizovaný výrobní proces se zpravidla potýká s nedostatečnou nebo naopak nadbytečnou výkonností dílčího procesu. V rámci úzkých míst pak často dochází k různým typům plýtvání. (Svozilová, 2011, s. 691)

Uvedme příklad dvou montoven vedle sebe, které sdílejí několik nákladnějších zařízení. Předpokládáme, že obě stanoviště budou pracovat stejně efektivně ale s mírně posunutým harmonogramem, aby v jeden okamžik nenastala u obou potřeba tohoto sdíleného zařízení. Pokud by podnik v rámci zvýšení efektivity přidal zrcadlově ještě další dvě stanoviště, která by využívala totožné nákladné zařízení, zvýšila by se pravděpodobnost vzniku úzkého místa. Tedy situace, kdy by zařízení potřebovaly využívat dvě a více jednotek

současně. Ke vzniku úzkého hrdla může dojít i optimalizací, úpravou pouze jednoho dílčího procesu ve výrobě. Navazující krok však zůstane bez úpravy a novou kapacitu výroby nedokáže pokrýt, jelikož ji bylo na technologickém kapacitním maximu.

Proto je třeba při optimalizačních úpravách výrobního procesu hledět na řetězec činností jako celek, nikoliv jen jednotlivé činnosti, které lze upravovat bez vzájemných vazeb. (Jurová, 2013, s. 272)

1.4.2 Přetížená výrobní jednotka

Přetíženou výrobní jednotku bychom mohli identifikovat stejnými metodami jako úzké hrdlo. Dle mého názoru je hlavním rozdílem to, že přetížená výrobní jednotka je ve stavu, kdy stačí plnit i řekněme nadlimitní stav výroby. Takový stav je udržitelný mnohdy pouze v krátkodobém období nebo při výjimečných situacích. Například v důsledku mimořádné objednávky jejíž vlivem bude výrobní linka pracovat, bez pravidelných přestávek, nebo na vyšší výkon než je doporučeno. V tomto stavu vytížení může růst chybovost, která způsobí pokles kvality výroby nebo dojde k poškození této výrobní jednotky. V případě manuální práce navýšíme pracovní sílu i o rezervní pracovníky a/nebo o méně kvalifikovanou pracovní sílu. Jako podnik budeme schopni odbavit tuto nadlimitní zakázku, ale s rizikem větší chybovosti. V rámci lean opatření tedy optimalizačních řešení za minimální náklady, chceme:

- Vyvarovat se mimořádným a nadměrným objednávkám, kdy v rámci činností lobbování budeme schopni zajistit rozvržení požadavku do menších objednávek.
- Zajistit "rezervní" pracovní sílu, tedy kvalifikovaný personál, jež bude možné povolát při mimořádných situacích.
- Zvýšit kvalifikaci současného personálu na jiné pracovní pozici i pro možnost dočasného převedení na jinou pozici.

1.5 Metody odstranění plýtvání a zefektivnění procesů

V rámci hodnotících procesů jsem představil metody jak odhalit plýtvání a identifikovat konkrétní kategorii. V následujících kapitolách představím několik vybraných postupů a metodik, které se využívají při minimalizaci nebo kompletním odstraňování plýtvání ve výrobě.

1.5.1 Korektní měření, hodnoty, efektivnost a zvyšování efektivity

Prvním krokem snahy zefektivnit procesy a tím tedy odstranit plýtvání je vybrat konkrétní ukazatele. Dále pak stanovit správné měrné jednotky, metodiku měření a konkrétní činnosti měření. Obvykle dochází k odhalení stavu, že do měření byly zařazovány i časy z činností, který nesouvisí s výrobním či jiným procesem. V průběhu měření nemůžeme odpovědný pracovník, při snaze zavádět správná opatření, činit kroky k vyřešení vzniklého problému.

Jeden z nejpoužívanějších ukazatelů v praxi je hodnota **Celkové efektivity**. Celkovou efektivitu lze využít napříč velikostí výrobní jednotky a můžeme jejím prostřednictvím měřit výkonnost závodu, oddělení, výrobního stroje.

$$\text{Celková efektivita stroje} = \text{Dostupnost} * \text{Výkon} * \text{Kvalita}$$

Z výše uvedeného obecného vzorce výpočtu získáme výslednou hodnotu efektivity v procentech. Nutné zmínit, že plných 100% efektivity není prakticky možné dosáhnout, protože stroje a lidé nejsou dokonalí. Vždy je třeba počítat s negativními faktory jako je například chybovost, prostoje vázané na pravidelné servisní přestávky, výměny směn, doplňování zásobníků a jiné. (Kucharčíková a spol., 2011, s. 203)

Podnik tak může dosáhnout zvýšení efektivity, aniž by upravil výrobní postup, a to právě prostřednictvím opravy metodiky měření.

1.5.2 Využití metody Pět S pro identifikaci oblastí implementace Lean

Metoda 5 S označuje 5 oblastí, ve kterých je nutné zjednat nápravu pro odstranění různých forem plýtvání. Pokud je metoda důsledně implementována a stane se součástí firemní kultury, předpokládá se, že zaměstnanci budou na později popsaných oblastech sami samostatně pracovat. Tím je myšleno důsledné dbaní a dodržování standardů, podílení se na optimalizaci výrobních činností a udržování čistoty na pracovišti.

Okruhy, které jsou v rámci pět S klíčové:

Třídění: hlavním cílem třídění je analyzovat činnosti v rámci výroby a vyloučit ty jež nejsou zbytné, nebo nepřinášejí žádnou přidanou hodnotu výslednému produktu.

Umístování: klade důraz na dodržování stanovených postupů. Ve skladovacích činnostech jsou to například umístování zboží na určená místa a dodržování formálního označování. Dodržování těchto postupů vede k snadné identifikaci a možnosti pohotověji odvážet

uskladněné zboží. Snaží se předejít časovému plýtvání spojenému s hledáním zboží ve skladu nebo nutnosti přepracovat neodpovídající značení

Úklid: dbá především na udržování čistoty na pracovišti. Snaží se předejít generování zbytečného odpadu nebo následné nutnosti vynaložit dodatečné náklady spojené s úklidem. Čistota na pracovišti může přímo ovlivnit výkonnost výrobních zařízení, což si blíže představíme v kapitole TPM.

Standardizace: klade důraz na dodržování ověřených a zdokumentovaných postupů, jež zaručí požadovanou úroveň kvality výroby. Cíl standardizovat proces můžeme chápat i jako rozpad náročné úkony na několik jednodušších. Tím snížíme riziko chybovosti nebo zvýšíme výkon výroby.

Udržení: cílí na udržení disciplíny, dodržování norem a zavedených změn v rámci transformace procesu. Tedy v podstatě kontrolní činnosti, které mají zabránit tomu, aby se výroba nedostala zpět do "starých kolejí."

Později byl přidán ještě doplňkový okruh tedy šesté S a to:

Zabezpečení, jeho cílem je chránit zaměstnance, v rámci bezpečnosti pracovního prostředí, dodržování bezpečných postupů, využívání ochranných pomůcek a dalších opatření v rámci BOZP, které chrání zaměstnancovo fyzické i mentální zdraví. (Svozilová, 2011, s. 665)

1.5.3 Možnost využití metody 5 otázek Proč k nalezení kořenové příčiny

Technikou, jež se aktivně využívá k identifikaci problémů ve výrobě a jejich řešení je právě pět otázek proč. Zkoumáním bylo zjištěno, že právě pět otázek stačí k zjištění jádra problému, někdy nazývaného kořenová příčina. Pro dosažení tohoto výsledku je nutné pokládat kvalifikované, logické, konstruktivní otázky odpovědné osobě. Důvodem, proč je tento nástroj široce využívaným je jeho jednoduchost a relativně pozitivní výsledky. Právě ve společnosti Toyota je tato metoda často využívána pro řešení náhlých problémů. Zde má taktéž historické kořeny, jelikož společnost Toyota je průkopníkem na poli štíhlého řízení. (Liker, 2007, s. 65)

Uvedme příklad.

1. Proč nemáme na skladu požadované množství výrobků? --> Protože nejede výroba.
2. Proč nejede výroba? --> Protože není materiál.
3. Proč není materiál? --> Protože nebyl dodán.
4. Proč žádný materiál nebyl dodán? --> Protože ho odpovědná osoba neobjednala.

5. Proč nebyl materiál objednán? --> Protože nefunguje systém přijímání a správy objednávek.

V této modelové situaci jsme na základě nenaplnění požadavku, tedy mít na skladu výrobky, otázkami odhalili dílčí nesplněné kroky. Rovněž jako samotný kořenový problém, tedy nefunkční software na správu objednávek a řízení zásob materiálu.

1.5.4 Použití vedení TPM – Total Productive Maintenance ve štíhlé výrobě

Do češtiny doslovně přeložený název jako totálně produktivní údržba napovídá, že tato metoda se zabývá údržbou strojů. Samotná údržba nabírá s úrovní zavedení štíhlé výroby na významu. V ideálním případě by optimalizovaný výrobní proces neměl žádné prostoje. Právě poruchou způsobená odstávka, by narušila celý plynulý tok. V případě později zmíněného toku jednoho kusu může porucha kompletně vyřadit výrobu. (Synek, 2011, s. 278)

Zavedením TPM se podnik snaží rozšířit zájem o údržbu i mimo okruh specialistů, kteří se o ní starají. Zájem a povinnost kontrolovat stroje by neměl být pouze na servisních technících, ale prakticky na všech, kteří s nimi přichází do kontaktu. (Jurová a kol, 2016, s. 751)

Neočekává se, že by všichni zaměstnanci museli být proškolení profesionálně na provádění příslušných operací údržby. Naopak snahou je, aby i výrobní operátoři prováděli pravidelné úkony v rámci údržby, jako například promazání vybraných součástí, vizuální kontrolu, pravidelné spouštění diagnostiky systému a podobně. Tyto dílčí úkony přímo ovlivní následující:

- **Ztráty při seřizování a změně rozměrů**

Celý proces přenastavení zařízení bude rychlejší, protože obsluha nebude muset provádět dodatečné činnosti údržby jako čištění nebo lubrikaci a další činnosti běžné údržby.

- **Krátká přerušení a běh naprázdno**

Sam bych zařadil krátká přerušení, kdy se například ve stroji zasekne část poškozeného výrobku. Nedojde k vážnému poškození a celý proces vyčištění opětovného spuštění stroje tak trvá nanejvýše pár minut. Takovýmito epizodám by bylo možno předejít běžnou údržbou a kontrolou. Zavedení TPM by mělo snížit rizika těchto incidentů, jejichž celkový negativní dopad s opakováním narůstá.

- **Ztráty z nevyužití rychlosti stroje**

Pokud zařízení pracuje nižší rychlostí, než na kterou je konstruováno, stojí za tím například nedostatečně kvalifikovaná obsluha nebo právě nedostatečnou údržba. Porucha se pak může projevit právě snížením výkonu. To se snaží TPM eliminovat. Lépe vyškolený personál bude lépe adaptovatelný na případná nová zařízení.

- **Kvalitativní ztráty a vícepráce**

Zastaráváním a opotřebením může stroj ztrácet požadované výrobní schopnosti. V takovém případě je nutnost u vyrobených produktů dodatečně kontrolovat skutečný stav provedené práce a případné nedostatky opravovat. Tím narážíme na kvalitu výroby, která s opotřebením výrobních zařízení zpravidla degraduje zmetkovitost narůstá. Zpravidla obecně platí, že čím je zařízení poskytována dostatečná míra údržby, tím dochází k opotřebením pomaleji. Činnosti v rámci TPM tedy oddalují výskyt tohoto nežádoucího stavu.

- **Ztráty při náběhu**

Kromě zmetkovitosti sem zařadím například dobu chladnutí stroje, nebo počet výrobků, které je nutné vyrobit, aby se zařízení dostalo do optimálního provozního stavu. Oba zmíněné stavy mohou být ovlivněny právě nedostatečnou či pouze nahodilou kontrolou a čištěním.

- **Celkové efektivní využívání výrobní základny**

V jedné z předchozích kapitol jsem představil celkovou efektivnost. Pokud například vypočítáme hodnotu využití výrobního stroje na 70 %, dá se předpokládat, že pokud by byla zavedena metoda TPM, potom by se hodnota celkové efektivity zvýšila.

(Jurová a kol, 2016, s. 756)

Obrázek č. 3 Záznamový arch a křivka údržby

	Plnění plánu v %		Zásoba práce v týdnech		Přesčas v %		Prostoje v %		Odchytky		Plnění norem v %	Náklady na údržbu v %	Správní náklad v %	
	120	80	4	0	10	0	4	1	+	-			10	10
0	120	80	4	0	10	0	4	1	10	10	0	10,5	20	0
1	118	82			9,5	0,5	3,9	1,2	9	9	10		19	1
2	118	84	3,5	0,5	9	1	3,8	1,4	8	8	20	10	18	2
3	114	86			8,5	1,5	3,7	1,8	7	7	30		17	3
4	112	88			8	2	3,6	1,8	6	6	40	9,5	16	4
5	110	90			7,5	2,5	3,5	2	5	5	50		15	5
6	108	92			7	3	3,4	2,2	4	4	80	9	14	6
7	106	94	2,5	1,5	6,5	3,5	3,3	2,4	3	3	70		13	7
8	104	96			6	4	3,2	2,8	2	2	80	8,5	12	8
9	102	98			5,5	4,5	3,1	2,8	1	1	80		11	9
10	100		2		5		3		0		100	8	10	

	Optimum	Skutečnost	Optimum	Skutečnost
Předpokl. plnění plánu	100 %	96 %	Rozplyněl od rozpočtu	0 %
Zásoba práce	2 týdny	2,7 týdne	Plnění norem	100 %
Přesčas	5 %	8,8 %	Náklady na údržbu	8 %
Prostoje	3 %	3,3 %	Správní náklady	10 %
				12,5 %

Zdroj: (Jurová a kol., 2016, s. 754)

1.5.5 Využití metody KANBAN při zlepšení štíhlé výroby

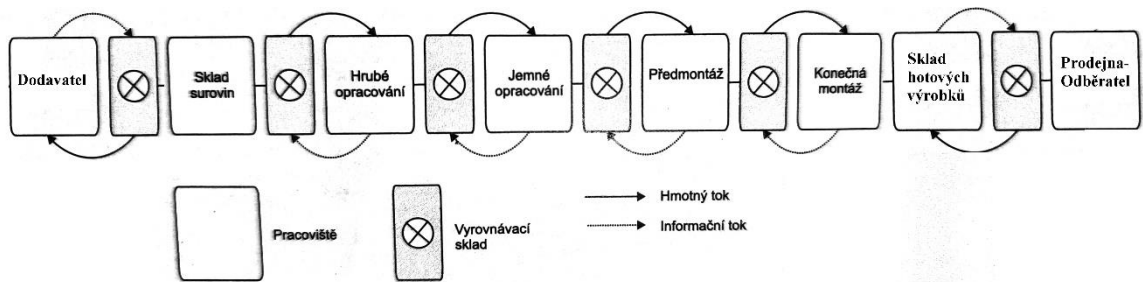
Metoda řízení výroby KANBAN, někde známá spíše jako štítek nebo karta, je metodou, která je přímo spojená a navázaná na zákazníka. Celý proces je tedy iniciovaný silou pull. (Synek, 2011, s. 278)

Podobně jako ostatní metody leanu se i v rámci KANBANu snažíme odstranit prvky plýtvání. Jeho hlavní cíl je ovšem řeckně harmonizace plánování výroby a schopnost pohotově výrobu upravovat.

V celém procesu se informační tok pohybuje směrem od konce. Pokud v prodejně nebo ve skladu hotových výrobků klesne zásoba alespoň o výrobní dávku (minimální počet výrobků, pro které se iniciuje výroba) (Tomek Vávrová, 2007, s. 132) tak vzniká požadavek na předchozí fázi po doplnění vzniklého rozdílu od chtěného stavu. Zpravidla jedna změna vyvolá řetězovou reakci, kdy se postupně sníží stav i v ostatních úrovních výroby a celý výrobní proces se rozběhne. Pro dosažení výsledků a úrovně pohotovosti reakce je kladen důraz na vysokou kvalifikaci personálu. (Jurová a kol, 2013, s. 211)

Pro takové fungování výroby musí podnik mít vždy připravený materiál, tedy takovou úroveň skladových zásob, která vystačí na výrobu do nejbližšího příjmu materiálu. Dle mého názoru by podnik s dokonale zavedeným KANBANem mohl jen těžko mít ve vysoké míře zároveň zavedený JIT ve vysoké míře. Úroveň možnosti kombinace, by závisela na vzdálenosti klíčových a spolehlivých dodavatelů. V případě, že by byli v blízkosti, tak by mohl podnik operovat i s velmi nízkým objemem zásob. KANBAN nemusí začínat a končit pouze v rámci podniku, ale můžeme jen aplikovat i za jeho hranice, jak lze vidět na schématu níže. Je třeba chápat, že pokud podnik nemá předpoklady pro adopci KANBANu, tak může být vybrána jiná optimalizační metoda řízení výroby. S implementací optimalizační metody by výrobci mohli zbytečně vznikat náklady spojené s neefektivností. Za příklad výroby, která nemá predispozice k zavedení KANBAN jsem vybral sklářskou a železárenskou výrobu. Tyto podniky mají tak vysoké náklady na rozjetí výroby, že si nemohou dovolit čekat až výzvu odběratele a opakovaně v podstatě vypínat a zapínat výrobu.

Obrázek č. 4 Rozšířené schéma KANBAN za hranice podniku



Obr. 65 Systém KANBAN s informačními a materiálovými toky

Zdroj:(Vlastní zpracování Jurová a kol, 2013, s. 212)

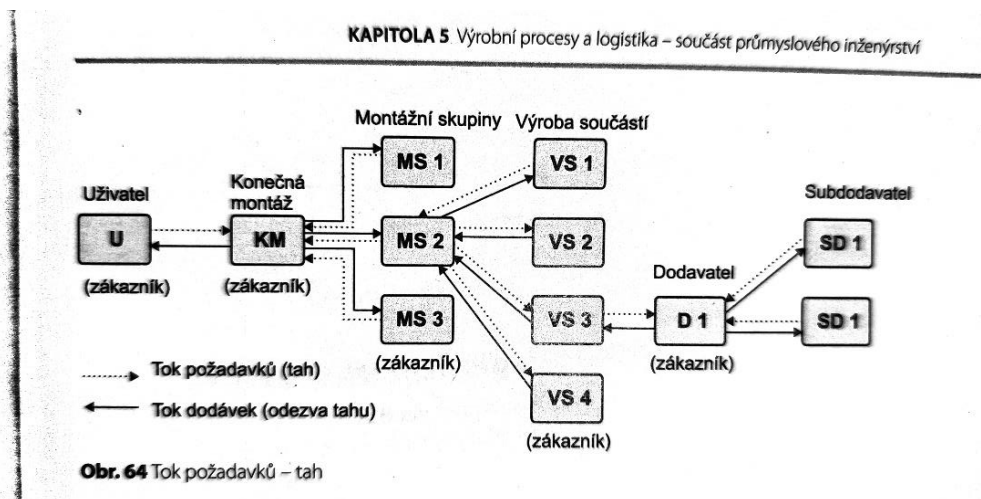
1.5.6 Uplatnění způsobu organizace JIT – Just in Time ve štíhlé výrobě

Prvním přístupem využívaným k organizování výrobního procesu v rámci materiálového toku, který představím je Just in Time.

Metoda JIT, tedy "právě v čas" je charakteristická svým cílem. Tím je v rámci organizování výrobních procesů minimalizovat až odstranit plýtvání k jemuž dochází v rámci čekání. Principem tedy je, že materiál je k dispozici právě v tu chvíli kdy jej třeba. (Jurová a kol, 2013, s. 210)

Myslím si, že tuto metodiku mohou adoptovat jak podniky s push, tak pull řízením výroby. Na obrázku níže máme znázorněný podnik, jež vyrábí strategií pull. Výroba tedy reaguje na objednávky zákazníka/odběratele. Výhodou pull strategie je, že každý produkováný výrobek již má svého odběratele. Tyto produkty mohou jít prakticky hned k expedici. Z obrázku můžeme vyčíst, že konkrétní výrobní podnik prodává různé úrovně svého produktu. Taková výroba pravděpodobně pracuje s vysokou úrovní standardizace. Standardizované produkty a nedokončenou výrobu je možno využívat i jako dílčí komponenty v jiných podnicích a tedy maximalizovat efektivitu a stupeň zapojení JIT ve svém materiálovém toku.

Kromě redukce času, tedy odstranění plýtvání také metoda JIT klade důraz na jednosměrný materiálový tok. Takový tok je predispozicí pro zvyšování standardizace a automatizace ve výrobě, a tak zvyšování efektivity.(Jurová a kol, 2013, s. 211)



Zdroj: (Jurová, 2013, s. 211)

1.5.7 SMED – Single Minute Exchange of Dies

V zásadě více specializovanou metodou navazující na JIT a odstraňování času čekáním je metoda SMED. Cílí na odstraňování času přetypování, tedy přenastavení výrobní linky tak, aby mohla vyrábět jiný produkt či jinou úroveň stejného výrobku. Proces zavedení SMED bychom mohli rozdělit do několika kroků. Prvním je důkladná analýza kroků při přenastavení stroje/procesu a její rozdělení do kategorií externí a interní. Externí činnosti a změny, je možné provést i při provozu. Naopak pro provedení interních zákroků, je nutné příslušné zařízení či výrobní procesy zastavit. Následně identifikovat a převést co největší počet interních činností na externí. V rámci testování proveditelnosti převedení těchto činností se snažíme také zkrátit dobu jednotlivých úkonů s cílem zvýšení efektivity. Úspěšnost metody SMED je značně ovlivněna úrovní standardizace procesů, kvalifikací výrobních operátorů a také pracovním prostředím. (Synek, 2011, s. 278)

Pokud bude mít zkušený technik dostatek prostoru kolem výrobního zařízení, bude pravděpodobně schopný provést více úkonů i při provozu.

1.5.8 Tok jednoho kusu a tvorba štíhlých výrobních buněk

Komplexní a moderní přístup k řízení výroby je "tok jednoho kusu", jež by se dal zkráceně představit následovně: Komplexní výrobní linka, která v rámci jednoho cyklu dokáže vyrobit kompletní jeden výrobek. To znamená, že se snažíme odvrátit od standartní výroby dílčích komponentů někde mimo a následně tyto díly přesouváme ke kompletaci. Zásadní

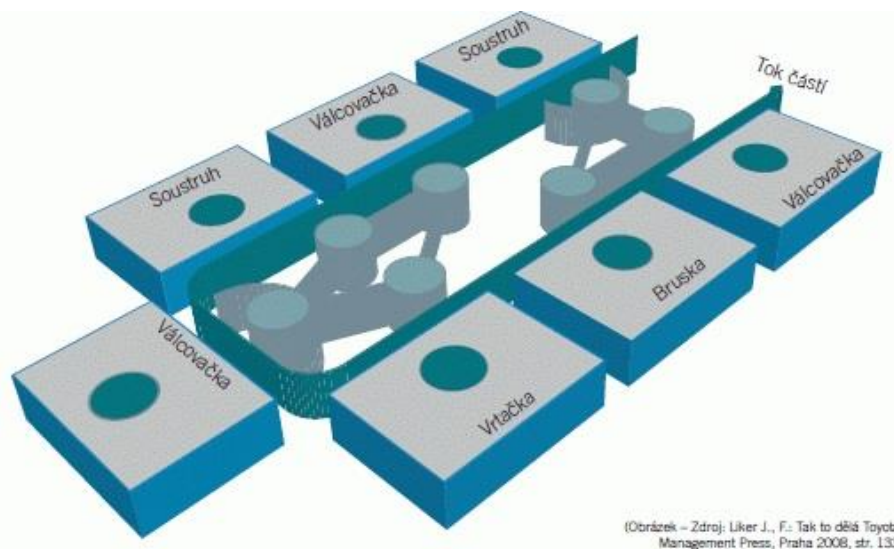
překážkou zavedení této výroby by byla finanční neefektivita vlastní výroby standardizovaných komponent. Současně by pro plynulý chod linky, by musel být proces rozdělen, v rámci povahy/složitosti výrobku, na velmi jednoduché činnosti.

Některé podniky proto zavádí hybridní řešení této metody, kdy s využitím nástroje SMED minimalizují dobu nutnou k přenastavení jednotlivých strojů a zároveň nevyrábí plynule, ale po dávkách.

V případě, že by podnik dokázal proces takto upravit a implementovat i další prvky štíhlé výroby, jako TPM pro maximalizaci efektivity výrobního zařízení a JIT pro řízení materiálového toku by vznikla štíhlá výrobní buňka.

Taková štíhlá výrobní buňka je tedy výrobní linka, jež dokáže vytvořit celý výsledný produkt v rámci jednoho cyklu. Hlavními přínosy štíhlé výrobní buňky je vysoká standardizace procesů. Díky vzniklým standardům a příslušné dokumentaci bude snazší opětovná realizovatelnost, tedy vytvoření dalších výrobních buněk dle tohoto vzoru. Zároveň štíhlá výrobní linka prakticky kompletně odstraňuje transportní a skladovací náklady v rámci podniku. Její zavedení by taktéž mělo přinést snazší kontrolu kvality.

Obrázek č. 6 Štíhlá výrobní linka tvaru U



Zdroj:(Liker, 2008, s. 133)

1.6 Lean a dlouhodobé zlepšování

Nyní už známe konkrétní metody a nástroje okamžitého zásahu do výrobního procesu. V následujících kapitolách představím vybrané přístupy a filozofie, které se mimo výroby implementují i do vyšších úrovní firemní struktury. Představované filozofie se i nadále zaměřují na implementaci štíhlých změn, ale spíše v dlouhodobém časové horizontu. Tyto teorie cílí mimo odstraňování plýtvání při procesech i na dlouhodobé zvyšování výkonu a kvality. Dále kladou důraz na dodržování norem a využívání prověřených technologií k dosažení lepších výsledků.

1.6.1 OPT - Optimized Production Technology

Metoda optimalizované výrobní technologie, rozvíjí dříve v práci představená "úzká místa". Technikou OPT se snažíme primárně vyvážit tok produktu. Konkrétně se metoda soustředí na tok materiálu a optimalizaci dopravních dávek. Z pohledu výrobního procesu věnujeme vysokou pozornost dílenským problémům, jakými jsou: rozvrhování výroby, velikost výrobní dávky a úzká místa. Metoda nepracuje s každou činností odděleně, ale zkoumá její propojení s ostatními procesy a formou optimalizace materiálového toku se snaží zefektivnit výrobní výkon. (Jurová a kol, 2013, s. 213)

Pro nás a podniky je tedy důležité pochopit, že východiskem z identifikovaného "úzkého místa" nemusí být vždy jen zvýšení výrobních kapacit. Její neoptimální zavedení může naopak vytvořit nové úzké místo o několik kroků dál. Podle metodiky OPT by se podnik měl nejprve pokusit optimalizovat výrobní tok s dostupnými kapacitami. Například zmenšit velikost výrobní dávky nebo změnit řízení výroby. Takové změny by mohli podniku pomoci ke snížení průběžných zásob. Materiálový tok by se stal díky menším dávkám pružnějším a vznikla by možnost odebírat menší dodávky i od lokálních dodavatelů.

1.6.2 Agile řízení jako nástroj k dosažení lepších výsledků řízení výroby

Tato metodika má původ v odvětví vývoje softwaru. V rámci vývoje se technika agile snaží docílit co nejvyšší efektivity spojováním jednotlivých požadavků na vývoj do celků, které spolu souvisí. Její uplatnění v oblasti výroby bude pravděpodobně narůstat, jelikož řízení výroby se stále více posouvá do digitálního, tedy programového rozhraní. Pro dosažení vyšší efektivity využívá pro komunikaci mezi odděleními tzv. Scrum mastera. To je zaměstnanec se znalostmi napříč obory například bussiness a IT, který dokáže efektivně

komunikovat požadavky nebo naopak defekty, jež vzniknout při softwarovém vývoji. Efektivní komunikace přináší úspory jak v rychlosti dodání požadovaných úprav, tak v oblasti chyb, jež by vznikali z důvodu nedorozumění či nedostatečnou erudovaností účastníků.

1.6.3 BPM – Business Process Management a jeho vliv na úroveň štihlé výroby

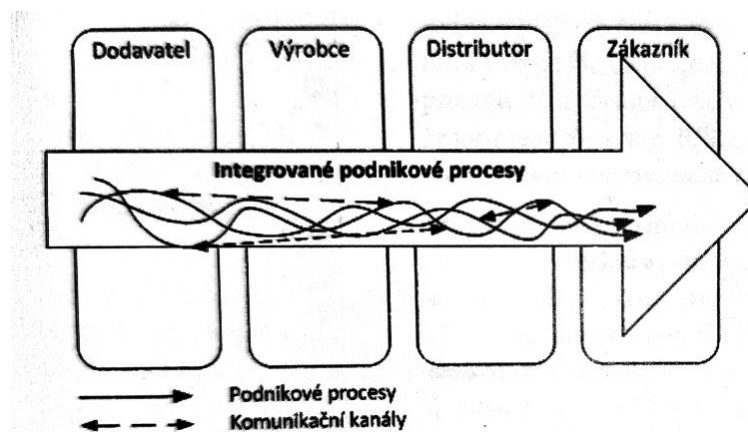
Dle přístupu BPM, je hlavním požadavkem na možnost efektivního řízení výroby schopnost podniku získávat, analyzovat, vyhodnocovat data z výroby. V ideálním případě je dobré mít přístup i k datům z prodeje a nákupu materiálu. Čím komplexnější data vedení podniku nebo příslušný software získá, tím optimálnější řešení může připravit.

(Jurová a kol, 2013, s. 217)

Získaná data jsou tedy klíčovým prvkem ve vedení výrobní optimalizace. V současnosti bychom mohli identifikovat jako jeden z faktorů limitace právě rozštěpení celého komunikačního toku. V praxi obvykle dochází ke skutečnosti, že každý člen, jak lze vidět na schématu, má detailním přístup k informacím v rámci vlastních činností. Ovšem pouze limitované informace o průběhu činností mimo jeho podnik. Z tohoto důvodu nemůže maximálně optimalizovat svoje činnosti v rámci řetězce.

Předpokládáme, že tyto hranice, nejen podnikové, ale také datové se budou stále více odbourávat díky dostupnějším technologiím, komplexnějším informačním systémům a datovým propojením. V modelové situaci dokonalé komunikace by výrobní podnik byl schopný v reálném čase upravit výrobu. Například změnit výrobní frontu po získání informace, že dodávka materiálu se zpozdí a zároveň taktéž úměrně upravit odbyt.

Obrázek č. 7 Schéma podnikových procesů a komunikace v měřítku mezi podnikového



Zdroj: (Jurová a kol, 2013, s. 217)

1.6.4 Využití prvků Reengineeringu k dosažení štíhlé výroby

Úvodem k problematice reinženýringu si myslím, že není možné ho plošně využít k optimalizaci. Některé jeho kroky jsou v naprostém rozporu s myšlenkami štíhlé výroby. Už jen faktická podstata radikálních změn v procesech by tvořila značné náklady. Proto přejdu k využitelným oblastem. V rámci reinženýringu se mimo jiné snažíme eliminovat plýtvání a zvýšit efektivitu výroby. Dále se zde snažíme využívat maximální potenciál našich zaměstnanců formou vzdělávání a rozvíjení. Oblast, jež sdílí s TQM, je zapojení všech zaměstnanců do celkového zlepšování a vůle investovat a využívat nové technologie pro dosažení lepších výsledků. (Řepa, 2007, s. 25)

Reengineering se taktéž snaží odstranit složité procesy, které by neměli přesáhnout 12 kroků. Jednoduché činnosti je následně možné optimalizovat ve vyšší míře nebo přiřadit tyto činnosti strojům. Tato metoda také klade důraz na udržení motivace zaměstnanců a jejich vzdělávání. Správným zavedením budeme předcházet plýtvání v oblasti intelektu nebo děláním chyb z důvodů postrádání smyslu a motivace. (Řepa, 2007, s. 26)

Myslím si, že by výrobní podniky mohli vybrané oblasti využít pro optimalizaci, případně ty, jež projdou reinženýringem mohou následně přejít na méně radikální metodu, jako například TQM, a zhodnotit dále získané poznatky.

1.6.5 Komplexní norma ISO 9000:2015 nástrojem pro štíhlé výsledky

Certifikace cílí zpravidla spíše na úroveň kvality a neberou v potaz prvky štíhlé výroby. Je tu však jeden, komplexní norma ISO 9000:2015, certifikát, který prochází opakovanými úpravami, zahrnuje komplexní řízení kvality a sdružuje oblasti, které jsme si představili v rámci nástrojů a metodik štíhlé výroby.

- Zaměření na zákazníka
- Vedení lidí
- Zlepšení
- Správa vztahů
- Zapojení lidí
- Procesní přístup
- Rozhodování založené na důkazech

Z uvedených oblastí bych rád zdůraznil především zaměření se na zákazníka spojené se zlepšováním kvality. Vedení a zapojení lidí, které bychom našli i v TQM prostřednictvím jehož může podnik eliminovat plýtvání v rámci chyb nebo nedostatečné kvalifikace

zaměstnanců. Výše uvedená norma ISO norma se zabývá i procesy a jejich zlepšováním, kdy cílem této oblasti je efektivněji přerozdělovat zdroje a odstraňovat neefektivitu dříve představenou.

1.6.6 Vliv Ergonomie na efektivitu lean výroby

Oblast ergonomie na pracovišti vlivem demografického vývoje a vnímání požadavků BOZP nabývá na důležitosti. To podporuje i fakt, že nejen v České republice populace stárne. O to důležitější je z pohledu udržitelnosti zaměstnanců, aby tyto fyzicky náročné pracovní pozice, do kterých bych práci ve výrobě rozhodně zařadil, optimalizovat. (Zdroj: <https://www.mmspektrum.com/clanek/stihly-materialovy-a-hodnotovy-tok>)

Právě výrobní podniky, kde pracovníci musí být proškolení profesionálně a zároveň s praxí zvyšují hodnotu svoji, ale také současně zvyšují hodnotu pro podnik. Zvyšování hodnoty pro podnik souvisí se snížením chybovosti pracovníka, který zároveň nabývá nových zkušeností a poznatků a je více kompetentní a schopný řešit potřebné úkoly či problémy rychle a efektivně. Ergonomická optimalizace pracoviště, tedy uzpůsobení pro zaměstnance vede k nižšímu namáhání a může vést rovněž k snížení fluktuace zaměstnanců. Fluktuace je, jak jsme zmínili dříve nežádoucí a jejím snížením redukuje náklady spojené s náborem a zaškolováním. Ergonomicky upravená pracoviště by mohla vést ke snížení úrazovosti pracovníků a zvýšení pracovní výkonnosti. Konkrétní příklad, který bych uvedl z výroby, je pořízení mobilních zařízení pro manipulaci s těžkými předměty. V případě nástrojů by to bylo zavedení elektrického nářadí oproti původním manuálním. S ergonomií kromě samotné výkonnosti aktivity úzce souvisí i samotný pracovní prostor, který nemůže zaměstnanec při pracovním výkonu nutit se hrbít, klečat apod. V rámci zaměstnanecké udržitelnosti a optimalizace prostor bych rád zmínil ještě pracovní zázemí, které z dlouhodobého hlediska může mít rovněž vliv na pracovní výkonnost.

1.6.7 TQM – Total Quality Management

Pro nás je komplexní řízení kvality přístupem, který také cílí na zvyšování kvality a neustálé zlepšování. Dosáhnout se těchto cílů snaží transformací podnikového řízení a podnikové kultury. Zvýšení kvality a kontinuální zlepšování se je v TQM vnímáno jak na úrovni procesní, tak technologické. (Sedláček, Suchánek, Špalek, 2012, s. 17)

Opět v čele cílů stojí kvalita a uspokojení zákaznických potřeb. Očekává se, že zákazník chce nejkvalitnější produkt na trhu a v zásadě určuje úroveň požadované kvality produktu. Řízení TQM spojuje dříve oddělené oblasti do komplexního zapojení všech pracovníků pro cíl neustále se zlepšovat. Toto nové podnikové smýšlení by mělo prostoupit do každého zaměstnance v každé úrovni. Potenciál na zlepšení je všudypřítomný a může jej navrhnout kdokoliv, tedy nemusí jím být pouze vedoucí pracovník. Mění dosud zavedené pravidlo, že iniciace k změnám musí jít pouze shora. V moderním TQM se zapojují komplexní řídicí systémy do oblastí jako je strategie, měření, hodnocení a v zásadě i řízení řešení. (Jurová a kol, 2016, 226)

Celý podnik se snaží následovat vizi, misi TQM, doručovat nejvyšší kvalitu a být nejlepší ve všech oborech. Takové podniky jsou otevřenější k využívání nejmodernějších technologií pro naplnění stanoveného cíle. Ke zlepšování napomáhá i dokonalejší sledování a analýzy vlastních procesů, výkonosti a odchylek ve výrobě. Takto získaná cenná data dávají prostor zavčas reagovat a připravit varianty řešení možných nastávajících problémů.

1.6.8 EFQM – Hodnotící Model Excellence

Nyní představím historický evropský protějšek později představené techniky TQM. Primárním cílem modelu EFQM je taktéž dlouhodobé zlepšování, ovšem s tím, že si metodika zakládá na dosažení stanovených cílů a porovnává je s prostředky, které vynaložila k jejich dosažení. Z popisu vyplývá, že tento model je spíše statickým. Možnost využití je tedy spíše zpětná. Porovnáním stanovených a dosažených hodnot odhalíme oblasti chyb z předešlého období a příslušnými opatřeními se budeme snažit tyto chyby odstranit. V následujícím období se budeme opět snažit dosáhnout pomyslných excelentních výsledků. V rámci tohoto modelu opakujeme dále uvedené oblasti činností. Anglická zkratka těchto činností je **RADAR**.

Oblast výsledků (Results): Snažíme se dosáhnout vynikajících hodnot. Tomu by měla odpovídat i úroveň naší strategie, metodiky, procesů a plánování.

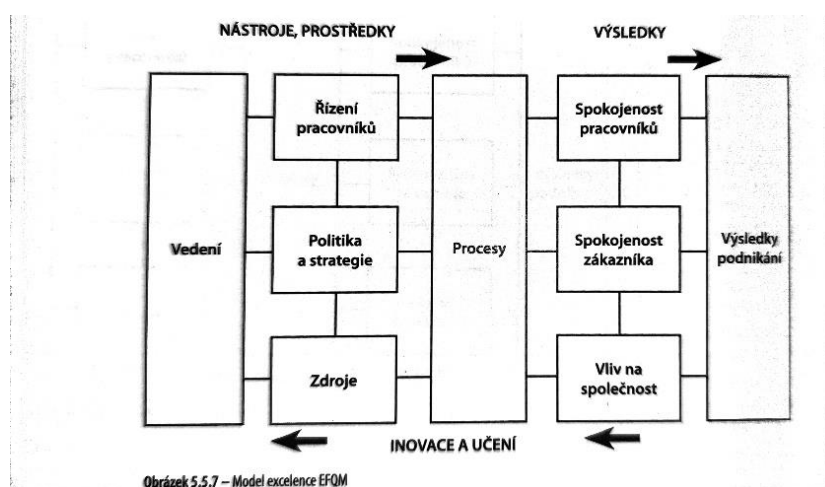
Přístup (Approaches): Metody hodnocení, musí být správné a v souladu s podnikovou politikou. Pokud naše měřicí metody nejsou správné, není možné dosáhnout očekávaných výsledků.

Přerozdělování (Deploy): Schopnost posoudit stávající metody, měření, hodnocení, vedení, řízení a jejich orientaci v rámci strategie organizace. V případě odhalení nesprávnosti je opravit případně přerozdělit prostředky, jež se plánují na ně vynaložit.

Posuzování a přezkoumání (Assess and Refine) : Kompletní sběr dat a jejich transformace na hodnoty výkonosti a jejich porovnání v rámci předpokládaných výsledků. Dále jejich správné posuzování a přezkoumání. (Kucharčíková a kol. 2011, s. 251)

V rámci interního hodnocení modelu Excellence hodnotí zaměstnanci devět hlavních oblastí, jak lze vyčíst z obrázku č. 8. Obecně se uvádí, že výsledky podniku a spokojenost

Obrázek č. 8 Model Excellence EFQM



Zdroj: (Kucharčíková a kol. 2011, s. 252)

zákazníka jsou důležitější než ostatní, proto mají váhu 150 bodů, zatímco všechny zbylé kategorie 100 bodů. Při hodnocení vedení touto metodou je důležité ověřovat správnost dosažených výsledků. Zároveň metoda vytváří velký tlak na vedoucí osobu podniku, jelikož sama spoléhá na excelentní plánování.

1.6.9 QFD – Quality function deployment

QFD se podobně jako TQM a EFQM zaměřuje na dlouhodobé zvyšování kvality produkce, procesů a celkovou optimalizaci výrobních zdrojů. Na rozdíl od obou zmíněných technik není QFD iniciováno interně, tedy z řad zaměstnanců či vedení, ale externě od požadavků zákazníka. Hlavním cílem této metody je, porozumět potřebám spotřebitelů a modifikací produktu uspokojit jeho potřeby. Sekundárním zájmem je pak v rámci výroby zavést štihlé úpravy pro dosažení vyšší efektivity. (Kucharčíková a kol. 2011, s. 241)

Pro odhalení a analýzu konkrétních změn na výrobu se využívá diagram "rybí kosti". Zde do pozice finálního "problému" dosadíme požadované změny na základě zákaznických potřeb

a dále uvádíme nutné změny do konkrétních odvětví jako například (Výroba, Stroje, Procesy, Lidé). Identifikované požadavky na modifikaci produktu položíme do tzv. Domu kvality. Prostřednictvím toho nástroje stanovujeme z pohledu řízení důležitost konkrétních změn a jejich propojení s ostatními činnostmi. (Kucharčíková a kol. 2011, s. 243)

V každé fázi plánování, projektování, příprava procesů a plánování výroby, QFD se snažíme uplatnit nástroje štíhlé výroby pro dosažení stanovených výsledku, které budou zároveň efektivní. V rámci uplatnění této metody nejen splníme zákaznické požadavky, ale také zefektivníme výrobu a využívání zdrojů.

1.6.10 QMS – Quality Management System

Dnes v podstatě najdeme formu QMS, tedy systém řízení jakosti v každé firmě. Zároveň je QMS více či méně přejat i v každé zde představované metodice. Z úzkého pohledu se metoda zabývá pouze kvalitou, kterou považuje jako primární rozhodovací veličinu z pozice zákazníka. Modelový podnik prosazující QMS by inicioval v rámci dosažení svého cíle využívání moderních technologií na maximální zlepšení kvality a dosažení pokud možno "dokonalého" produktu. Pravděpodobně by zvolil technologie jako systémová výroba, senzorické sledování výroby a robotické linky, které by zajišťovali tu nejvyšší úroveň kvality a minimalizaci chyb. Až druhotným cílem by bylo výrobu transformovat a zefektivnit.

1.6.11 Lean Six Sigma

Metodologie Six Sigma v žebříčku důležitosti upřednostňuje nejvyšší kvalitu . Kvalitu produkce pokládá za hlavní výhodu v oblasti konkurenceschopnosti podniku. Pokud podnik pracuje s metodikou lean six sigma, tak cílí na zvýšení kvality svých produktů a zároveň neustálé zlepšování ostatních výrobních procesů. Six sigma zohledňuje například limitace výrobních technologií, pracovní sílu či samotné výrobky. Dále považuji za důležité zmínit, že tato metodika je v zásadě ideální pro výrobní podniky nebo střediska vyrábějící hromadně nebo masově vysoce standardizované produkty. (Svozilová, 2011, s. 129)

Mimo ostatních ukazatelů výkonnosti sledujeme zmetkovitost, kterou se snaží eliminovat. Nesnaží se dojít k lepším výsledkům pouze úpravou procesů, ale prosazuje přechod na novější technologie. To za účelem skutečného zvýšení kvality. Nejedná se pouze o kvalitu z pohledu přidané hodnoty, tedy podnikovou optimalizaci, nýbrž o skutečnou změnu vlastností produktů, které budou kvalitnější například po změně dodavatelů a kvalitnějšího

materiálů nebo nákupu preciznějších výrobních strojů. Při zavádění takových změn je nutné počítat s dodatečnými náklady, jež je nutné vynaložit v případě pořízení nových výrobních strojů. Při správném postupu při výběru a optimalizování výrobního procesu nezíská podnik s novým strojem pouze vyšší kvalitu finálního produktu, ale také snížení jednotkových nákladů, zvýšení efektivity a zvýšení reálné přidané hodnoty na produktech. Tyto změny se pravděpodobně promítnou i vyšší ziskovostí a například možností přesunu produktů do jiné kvalitativní a cenové kategorie.

1.6.12 Firemní informační systémy a sledování

Firemní informační systémy, jsou dnes často označovány obecně jako ERP systémy. Jejich výkon a využívání přímo koreluje s vývojem technologií a změnami v možnostech datové výměny. Již probíhající průmysl 4.0 přinesl značné změny v jejich fungování a transformoval je do podoby, jak je známe dnes. Každou další generací se stávají komplexnější a s dopomocí hardwarového vývoje se jejich výpočetní rychlost a schopnost zpracovávat větší datové celky zvyšuje.

Jejich historický vývoj lze představit s rozdělením na jednotlivé vývojové stupně. První generace zahrnovala spíše jednoduché softwary na plánování materiálu nebo účetnictví. V druhé generaci byly tyto systémy rozšířeny o úroveň plánování a jednotlivé řízení objednávek, tedy podrobnější správu zakázek. Třetí generace v zásadě sjednotila podnikové procesy do jednotného integrovaného informačního systému. Čtvrtá generace zavedla jednoduché, kusé nikoli detailní, propojení i s dodavateli a odběrateli. Poslední generaci zásadně ovlivnil růst významu e-commerce. To přineslo rozšíření o nástroje, jež jsou svázané s elektronickým prodejem spojené například CRM a BI systémy, ASAP systémy a další. (Basl a Blažek, 2008, s. 22)

S narůstající komplexností ERP systémů roste také cennost jejich dat pro podnik. Především pak v současnosti jsou data o zákaznících a/nebo trhu považována za jeden z kriticky ceněných assetů, které je nutné chránit a souběžně rozvíjet i kybernetické zabezpečení. (Veber a kol, 2018, s. 22)

2 Průmysl 4.0

Dříve než představím průmysl 4.0, a v jednotlivých kapitolách jeho jednotlivé inovace shrnu v krátkosti historii průmyslových revolucí v jejich klíčových přínosech. Během první průmyslové revoluce byla zavedena prvotní mechanizace a využití parních strojů. Druhá vlna přinesla elektrickou energii a masovou výrobu. Třetí vlna průmyslové revoluce je často spojována s automatizací odvíjející se od rozšíření výpočetní techniky, automatizací produkce ve výrobních linkách a významným rozšířením malé elektroniky. Všechny dosavadní vlny průmyslových revolucí měly tedy dopad především pak na výrobu. Dá se očekávat, že i čtvrtá průmyslová revoluce, jež v některých oblastech a zemích již probíhá, bude mít opět značný dopad na výrobu. Činitel, který mají všechny průmyslové revoluce společný je dle mého názoru práce s časem. Každá průmyslová revoluce dramaticky změnila čas a rychlost téměř všech procesů. Sekundárně se tyto změny dají pozorovat i v nákladech, například neustálá snaha snižovat mzdové náklady a náklady spojené s neefektivitou.

2.1 Internet věcí a Big Data

První řekněme samostatnou, oblastí je celkové datové propojení jednotlivých strojů, oddělení a celého světa. V zásadě se s touto oblastí již dnes některé podniky potýkají formou různých firemní systémů jako například ERP, CRM, Controllingové programy, jež jsou propojené s celým podnikem a sledují veškeré procesní činnosti. Do jisté míry by některé tyto systémy "dokázaly" i sami řídit výrobu, pokud by do nich byly implementovány scénáře vysvětlující, jak reagovat na vzniklé problémy.

2.1.1 Internet věcí

Samotným tématem je internet věcí, který je třeba chápat jako lokální ale i globální síťové propojení všeho se vším. S jeho rozvojem úzce souvisí i stále se zrychlující datové přenosy. Již dnes máme i v České republice na mnoha místech pokrytí vysokorychlostním 5G internetem. Tato úroveň připojení dovoluje, aby i podnikové řídicí systémy byli náročnější a komplexnější, jelikož s takovým vysokorychlostním propojením je možné přenášet i velká množství dat v reálném čase. (Veber a kol, 2018, s. 32) Uvedme si tuto inovaci na příkladu společnosti, jež adoptovala dříve představený KANBAN. Online bylo objednáno několik

palet našeho produktu odběratelem, se kterým máme smlouvenou obchodní podmínku dodání zboží na naše náklady. Zpracováním přijaté objednávky se okamžitě vyše informace do logistiky, která vytvoří požadavek na vytvoření kapacity pro trasu na následující den a zároveň začne navrhovat optimální trasu. Návrh cesty optimalizuje dostupnými daty z dostupných informací o uzavírkách, vyhláškách a dalších z posledních dní. Zároveň tuto trasu může v reálném čase upravovat, pokud dojde někde na trase k výjimečné události, například nehodě. Informace o přijaté objednávce propadá i do výroby a nákupu. Výroba zpracuje požadavek a zařadí jej do fronty. Nastane tak změna a provoz nebude ukončen po plánovaných počtech sérií, ale bude přivezen další materiál a výroba bude pokračovat. V rámci nákupu se projeví úbytek materiálu na skladě a vytvoří se požadavek na dodavatele. Podle velikosti podniku a konkrétních struktur může informační řetězec pokračovat až klidně k dodavateli úplně základního materiálu, kterému bude také zaslán požadavek na dodání příslušného materiálu. V případě nadměrné objednávky, kterým se snažíme v rámci leanu vyvarovat, vznikne v oddělení lidských zdrojů potřeba na zajištění kvalifikované pracovní síly na pokrytí dodatečných kapacit.

Jak lze pochopit z představení a příkladu, tato inovace je klíčová pro podniky, jež se snaží dosáhnout lepších výsledků a posílit schopnost reagovat na změny. Právě příklad zmíněného automatického navrhování logistických tras a úpravu v reálném čase demonstruje eliminaci překážek pro řidiče, jelikož mu systém v předstihu doporučí optimální trasu.

2.1.2 Analýza velkých dat

Internet věcí je primárně výše popsané datové propojení všech jednotlivých článků ve výrobním řetězci. Analýza velkých dat toto propojení využívá a jednotlivé informace, tedy data spojuje do velkých celků, které následně analyzuje.

Co jsou to vlastně velká data? Jednoduše je lze chápat jako obrovské množství dat, které systémy získávají pomocí vstupů jako jsou snímače, čidla, senzory, sledovací nástroje na e-commerce, strojové vstupy, výstupy jednotlivých oddělení, ERP a CRM systémy a veřejné dostupné registry. (Mařík a kol, 2016, s. 51)

Analýza velkých dat využívá komplexní sběr dat z pohledu 360°. V principu takového sběru uvažujeme, že se nám v podstatě veškerá získaná data budou v budoucnu hodit a dokážeme je analýzou přetvořit v hodnotné informace využitelné pro nás nebo pro obchod.

Samozřejmě získání přístupu k takovým datům a jejich zpracování je velmi náročná investice. Nejlepším příkladem jsou nadnárodní korporace, vlády, banky či pojišťovny. Ty shromažďují data z velkého spektra o všech svých klientech. Následně všechny drobné poznámky využívají a zasazují do komplexní analytické matice. Na základě výstupů z takových analýz, na příklad na základě doporučení z výsledku rizikovosti pojišťovna upraví cenu životního pojištění konkrétního jedince, nebo dokonce neuzavře s tímto jedincem smlouvu vůbec. Tyto výstupy jsou vsutku komplexní a berou v potaz, rodinné zdravotní predispozice, dosavadní úrazy, kategorii zaměstnání, volnočasové aktivity, životní styl, styl dopravy, naše přestupky, digitální stopu a mnoho dalších. Ačkoliv si myslím, že tato inovace je důležitá a mohla by například přinést podniku značné snížení v oblasti plýtvání v rámci výše zásob, jelikož podobným přístupem by podnik dokázal zhodnotit kupříkladu spolehlivost potencionálního dodavatele a následně optimalizovat zásoby, v rámci nákladnosti celé implementace by se taková inovace jen velmi těžko zaplatila.

2.1.3 Rozšířená realita - VR x AR

Zásadním předpokladem pro možnost využití rozšířené reality je dostupnost a kvalita hardwaru, tedy vybavení, které je pro jeho provoz nezbytné. To jsou buď chytrá zařízení (mobilní telefon, tablet, brýle) nebo sofistikované headsety s integrovanými senzory jako GPS, gyroskop, akcelerometry, Wi-Fi, Bluetooth a další. (Mařík a kol, 2016, s. 56)

AR - Augmentovaná realita: Přináší možnost prostřednictvím zařízení přidávat do digitálního pohledu na reálný svět virtuální elementy, které nám mohou usnadnit činnosti denního života nebo práci. S využitím chytrých brýlí nám program dokáže ukazovat cestu v navigaci v reálném čase přímo do prostoru, jež vidíme. S takovou technologií by například servisní technik, měl v reálném čase možnost využít rozšířený pohled do opravovaného stroje a měl tak usnadněnou práci.

VR - Virtuální realita: Naopak pracuje s vytvořením kompletně nového prostoru, taktéž známého jako Meta svět, který by mohl sloužit například jako prostor pro testování designových prvků nebo virtuálních prohlídek developerských projektů.

2.2 Cloudová uložení a Smart Komunikace

Virtuální uložení je již dnes velmi klíčovou technologií, prostřednictvím které mohou podniky dosahovat značných úspor. Cloudová uložení přímo eliminují náklady spojené s vystavováním fyzických dokladů rovněž jako náklady na archivaci nebo likvidaci. Dále umožňují všem povolaným uživatelům, okamžitý přístup k datům téměř odkudkoli. I díky této technologii může být rozvíjena právě smart komunikace a smart továrny.

2.2.1 Cloudová propojení – Datová uložení

S inovacemi jako internet věcí, práce s velkými daty a prakticky všeho v oblasti digitálních dat, je dnes již neodmyslitelná existence cloudové propojení. To je připojení ke "Cloudovému uložení" tedy serverovým datům prakticky odkudkoliv a kdykoliv. Přestože odstraníme náklady s fyzickými doklady, tak reálné servery uložení musí někde být uloženy, což tvoří příslušné náklady. Zároveň však každá firma nemusí servery fyzicky vlastnit, jen si je pronajímat jako službu. S tím však narůstá riziko úniku cenných dat nejen Know-how, ale dnes možná i cennější data o klientech. Není třeba aby, každý zaměstnanec v podniku disponoval tímto cloudovým připojením, ale ideálně hybridní nebo celkový přechod na tuto technologii má vliv na snížení nákladů na dokumentaci. (Mařík a kol, 2016, s. 54) Uvedu dva příklady z oblasti návodů a vzdělávání zaměstnanců. Jestliže vytvoříme univerzální virtuální školící systém pro zaměstnance, můžeme tento návod opakovaně používat prakticky s nulovými náklady. V případě nutnosti jeho editace, je provedení těchto změn velmi snadné. Druhý příklad je návod na obsluhu softwaru, stroje nebo výrobního postupu. Fyzické dokumenty se vlivem času a nahodilých událostí poztrácí, potrhají nebo jinak poškodí a vzniká nutnost jejich obnovy. Stejně tak při jakékoli obsahové změně vzniká požadavek nahradit všechny původní verze v oběhu, jelikož informační hodnota těchto výtisků je zastaralá. V obou případech podnik zavedením cloudových uložení značně zredukuje náklady a zároveň minimalizuje časové plýtvání z pohledu předání dat.

2.2.2 Smart Komunikace - Smart factory

Uplatnění chytré komunikace nebo chytrého řízení je široké, ať už ve státní správě, řízení měst, dopravě nebo právě výroby. Ve vrcholné verzi by tedy existoval jeden nadřazený program, který by buď sám dokázal sbírat veškerá potřebná data z jednotlivých zařízení, nebo by sbíral data z příslušných specializovaných programů a dále s nimi pracoval v rámci

řízení výroby a podniku. (Mařík a kol, 2016, s. 60) Při dosažení takové úrovně komplexnosti programu by mělo být možné řídit celou výrobu z jednoho zařízení. V jiném případě by se výroba řídila sama s dopomocí umělé inteligence, kterou si představíme v samostatné kapitole, by se výroba řídila sama. Mimo úroveň komplexnosti a datové náročnosti, kterou by tento program dokázal zpracovávat, je pro nás důležitá jeho konkrétní schopnost. Z označení SMART by tento software měl být i schopný vyhodnocovat podstatu dat a předkládat nám pouze relevantní řešení, nebo se dokonce dle nich sám v rozhodovat

2.3 Autonomní roboty

Technologie autonomních robotů a autonomní výroby by se dala považovat jako vrchol čtvrté průmyslové revoluce. Vrcholný autonomní robot by sjednocoval všechny inovace a by byl propojen se vším. Měl by s přístup ke všem dostupným datům se schopností se učit či dokonce rozhodovat.

2.3.1. Autonomní robot

Dnes lze ve výrobním prostředí rozlišovat širokou škálu, ať už velikostí nebo schopností vykonávat přiřazené činnosti, výrobních robotů. Každý robot se skládá z nespočtu dílčích částí. Aby tento stroj byl považován za autonomního robota je nutné, aby měl komponenty, které v rámci této kapitoly sdružuji do pěti kategorií.

Nosné části: Mezi tyto díly řadím vše, co tvoří v zásadě kostru robota, ale významně se nepodílí na pohybových schopnostech (rám, kryty, ochranná skla)

Mechanické části: Do mechanických částí zařadím ty součástky, které zpravidla zajišťují pohyb, nebo manipulaci s objekty (pohonné jednotky, ložiska, otočné klouby, drapáky, kola, pásy a další)

Elektronické části: Tyto části obvykle zpracovávají data o okolním prostředí, stavu robota a zajišťují přenos dat (senzory, datové sběrnice, dílčí řídicí desky a další)

Samostatnou částí je pak **software**, který všechna příchozí data zpracuje a vyšle patřičné signály/povel například (nastartovat a jet vpřed, uchopit drapákem předmět a podobně)

Energetické zdroj: Není přímo pohonnou jednotkou jako motor, ale zdrojem energie (Baterie, generátor, sluneční panely, síťový kabel)

Detailní rozdělení částí průmyslového robotu

- Efektory (zařízení na konci ramene): kleště, montážní nástroje, přísavky, svařovací nástroje, demontážní nástroje
- Převodníky mechanické energie: ložiska, klouby
- Pohony: elektrické, hydraulické, pneumatické
- Převodníky a čidla: senzory a sběrnice dat
- Řídící orgány: software, externí počítač
- Podpůrné konstrukce: nosná konstrukce a kabely, obvody
- Periferní orgány: paměťové uložení, bezpečnostní systém, zásobník, obslužný terminál

(Piskač, 2004)

Klíčovým rozdílem mezi robotem a autonomním robotem je pak právě řídicí systém, jež by mohl mít v sobě zapracovanou například i technologii strojového učení či později umělou inteligenci.

Autonomní robot je do jisté míry schopen pracovat samostatně, díky cloudovému propojení přijímá vzniklé úkoly a vypracovává je. V případě integrace strojového učení je schopný se učit, například jak se vypořádat s novými překážkami.

2.3.2 Autonomní lean výrobní buňky

Štíhlé výrobní buňky jsem již v kapitole "Tok jednoho kusu" a "Tvorba štíhlých výrobních buněk" představil. Hlavním rozdílem autonomní lean výrobní buňky oproti konvenční je její vyšší technologická úroveň. Taková výrobní linka by naplňovala nejen primární funkci, tedy vyrobit jeden výrobek v rámci jejího okruhu bez nutnosti převozu rozpracované výroby k jinému stroji, ale zároveň by si sama řídila materiálový tok, expedici, poruchová hlášení či výkaznictví.

2.3.3 Autonomní výroba

K dosažení autonomní výroby by bylo nutné dosáhnout vysokou úroveň komplexnosti a datového propojení. Taková úroveň by byla pravděpodobně sama o sobě bariérou. Jak jsem již uvedl, v podstatě jakákoliv interní data jsou extrémně cenná a podniky se je snaží chránit. Pro dosažení této úrovně autonomní výroby, která by se byla schopna řídit "sama" by požadovala výkonné komplexní datové propojení se všemi zúčastněnými (dodavatele, odběratele, servisní služby a další). (Mařík a kol, 2016, s. 65) Pokud by ovšem takové

společnosti našli shodu, nebo by firemní skupina byla schopna sama zprostředkovat veškeré nutné činnosti, mohlo by dojít k vytvoření autonomní výroby. Tato výroba nebo továrna by byla schopna fungovat zcela samostatně a lidský faktor by mohl být pro fungování až nežádoucí.

2.4 Strojové učení a Umělá inteligence

Z pohledu těchto konceptů by se dalo říci, že strojové učení a umělá inteligence nejsou až tak revoluční inovace. Jeví se však jako nutný krok k dalšímu vývoji. Oba přístupy se dají chápat jako další vývojový stupeň v rámci ověřování například výzkumných otázek. Složité systémy pro analýzy chování nebo využívání kvantových počítačů pro vysoce náročné výpočty již používáme, přičemž tyto přístupy by, pravděpodobně i značně urychlily vývoj či řešení problémů. (Mařík a kol, 2016, s. 70)

Strojové učení: Je v zásadě limitovanou podoblastí, umělé inteligence, kde příslušný program má možnost se praxí učit a zdokonalovat. To ve výsledku znamená na konkrétním příkladu předvídání vývoje časových řad u burzovních indexů. Kdy konkrétní program je navržen a vytvořen z předešlých empirických dat, modelů a zkušeností ovšem dokáže se v průběhu praxe učit. Pokud nastane pattern křivek na trhu burz, v první interakci nebude takový program vědět co předikovat, ale v budoucnu si již bude pamatovat co následovalo v podobném scénáriu a na základě toho vydá předpověď.

AI - Artificial intelligence: Na rozdíl od strojového učení je vrcholná umělá inteligence se nejen učit, ale zároveň i přeprogramovat nebo upravit původní nastavení. Právě tato "schopnost" přeprogramování je její důležitá odlišovací vlastnost.

Představme si výrobní linky se strojovým učením a AI. Obě budou mít původní program se stejným zadáním: "Při opakovaném nedosažení požadované váhy výrobku zpomal výkon o 10 %". Linka se strojovým učením bude tento úkol plnit vždy a případně provede i větší zpomalení pro úspěšné dosažení výsledku, tedy správně navážit. Oproti tomu linka s umělou inteligencí, pokud snížení výkonu nepomůže ke splnění zadání, dokáže upravit program a popřípadě zavolat kontrolu kvality, či servisního technika o kontrolu čidel. Tedy bez nutnosti lidské asistence se takový stroj sám rozhodne identifikovaný problém vyřešit.

2.5 Aditivní výroba - 3D tisk

Výrobní směr a technologie s ní spojené nabírají v posledních letech stále na významu. Dopomohla tomu především změna cenové dostupnosti a technologie 3D tisku a rovněž rozvoj v oblasti použitelných materiálů a jejich vlastností. Celá aditivní výroba je rovněž značně propojená s ostatními inovacemi především tedy cloudovými uložišti. Výrobní stroje již nevyrábí pomocí forem, ale díky digitálnímu návodu. Podle příslušného schématu stroj následně nanáší vrstvy materiálu. Primárním technologickým rozdílem je metoda výroby, kdy v rámci aditivní výroby vrstvy materiálu nanášíme nikoliv opracováváme výchozí materiál. Vzniklé množství odpadu je nižší a zároveň čas výroby znatelně kratší. (Mařík a kol, 2016, s. 55)

3 Průmysl 5.0

Než představím průmysl 5.0, porovnáám tento s průmyslem 4.0 z pohledu přínosů. V rámci čtvrté vlny považuji za klíčové inovace datové propojení a zpracovávání dat ovlivňující výrobní efektivitu a možnosti robotizace. Prakticky se může zdát, že snahou prosadit robotizaci se snaží tyto inovace odstranit člověka z výroby, jelikož je identifikován jako problém. Očekává se, že v rámci páté vlny bude tato myšlenka, že " člověk je problém ve výrobě" v protikladu. Domnívám se, že zde bude snaha člověka opětovně zařadit do výroby, minimálně na pole vysoce kvalifikovaných pozic. Významnými pilířem páté průmyslové revoluce bude pak nový materiál a environmentální udržitelnost, přičemž neméně významné bude pokračování a zdokonalování inovací, jež přišli s předchozí vlnou.

3.1 Datové splynutí

Kromě plošného pokrytí 5G sítěmi, tedy bezdrátovými sítěmi páté generace, se očekává i příchod šesté generace. Ta bude opět řádovým skokem výše, co se týče rychlosti datového přenosu a zároveň se očekává, že tento datový tok již ponese samostatné zabezpečení. Velká data dnešních rozměrů bude možné přesouvat na rychlosti 6G sítí v rámci vteřin.

3.1.1 Multi levelová datová integrace

Uvedl jsem výše, že v průmyslu 4.0 nutnost mezipodnikového detailního datového spojení bude spíše překážkou, než jen možností jak využít tuto příležitost pro autonomní řízení

podniku. Očekává se, že tento problém bude překonán, a to právě prostřednictvím korporátních skupin, které budou využívat technologických předností pro pokrytí majority trhu. Tyto konglomeráty nebudou nuceny mít dodavatele či odběratele, jelikož všechny činnosti zastanou sami. Zároveň by datové propojení mělo dosáhnout takové úrovně, kdy všechny stroje budou propojeny. Zařízení potom spolu budou v zásadě komunikovat, sami si upravovat například materiálový či energetický tok, teploty v rámci výrobních prostor apod. To vše pro dosažení maximální nákladové optimalizace.

3.1.2 Meta svět - Digitální dvojčata

V rámci průmyslu 4.0 jsem představil AR a VR a uvedl, že virtuální realita bude mít využití v oblastech jako zábava, zážitkové činnosti, designovém modelování nebo developerské exkurze. Očekává se, že se Meta svět stane optimálním prostorem pro prototypy a simulace. To především díky technologickým a programátorským pokrokům, kdy budeme schopni ve virtuálním světě věrně napodobit fyzikální síly a vlivy reálného světa. V případě automobilových podniků, bude toto jasným krokem kupředu, protože tyto budou moci provádět násobně více testů bez zvýšených nákladů na zničené prototypy, jako je to dnes. Myslím si, že se stále zdokonalující technologií počítačových čipů nebude později nutné pro vstup do virtuální reality používat hardwarové headsety, jak je tomu dnes. Budeme moci vstoupit do meta světa prakticky kdykoliv a každý člověk bude mít svoje digitální dvojče. I to je možným faktorem, proč se očekává znovu zapojení lidí do výroby, jelikož neomezený přístup ke vzdělávání slibuje masivní vlnu vysoce kvalifikovaných pracovníků.

3.2 Vrcholné AI a drony

3.2.1 Autonomní systémy

Pro vrcholnou umělou inteligenci je dnešní hardware stále značně limitující. Pokud bychom očekávali autonomně pracujícího robota s umělou inteligencí, musel tento robot disponovat jistou formou kvantového počítače. Tato technologie je dnes nejen extrémně nákladná, a to nejen finančně a energeticky, ale i z technického hlediska např. chlazení. Pokud se podaří tuto hardwarovou překážku vyřešit, budeme se moci posunout k novému vývojovému stupni robotů.

3.2.2 Drony a roboty

Technologické posuny by měli jistě značný dopad v oblasti dronů a robotů. Plně automatická doprava, očekávaná nulová nehodovost. Taková revoluce v logistice a infrastruktuře by znamenali i revoluci i na poli výroby. Takto schopní strojoví pracovníci by pravděpodobně zpřístupnili práci v podmínkách, jež jsou v současnosti pro člověka extrémní. Tyto změny by se pravděpodobně promítly do další vlny zefektivnění práce.

Takové, řekněme těžební společnosti by dále nemusely nutně zavádět například odvětrávání, osvětlení a další systémy, které byly nezbytné pro možnost lidskou obsluhu.

3.3 Programovatelné materiály

3.3.1 Programovatelné materiály a nástroje

Stále narůstající význam dříve představené aditivní výroby přinese velmi pravděpodobně samostatnou revoluci v oblasti materiálů. To by znamenalo, že dílčí materiály by přestaly existovat a každý výrobek by měl předem definovaný materiál, ze kterého by se pro požadované konečné vlastnosti produktu vyráběl. Takovéto materiály by byly ušlechtilé a odolné vůči externím faktorům. Pokud by to bylo žádoucí výrobky z nich by nepodléhaly degradaci a ztrátě požadovaných vlastností, jako tomu je dnes. Výrobek nebo stroj se vlivem času a dalších faktorů stárne opotřebovává, stárne a ztrácí požadované vlastnosti.

Programovatelné nástroje: V zásadě by takový programovatelný neboli víceúčelový materiál bylo možné využívat pro upravitelné nástroje, tedy takové, které by bylo možné upravit v závislosti na práci. Řekněme, že servisní technik by nemusel nést k opravě různé velikosti nástrojů, ale stačil by mu pouze jeden "programovatelný" a velikost by bylo možné upravit na místě v závislosti na výkonu.

3.3.2 Enviromentální udržitelnost

Úzce souvisí s programovatelnými materiály. Kdyby byl každý produkt zhotoven z popsaných materiálů, které by buď nestárly vůbec nebo by je naopak bylo velmi snadné znovu využít, tedy přeprogramovat. Kompletně by vymizely sběrné suroviny, recyklace a pro podniky by se eliminovali všechny náklady spojené s podpůrným materiálem nebo odřezky, které dnes není možné dále použít.

3.4 Spojení člověka a stroje

Jak jsem uvedl v kapitole Meta světa, příchod nové vlny vysoce kvalifikovaných pracovníků by ovlivnil setrvání a rozšíření řad zaměstnanců v náročných pozicích. Do výroby by se pravděpodobně v jisté formě navrátili lidé. Ke kobotům, tedy kolaborativním robotům, na které by dohlíželi jako dispečeři, či vedoucí.

3.4.1 Exoskelety

Specifickým tématem a polem využití by měl být i rozvoj exoskeletů. Tyto, v zásadě jednoduché, stroje by měly výrazně zlepšovat vlastnosti/výkonnost jejich lidských nositelů/operátorů. Dle mého názoru by šíře využitelnosti závisela na pokrocích v oblasti umělé inteligence a dokonalých autonomních robotech. Pokud by této technologie bylo dosaženo a bylo by možné pro splnění jakéhokoliv náročného úkolu využít stroj, tato inovace by se pravděpodobně široce nevyužívala. Určitě by bylo možné exoskelety využívat například ve zdravotnictví pro rehabilitační účely.

PRAKTICKÁ ČÁST

4 Praktická část

4.1 Představení sledovaného podniku - Masná výroba

Česká výrobní společnost zaměřená na zpracování masa a produkci uzenářských výrobků, převážně výrobu šunky, ale i dalších masných výrobků. V současnosti má podnik více výrobních závodů a řadu skladů. V praktické části mé práce se budu věnovat analýze výrobního a dalších procesů v jedné z těchto jednotek.

Vývoj: Za jeden z technologicky nejvýznamnějších kroků v historii firmy se dá považovat integrace nářezové linky. Předcházející, původní řešení tohoto úseku se nedá výkonnostně porovnávat s úrovní současné nářezové linky, a již vůbec ne s budoucím novým řešením, které je představené dále v práci. V rámci udržitelnosti a efektivity energií proběhla výstavba parní kotelny, čističky odpadních vod, výměníků tepla a dalších zařízení.

Spolupráce: Jak jsem již uvedl dříve v práci, konkurenceschopnost v dnešním světě už dávno není pouze lokální či regionální. Dle velikosti a oboru podnikání se stala až globální. V našem případě, se tak jedná o celoevropskou konkurenci. Dnes výrobky analyzovaného podniku nalezneme v tuzemsku v nabídce řetězců jako Globus, Lidl, Makro, Billa, Kaufland, Penny, Rohlík. cz, Košík.cz a mnoha dalších. V rámci nadnárodního působení nalezneme produkty v Lidlu, Kauflandu, Iceland, Tamda foods a dalších.

Konkurence: I tento fakt aktivního působení v evropské konkurenci nutí náš podnik iniciovat činnosti neustálého se zlepšování. To platí nejen pro oblast štihlé výroby, ale současně i neustálou implementaci nových technologií pro dosažení vyšší efektivity a lepších výsledků. To podporuje i světový trend, ne jen v potravinářství, kde široká zákaznická veřejnost požaduje stále kvalitnější výrobky.

Růst: Podnik svojí činností neustále roste. Dle výročních zpráv posledních let je meziroční průměrný růst obrátu zhruba 10 %.

4.1.1 Vedení podniku - podnikové/výrobní řízení

Jak jsem již zmínil, podniky mají různé predispozice k zavádění štihlých opatření. Provedl jsem tedy analýzu vedení podniku, dlouhodobé strategie a štihlých nástrojů, které se již využívají, aby následně bylo možné dojít k přínosným návrhům zlepšení.

Dlouhodobé vedení - Identifikoval jsem prvky Six Sigma a TQM. V obou přístupech se podnik zaměřuje na dosahování nejvyšší úrovně kvality. Kvalita je v rámci podnikové filozofie na prvním místě.

Oblast kontinuálního zlepšování zapojením příslušných zaměstnanců, je realizována vždy v příslušných divizích. Například právě řízení kvality a efektivity nebo digitálního řízení.

V případě optimalizace podnik kombinuje přístup obou výše uvedených těchto směrů. To znamená usiluje o zefektivňování dosavadní kapacity, což se děje v rámci současné výroby. Zároveň pak iniciuje implementaci nových strojů a inovací právě z oblasti průmyslu 4.0. Tyto kroky budou představeny v rámci návrhů, jež se budou realizovat v nově připravovaných výrobních prostorech. Nová výrobní zařízení budou rámcově využívat představené technologie: internet věcí, analýzu dat, cloudové propojení, prvky autonomního robota a hybridní autonomní výrobní buňky.

Metoda 5S: Probíhá opakovaně k možnostem optimalizace zdrojů a udržení efektivity podnikových procesů.

QFD: Ve sledovaném podniku jsem identifikoval, že neprobíhá úprava některých produktů pro koncové zákazníky, tj. spotřebitele, avšak co se týče spolupráce s prodejními řetězci, zde do jisté míry tuto úpravu nalezneme. Tyto modifikace se převážně týkají úpravy etikety, změny váhy požadovaných balení nebo druh plátkování (šířka, nařazení, úprava) a to z důvodu privátních značek samotných řetězců.

Lean řízení (nástroje) : Jako metodu řízení výroby má podnik zavedené řízení KANBAN. Tedy nic nevyrábíme jen na sklad, ale všechno vyrobené má již svého odběratele. Současný provoz je poloautomatický a především v řízení výroby vytváří tlak na znalosti vedoucích pracovníků. Nové řešení, jež dále představím, tento proces (řízení výroby, skladování, interní dopravu) zautomatizuje a bude v rámci organizace výroby postupovat dle pravidel štíhlých nástrojů.

Tím se posouvám k metodice **SMED**. Výrobní linky není v zásadě nutné náročně přetypovávat. Vše, včetně přenastavování zařízení systémově. Důležitá je dostupnost patřičných prvků, např. etiket, jelikož jednotlivé stejné výrobky mohou mít podle odběratelů a jejich privátních značek odlišnosti. Proces zadání přetypování a požadavek na přípravu etiket je řízen člověkem a je zde tedy přítomný i prostor pro lidskou chybu.

JIT: Je zavedeno jen do určité míry. Zde určitě narážím na body, jež jsem představil v teorii, kdy podnik s KANBAN musí mít vždy připravené zásoby, nemůže tedy dokonale

optimalizovat. Pro konkrétní výrobu musí být materiál nejprve adekvátně připraven ke zpracování a zároveň má omezenou trvanlivost. V rámci vnitropodnikových zásob je JIT zaveden.

TPM: Je v rámci konkrétního výrobního podniku nezaveden, není v zásadě nežádoucí. To nejen ze specifických nároků, jež jsou spojeny s výrobou potravin, tedy přísných hygienických pravidel, ale i vysoké úrovně softwarové integrace. Softwarové přístupy mají pouze řídicí pracovníci, s pověřením k ovládání těchto strojů a servisní technici. Zde by bylo naprosto nežádoucí, aby do systému měl přístup kdokoliv nepověřený.

Softwarové řízení je klíčové již v současné výrobě a ještě zásadnější význam bude mít u budoucího nového řešení. Nová zařízení budou kompletně řízena softwarem a všechny opravy jako i programová přenastavení budou prováděna specialisty od dodavatelské společnosti.

BPM: Informační tok a propojení je dokonale zavedeno na všechny činnosti v rámci podniku. Zde taktéž narážíme na bariéry, jež jsem představil v teoretické části a to na skutečnost, že v současné době jsou členové celkového řetězce ochranářští ke sdílení komplexních informací.

Ergonomie: Tuto oblast bychom v současné výrobě nejlépe přiblížili na pořízení a zavedení nových manipulačních zařízení. Manipulanti, tedy zaměstnanci odpovědní za interní dopravu materiálu, jsou díky nim nejen výkonnější, ale také zmenšují svoje fyzické opotřebení. V nové výrobě bude například celý skladový systém etiket a ostatního podpůrného materiálu upraven pro ergonomii tak, že nebude vyžadovat lidský fyzický zásah operátora.

Zároveň bych v rámci ergonomie zmínil i úroveň zázemí. Ta bude vyšší jak pro vlastní zaměstnance, tak pro externí pracovníky, kteří se dostaví při nutnosti kalibrace nebo servisních úprav/údržby strojů a zařízení do podniku.

Firemní systémy: Jsou zavedeny napříč celým podnikem. Nejkomplexnější je systémy od Siemens, který i blíže představím a ASAP. Dále pak existují menší specializované programy na jednotlivé výrobní stroje. Nová výroba rozšíří stávající programy o komplexní řídicí skladový systém Körber, systémy ovládání jednotlivých strojů Tavit - manipulační roboty, Weber - nářezové linky, Colimac a Multivac - balící linky.

V ideálním případě by bylo využito opět koncepce inovace z průmyslu 4.0 vytvořením nadřazeného komplexního řídicího systému, který by byl schopný komunikovat se všemi

uvedenými separátně, a pro uživatele by stačilo požadavky zadávat do tohoto nadřazeného programu.

4.1.2 Cíl podniku implementováním lean a inovací

Tabulka č. 2 Meziroční změny počtu objednávek

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	16%	36%	44%	12%	3%	7%	1%	-5%	-9%	-1%	6%	10%

Zdroj: Vlastní zpracování

Z analýzy vedení podniku, dlouhodobých strategií a současné tabulky č. 2, která ukazuje trend dlouhodobého meziročního růstu objednávek, vyvozují cíl inovací. Myslím si, že štíhlá integrace je ve sledovaném podniku na dobré úrovni, což je dobrým výchozím stavem pro pozitivní výsledky přínosu budoucích inovací. Inovace by měly podniku přinést samozřejmě úspory formou snížení mzdových nákladů a plýtvání, a tím zvýšit výkonnost podniku. Jelikož podnik dlouhodobě zaznamenává růst objednávek, s výjimkou roků pandemie a roku 2018, je nutné inovovat tak, aby inovace přinesly zvýšení výrobních kapacit. Souběžně by měly inovace přinést kvalitativní zlepšení, tedy zvýšit kvalitu produktů.

4.2 Analýza výrobního procesu

Nyní představím upravený unifikovaný výrobní proces, kterým musí projít materiál, tedy maso, aby na konci jeho cesty byl již hotový produkt zabalený a připravený k expedici. Celý proces je vyznačen i na schématu níže, v rámci kterého se později v práci zaměřím, právě na vyznačenou oblast "čisté výroby". Zde budu primárně navrhovat změny a komparovat současnou výrobu s návrhy, které implementují inovace průmyslu 4.0.

Surovina, tedy maso, je nejprve přijata a zaskladněna. Pokud surovina není mražená, putuje na vstupní kontrolu a k úvodní formě úpravy. Takto upravená surovina je následně opět uskladněna. Technologický proces pokračuje tepelnou úpravou v "masírovacím" zařízení a "narážení". V procesu narážení je maso zavařeno do obalu a do forem. Surovina v formách je následně opět tepelně upravena a přebalena. V rámci procesu narážení, tedy špinavé výroby, později představím konkrétní inovaci výrobního postupu příslušné fáze zpracování. Upravené a zabalené maso je buď již hotovou surovinou, nebo je v této podobě pro další kroky výroby důležité a označuje se zde jako "štangle". Tyto štangle se následně skladují na

paletách o zhruba 500 kg. Tyto palety jsou zaevidovány do systému a označeny kódem, etiketou a přijaty na hlavní sklad. V případě, že štangle je již hotový výrobek je převezena manipulantem na expedici. Zde je zkompletována v rámci menších objednávek pro řeznictví, Jednoty, Coopu a jiné menší prodejce.

V případě, že se jedná o jiné, více specifické výrobky - například slaniny, kýty apod., tak činnosti masírování a vaření suplují příslušné činnosti. Takové činnosti mohou být udírna, vaření ve skříňových varnách a následně taktéž balení. Nyní zpět k činnostem procesu zahrnující nářezové linky. V hlavním skladu zaměstnanci palety se štanglemi zpracovávají dle požadavků na výdej do výroby Dle požadavků je materiál expedován do skladu nářezových linek. V hlavním skladu neprobíhá evidence výdeje materiálu do výroby. Funguje čistě na znalosti a paměti skladového zaměstnance, který musí vydávat materiál metodou FIFO. Ve skladu nářezových linek před samotnými linkami, jsou tyto palety se štanglemi rozděleny pro snazší manipulaci na menší části. Štangle v menších přepravních jsou posunuty ke konkrétním linkám. Zde jsou štangle pracovníkem rozbalovány a vkládány do nářezových linek. Nářezová linka se skládá ze čtyř důležitých strojů. Jsou to sterilizační tunel, krustovač, nářezový stroj a balící zařízení. Rozbalené vložené štangle putují sterilizačním tunelem, kde jsou hygienicky ošetřeny. V krustovacím zařízení je materiál dle programu upraven a po dopravníku pokračuje do nářezového zařízení. Zde obsluha manuálně vkládá štangle do nářezového stroje, který je dle programu krájí na požadovanou formu. V baličce, která je součástí nářezové linky, probíhá lisování krabiček 100, 200, 300 g. Obsluha vkládá požadované připravené množství do jednotlivých krabiček. Tyto vaničky jsou dále strojově uzavřeny a je na ně umístěna etiketa z obou stran.

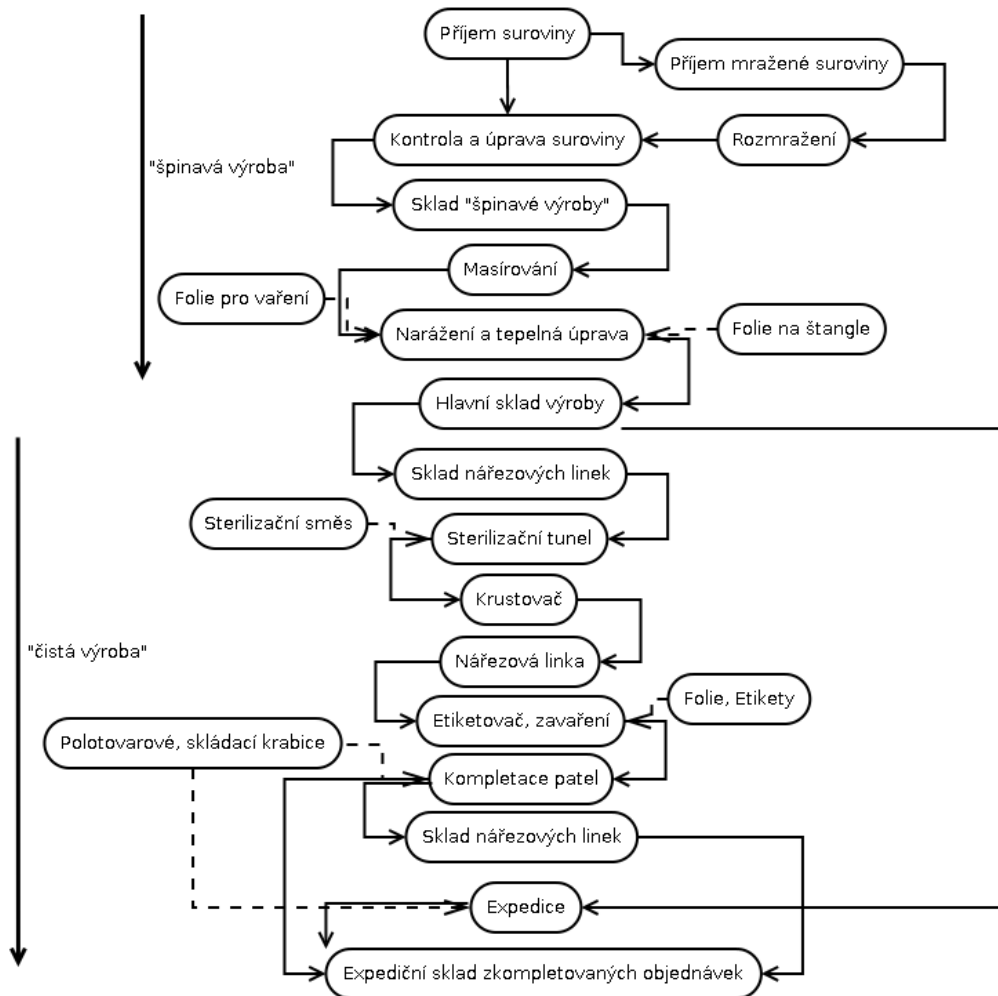
V případě, že je vanička prázdná linka takovou krabičku automaticky vyřadí. Pokud vanička nesplňuje stanovený váhový limit, je taktéž vyřazena. Naplněné a zavažené vaničky opouštějí nářezovou linku a obsluha, skládající se ze dvou až tří pracovníků, tyto produkty balí do kartonových obalů. Tyto krabice jsou skládány na palety a které jsou následně po finalizaci zaevidovány a označeny. Palety v tomto stavu jsou buď přesunuty do dočasného chlazeného skladu nebo rovnou převezeny do chlazených prostor určených pro export. Pro tento úsek, balení uzavřených vaniček do kartonových obalů, jsou kartonové krabice dvojího kvalitativního typu. Dražší variantou jsou skládací krabice, které si obsluha složí sama přímo u výstupu z linky. Druhou variantou jsou polotovarové obaly. Ty jsou v příslušném skladu obalového materiálu složeny strojem TAVIL, označeny a obsluhou

přivezeny. Ve skladu obalového materiálu obsluha dvou zaměstnanců provádí příjem krabicových polotovarů, údržbu skladu podpůrných materiálu, výrobu krabic a převoz k linkám. Posledním úsekem výroby je odbyt. Do odbytové haly putují zkompletované palety z nářezových linek. Na stanovištích expedice zaměstnanci kompletují zmíněné objednávky pro maloobchodníky nebo menší odběratele. Každé stanoviště má vlastní řadu výdejek korespondujících s příslušnými objednávkami. S ohledem na výdejky je manipulanty na každé stanoviště dovezen potřebný materiál, kterým jsou buď menší počty krabic z nářezových linek, nekrájené slanin, štangle nebo jiné. Zkompletované objednávky jsou stejně jako palety z nářezových linek, zabaleny a přesunuty do odbytového skladů. Zde jsou s příslušným značením uloženy do doby transportu.

Identifikované problémy

- Nízká úroveň automatizace, jež limituje výkonnost nářezových linek
- **Velký důraz na lidské řízení, které dává prostor pro chyby způsobující následně značné ztráty**
- Neoptimální řízení skladu a sledování materiálů
- Nezahrnutí činností do digitálního prostředí (vedení skladu podpůrného materiálu)

Obrázek č. 9 Unifikovaný výrobní proces - Výrobku nářezové linky



Zdroj: Vlastní zpracování

4.2.1 Současné nářezové linky

Z komplexního výrobního procesu se budu blíže věnovat činnosti výroby nářezové linky. Provoz nyní blíže představím i s příklady konkrétních strojů, jež jsou součástí stávajícího řešení. Následně představím i nové navrhované řešení a udělám komparaci strojů.

Jak jsem v předešlé kapitole uvedl, tak zaměstnanec skladu nářezových linek zaváží požadovaný materiál na počátek nářezové linky. Zde tento materiál přebírá obsluha sterilizačního zařízení, jež štangle rozbalí a vkládá do procesu zpracování. I když je v celé výrobě kladen vysoký důraz na dodržování vysokých hygienických standardů je na tomto místě nutné materiál vždy hygienicky ošetřit ve sterilizačním tunelu. Sterilizační tunel provádí čištění masa namíchanou směsí. Směs je připravována jinou pověřenou obsluhou sanitačního oddělení. Do krustovače postupuje materiál po pásovém dopravníku. Na plynulý provoz dohlíží druhý člen obsluhy. Krustovací stroj dle programu upraví každou

šťangli na vlastnosti, jež jsou požadovány. Nanáší například různá koření, solné roztoky, tepelně upravuje svrchní vrstvu apod. Zde následně dva členové obsluhy takto upravené štangle přebírají a vkládají je již do samotného stroje, podle kterého nese celá linka označení.

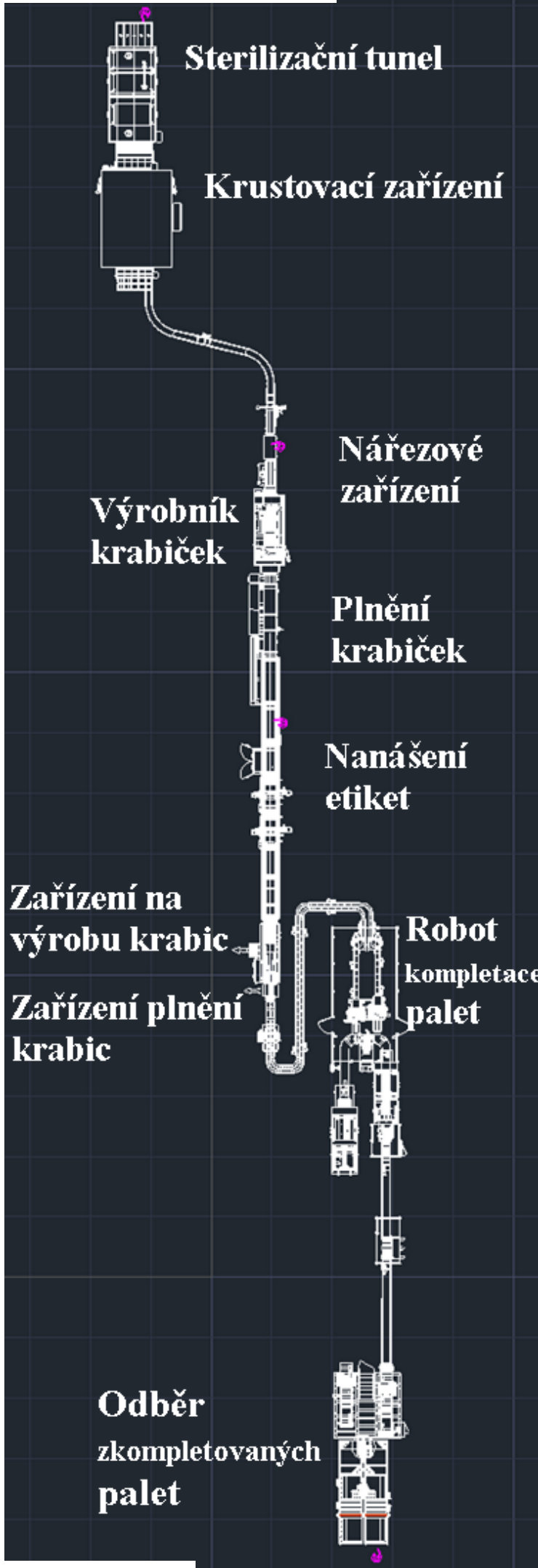
Nářezová zařízení používaná v současné výrobě jsou nejčastěji od společnosti Weber a Multivac a zpracovávají dle programového nastavení až tři štangle materiálu najednou. Na tyto nářezová zařízení pak navazují balící stoje od Multivac nebo Colimatic. Některé modernější zařízení jsou již schopny díky různým rychlostem pásových dopravníků připravovat komínky o požadované váze 100, 200, 300 g. Tyto komínky pak obsluha vkládá do jednotlivých vyrobených vaniček, jež jsou produkovány v rámci tohoto stroje. V případě modernějších linek obsluha pouze dohlíží na plnění a provádí kontrolu sledováním vah, případně koriguje váhu přidáním/ubráním plátku, vyřadí poškozenou vaničku nebo upraví pozici masa, aby nedošlo ke špatnému uzavření. V rámci balícího stroje je nutno sledovat návinové zásobníky a zavčas doplňovat etikety a materiál, ze kterého jsou krabice vytlačovány. Poslední úsek balící linky je odpovědný za uzavření obalu vrchní fólií a nanesení etikety. Na schématu je zelenou čarou označeno oddělení výroby od expedice nářezové linky. Zde již vyjíždějí zabalené hotové výrobky, které v rámci kontroly sleduje váha a automaticky vyřazuje ty, jež mají jinou než požadovanou hmotnost o pět procent nad/pod uvedenou hodnotu na obalu. Tolerance je stanovena příslušným oborovým předpisem. Následuje operace balení výrobků v příslušném množství do hotových krabic. Tuto operaci manuálně provádí dva až tři zaměstnanci. Krabice jsou z polotovarů skládány automatizovaným strojem TAVIL a převezeny na požadované místo, jak bylo uvedeno dříve. Druhý typ krabic, tj. skládací si obsluha obal složí na místě. Tyto skládací krabice jsou navrženy tak, aby je bylo možné složit prakticky jedním pohybem. Jejich negativem je však násobně vyšší cena, při porovnání s polotovarovými. Zkompletované palety jsou následně zaevidovány a putují do expedice.

Obrázek č. 10 Layout současné nářezové linky



Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek č. 11 Layout nové nářezové linky



Zdroj: Vlastní zpracování

4.2.2 Nové nářezové linky

Nyní představím optimalizovaný výrobní proces v podmínkách nového závodu s implementováním inovací průmyslu 4.0. Jak jsem uvedl nářezové linky tvoří podstatnou část výroby finálních produktů. Podstatou zlepšení je snaha implementovat robotizaci, zvýšit výrobní výkon a efektivitu a integraci do systémového řízení.

V porovnání se schématem současného řešení viz obrázek č. 11, i v novém schématu zůstává vstupní zaměstnanec, který přijímá zabalené štangle. Ty je opět nutno rozbalit a vložit do sterilizačního tunelu, který je zde nyní přímo spojen s krustovačem. Sanitačně očištěné a upravené štangle následně putují po pásových dopravnících do nářezového stroje Weber. Díky technologickému posunu jsou nová nářezová zařízení schopna štangle sami přebírat z dopravníků a plnit si materiálový zásobník. Tato změna dovolila uvolnit dva zaměstnance. Zároveň nová výkonnější zařízení budou zpracovávat čtyři štangle najednou oproti původním třem. Štangle budou mít taktéž větší rozměry, tedy stroj bude moci vyrábět s vyšším výkonem. Ke zpomalování v důsledku doplnění zásobníku bude docházet méně často. Ponechaný zaměstnanec provádí dohled nad hladkým chodem a zároveň se podílí na doplňování návinu pro balicí stroje. Schematicky stejně jako v původním řešení jsou všechny následující stroje propojeny. Hlavním rozdílem kromě samotného výkonu jsou schopnosti strojů. Nakrájený materiál dopravníky připravují do takových komínků, které se samy zakládají do připravených vaniček. Zbylí dva zaměstnanci zde provádí primárně kontrolu chodu linky a doplňování návinu materiálu na výrobu vaniček a návinu etiket. Naplněné vaničky pokračují k etiketování, kde jsou nově zásobníky etiket po obou stranách linky. To znamená čtyři zásobníky pracující v dvojitých tandemech. Systém zásobníků obsluhu upozorní na blížící se potřebu výměny návinu. Vyčerpání jednoho návinu, před doplněním spotřebovaných etiket, linku nezastaví. Pouze dojde ke zpomalení na šedesát procent výkonu. V tomto tempu zvládá nanášet etikety i jeden zásobník a po doplnění stavu se linka vrací na plnou rychlost. Veškeré kontrolní činnosti, kterou v původním provedení zastávali zaměstnanci jako kontrolu hmotnosti, pozici materiálu ve vaničce, správnost uzavření, vyřazování nevhodných balení a další, zde zvládá systém s pomocí senzorů, vah a čidel. Celý proces balení jednotlivých výrobků je inovován automatickými roboty TAVIL. První robot je v zásadě sofistikovanější zmenšenou verzí zařízení, které v současné výrobě pouze skládá polotovarové krabice. Na každé lince bude tento nový stroj. Ten zvládá

příchozí hotové vaničky v požadovaném množství vkládat do krabic které současné zhotovuje. Krabice jsou následně zalepeny a označeny kódem a po dopravníku pokračují k poslednímu robotu. Poslední ramenový robot taktéž od TAVIL shromažďuje příchozí krabice do větších celků, které následně zakládá na připravené palety. Vzhledem k jeho výkonnosti skládá dvě palety současně, a tak v porovnáním se současností zastane práci šesti pracovníků. Zkompletované palety zaměstnanec odebere a odveze na odběrové místo nové interní dopravy, kterou představím v jedné z následujících kapitol.

Komparace výrobních zařízení

Obrázek č. 12 Současná nářezová linka při výrobě



Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek č. 13 Nový autonomní nářezový stroj Weber Slicer 804



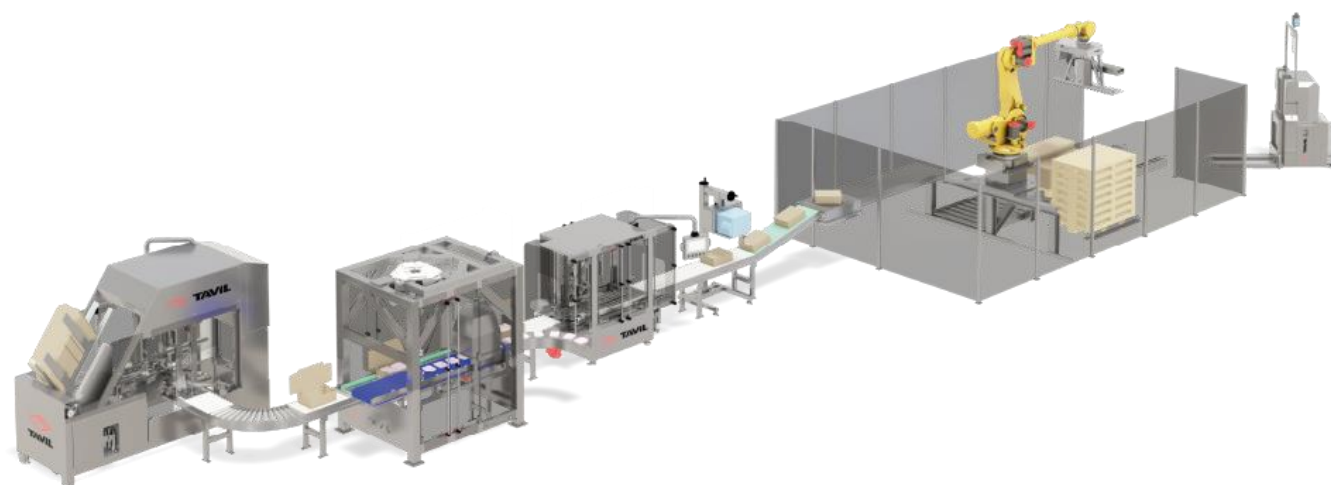
Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek č. 14 Současné kompletování krabic na palety



Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek č. 15 Model nového balicího procesu



Zdroj: (<https://tavil.com/en/sector/meat-products/>)

Obrázek č. 16 Tavid balící robot



Zdroj: (<https://tavid.com/>)

Na obrázcích výše jsou pro komparaci pozice, které projdou největší zaměstnaneckou změnou. Jsou jimi obsluha nářezové linky a skupina jež kompletuje hotové výrobky do krabic a na palety. Jelikož sledovaná společnost dlouhodobě využívá stroje Colimatic, Weber a Multivac je v plánu i nadále pokračovat ve spolupráci přechodem na novější modely. Finální rozhodnutí, jakou kombinaci zařízení využít či zda sáhnout po celkovém komplexním řešení jedné ze jmenovaných firem prokáží výsledky testovací výroby, protože Colimatic i Weber dnes nabízí téměř kompletní výrobní linku i s balícím mechanismem. Důležitým faktorem v rozhodování bude i softwarová kompatibilita, protože řídicí program musí být kompatibilní jak s řídicím systémem Körber tak se systémem Siemens. Nová výrobní zařízení fungují tedy nejen na vyšší výkon, ale zároveň jsou dle programu schopny fungovat téměř autonomně.

4.2.3 Hlavní rozdíly výroby

Prvním přímým rozdílem výroby je úspora lidské práce, zde konkrétně 6 zaměstnanců na jedné výrobní lince. Stávající výroba čítá 16 výrobních linek a očekáváme, že tento počet bude v nové výrobě vyšší. Při současném počtu linek by se jednalo o snížení o 96 zaměstnanců. Jak jsem uvedl nové stroje budou mít vyšší výkon a zároveň budou přesnější a méně chybové. V součtu se očekává zvýšení produkce o 70 %. Redukcí důrazu na lidské řízení výroby se očekává značné snížení nákladů spojených s plýtváním, které je častým důvodem chyb. Tyto chyby vznikají při samotné obsluze linek i jejich řízení. Vedoucí pracovník nářezových linek v současné výrobě provádí následující kroky, které mohou být zdrojem chyb:

- Výběr požadavku na výrobu z fronty objednávek
- Přiřazení požadavku k linkám
- Kompletace požadavku na přípravu materiálu pro příslušnou objednávku a produkční linku
- Evidence dokončené výroby jednotlivých objednávek

Identifikované problémy, chyby a ztráty

Ovládání linek - Jednotlivé části linek jsou zpravidla od rozdílných dodavatelů, a tedy není možné je hromadně ovládat pověřeným kompetentním pracovníkem. Lze všechny články linky centrálně zastavit, ale jejich opětovné spuštění musí proběhnout manuálně. Stejně tak změna výrobního programu. Popsaným vzniká ztráta v rámci prostoje.

Chyby - Jelikož řízení a doprava není zautomatizovaná a prakticky funguje na znalosti zaměstnanců, je zde prostor k chybám jako:

- Kompetentní pracovník nesprávně zadá požadavek na materiál. V důsledku toho je dovezen nevhodný materiál, vzniká škoda na zpracovaném nevhodném materiálu a prostoje při dovezení nového správného materiálu
- Obsluha skladu - Nesprávně vyhodnotí požadavek a vyskladní nesprávný materiál - prostoje při vyskladňování správného
- Obsluha výrobníku vaniček zadá špatný program - ztráta, vyrobeného obalového materiálu a současně prostoje při přenastavení
- Obsluha etiket vyskladní a založí nesprávné etikety - obaly a etikety již použité musí být zlikvidovány a zároveň dojde k prostoji při dodání a znovu rozběhnutí linky

Evidence a skladování - jak jsem již dříve uvedl, hlavní sklad materiálu, ze kterého je vydáván materiál do skladu nářezových linek, funguje na znalostech a paměti operátorů. Ti si musí pamatovat, kdy byl který materiál naskladněn a podle toho jej vyskladnit, pracovat tedy metodou FIFO. V případě nedodržení těchto pravidel dochází ke škodám. Vzniká škoda expirací materiálu vlivem opožděného vyskladnění. V horším případě by postoupením expirovaného materiálu do výroby a jeho zpracováním (obalových materiál, mzda, energie) vznikla škoda ještě větší.

Nové řešení výrobních linek a automatizovaného řízení skladu eliminuje výše popsané chybové scénáře.

4.2.4 Implementace změn a procesní změny

Jak již víme, štíhlé úpravy se snaží primárně eliminovat nadměrné náklady. Dle mého je nutnost myslet na optimalizační kroky již v rámci plánování a projektování. V rámci implementace změn u nářezových linek v nových prostorách tak v současnosti probíhá prototypový provoz vzorku tří linek od různých dodavatelů. Testuje se výkonnost, adaptabilita a v rámci budoucího rozvoje také systémová upravitelnost. Cíl ovládnutí výroby je tedy jasný. "Chceme být schopni ovládat všechny linky a všechny jednotlivé stroje prostřednictvím jednoho nadřazeného řídicího systému." Tohoto cíle pak dosáhneme snadněji tak, že budoucí výrobní stroje budou od co nejmenšího počtu dodavatelů, tedy předpokládáme, že jejich operační systémy budou kompatibilní. V případě větší softwarové odlišnosti si budeme muset zajistit vytvoření vlastního nadřazeného systému. Překážky tohoto řešení popisují v kapitole BPM a Multi levelové datové integraci.

4.2.5 Současné řízení skladu a vnitropodniková doprava

Uvedl jsem, že i řízení skladů a vnitropodnikové dopravy je závislé na zaměstnancích a jejich znalostech, což dává prostor k chybám a plýtvání. Dochází k nim konkrétně ve skladech

podpůrných materiálů, hlavním skladu materiálu a činnostech vnitropodnikové dopravy. Jednotlivé sklady podpůrných materiálů (etikety, krabice, obaly) nejsou v současnosti integrovány v digitální evidenci.

Neefektivita v těchto činnostech generuje nadbytečné náklady spojené s plýtváním. Dříve zmíněné plýtvání ve formě: chyb, prostojů, neznalosti a přepracování.

Obrázek č. 17 Hlavní sklad výrobků



Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek č. 18 Hlavní sklad podpůrného materiálu



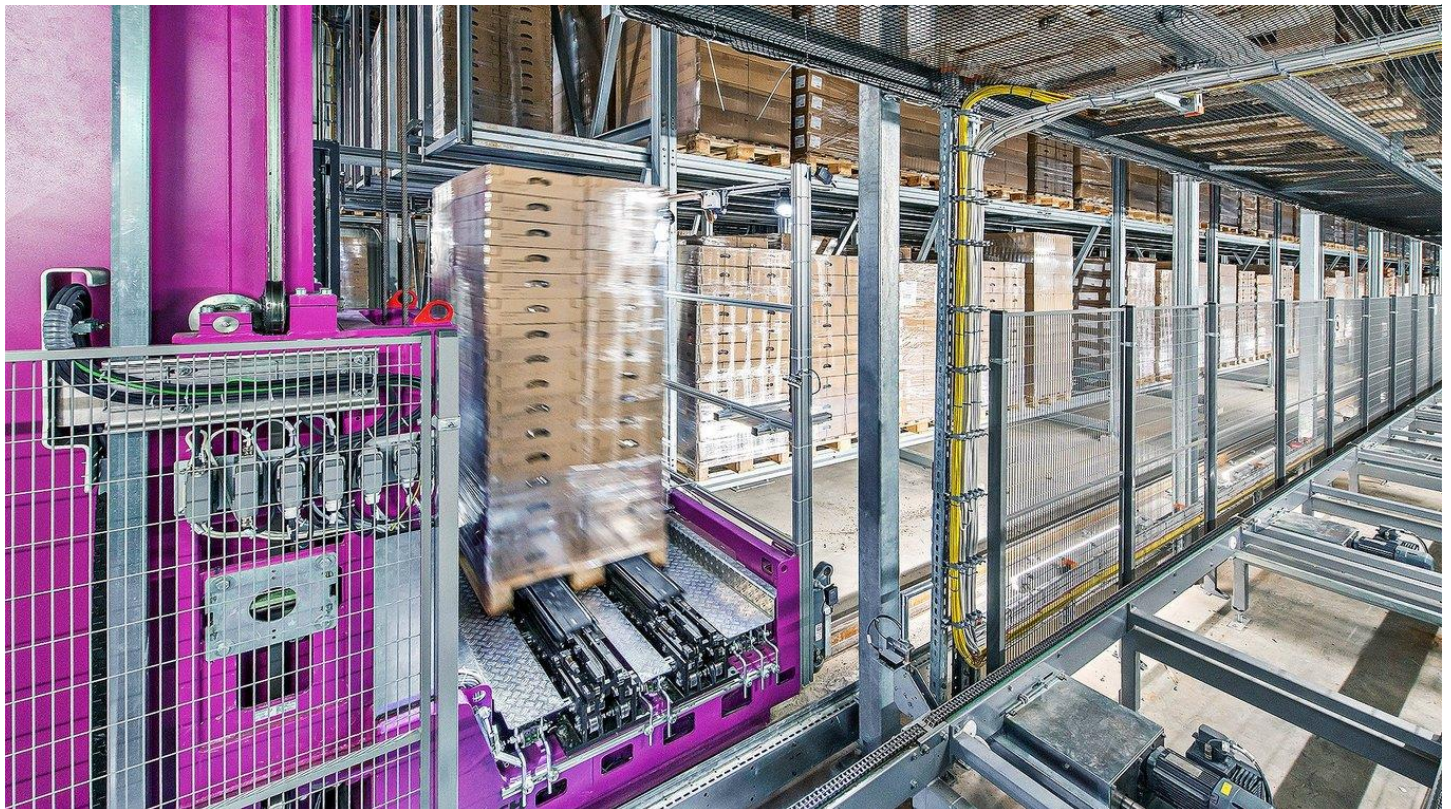
Zdroj: Vlastní zpracování

4.2.6 Nové řízení skladu a vnitropodniková doprava

Transformací projde celé řízení a vnitropodniková doprava. Řízení materiálu bude řízeno systémově. Z původní struktury činností zůstane pouze příjem materiálu, tedy palet štanglí ze špinavé výroby a zavedení do evidence hlavního skladu materiálu obrázku č. 18. Následně již vše převezme komplexní nadřazený řídicí systém, jež bude obstarávat řízení výroby a dopravu materiálu v rámci podniku. Systém tedy systém bude přebírat objednávky a tvořit každé lince vlastní efektivní a logickou vlastní řadu požadavků. Materiál nezbytný k vyhotovení požadavků bude vydávat ze skladu chronologicky, tak jak přišel metodou FIFO, lidský faktor bude vyřazen. Taková správa odstraní chyby, které jsme si představili v rámci nářezových linek. Vnitropodniková doprava bude zprostředkovávaná novou dopravou kombinující dopravníky, mono-rail(kolejnice) a výtahovou výměnu. Technologie mono-rail je v rámci delších tras násobně rychlejší než současné vysokozdvizné vozíky. Tuto dopravu bude taktéž organizovat komplexní a plně automatizovaný systém Körber. Ten bude zároveň organizovat i sklad, který bude efektivně pracovat v návaznosti na objednávky a trasování konkrétních souborů zboží.

Toto spojení autonomní dopravy a komplexního systému se dotkne i oddělení expedice.

Obrázek č. 19 Automatizovaný sklad - dvoj paletový - Körber



Zdroj: <https://koerber-supplychain.com/supply-chain-solutions/supply-chain-material-handling/palletizing-robots/>

Obrázek č. 21 Odběrové místo zkompletovaných palet - Nářezové linky



Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek č. 20 Automatizovaná výtahová a mono-rail interní doprava doprava



Zdroj: Vlastní zpracování

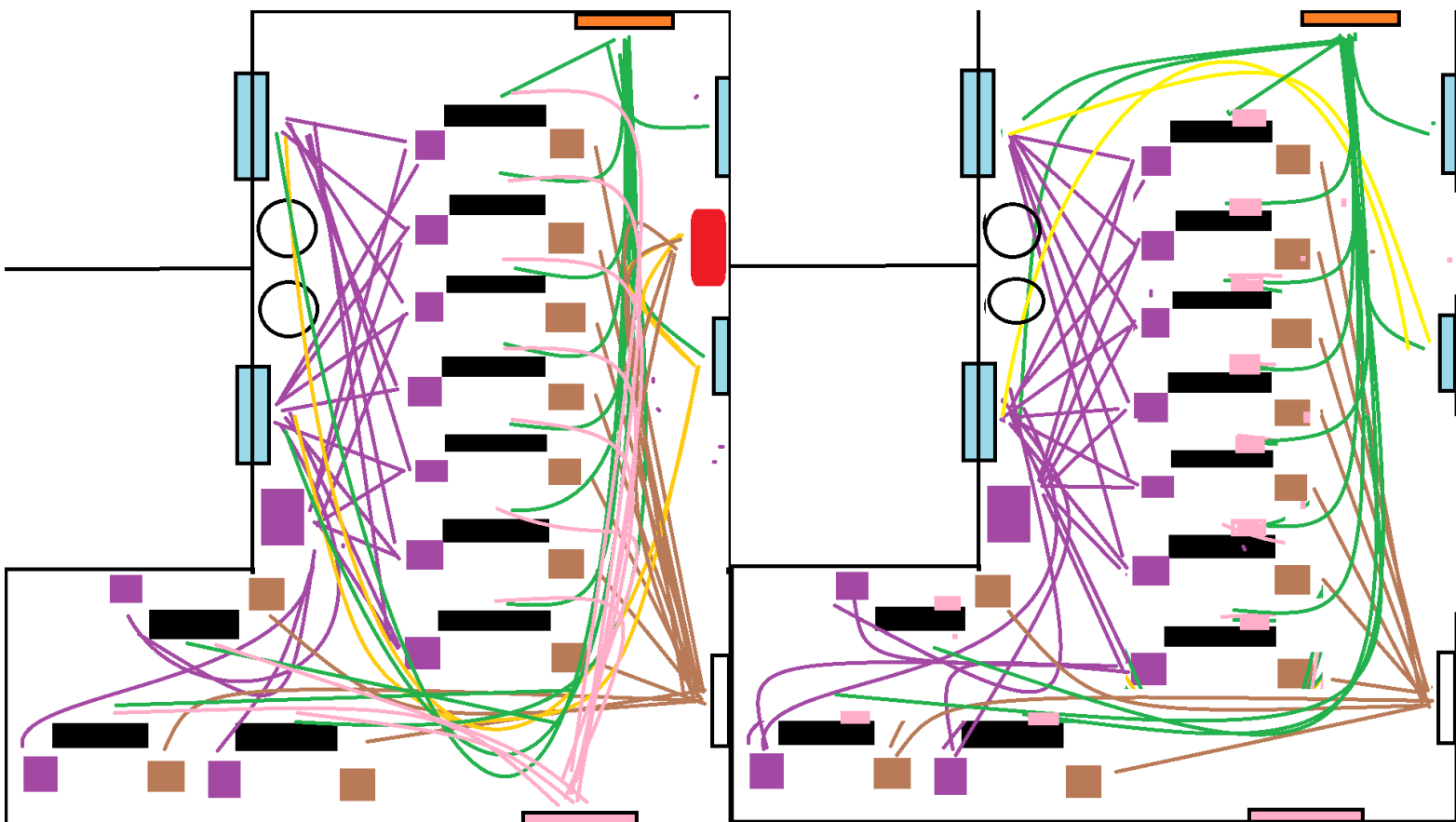
Automatizovaný sklad Körber dále přinese centralizaci skladování hotových výrobků. Na odběrové místo odevzdá obsluha nářezové linky označenou paletu výrobků. Systém si prostřednictvím čidel načte data k přijaté paletě výrobků, zaeviduje příjem v rámci konkrétní objednávky a dopravníkem odešle výrobky do skladu. Systém současně provádí i okamžitou fyzickou kontrolu, tedy pokud paleta neodpovídá váhově, počtem krabic či jiným parametrem, je vyřazena a poslána na opravu. Na obrázku č. 20 je vidět interní doprava

další části výroby, kde je transport zajišťován výtahy. Vše je řízeno systémově, a proto i trasy do skladu jsou optimalizovány dle vytíženosti.

4.2.7 Návrh úpravy v divizi expedice změna současné výroby - Špagetový diagram

V této kapitole představuji změnu v současném oddělení expedice. Zde probíhá kompletace malých objednávek pro řezníky a menší odběratele. Špagetový diagram na obrázku č. 22 identifikuje nadměrně vytížené trasy v tomto konkrétním úseku výroby. Na tomto obrázku demonstruji změnu jež by přinesla značné usnadnění a zvýšení efektivity tohoto oddělení, relativně snadnou inovací z průmyslu 4.0.

Obrázek č. 22 Špagetový diagram - Oddělení expedice



Zdroj: Vlastní zpracování ()

Legenda pozic: černě - expediční jednotky, fialově - kompletované palety a jejich pohyb, hnědě- materiál ke kompletaci a pohyb příslušných palet, oranžově - dveře skladu podpůrného materiálu, zeleně - pohyb prázdných krabic na pozice, žlutě - přesun palet z nářezových linek do chlazeného skladu, růžově- pohyby pracovníků do kanceláře řídicího pracovníka, modře - dveře do chlazených skladů, červeně - display evidence materiálu.

Ze špagetového diagramu jsem identifikuji přetížení pohybu kolem zařízení pro evidenci materiálu. Zde zastavuje každý zaměstnanec zavázející materiál na jednotlivá expediční

místa. Evidenci zde zároveň provádí i zaměstnanci převážející zkompletované palety z nářezových linek. Zaměstnanci jednotlivých expedičních stanovišť musí kvůli některým činnostem do kanceláře řídicího pracovníka. Navrhovaná změna, jak lze vyčíst z obrázku č. 22, je odstranění evidenčního displaye. Každé jednotlivé manipulační zařízení by bylo doplněno o zařízení s přístupem k evidenčnímu systému. Evidenční činnost by tedy mohl manipulát vyřídít kdekoli a bez blokace již tak přetíženého prostoru. Dále bych posunul všechny expediční stanoviště mírně do prostoru a vytvořil volný průchod i druhou stranou. Manipulanti by měli vždy možnost rychle objet stanoviště v případě, že by cesta, kterou chtěli použít, byla zrovna využívána. Třetí změnou by bylo softwarové rozšíření současného přístupového zařízení pro zaměstnance expedice. Ti již současně využívají display ke správě objednávek. Byl by jim rozšířen příslušný přístup i pro vyřízení činností, kvůli kterým museli vždy do kanceláře řídicího pracovníka. V případě nutnosti by řídicího pracovníka takto přivolali. I touto změnou by se odlehčilo přetíženému prostoru pravé straně pracoviště. Tyto tři změny by přinesly zlepšení plynulosti pohybu na sledovaném místě a eliminovaly časové prostoje spojené s čekáním a vyřízením evidenční činnosti. Jestliže pracovníci na expedičních pozicích nebudou nuceni vykonávat nadbytečné cesty na pracovišti, zvýší se jejich celkový pracovní výkon. Mimo těchto uvedených přínosů by tyto změny mohly rovněž přispět k odstranění škod při nahodilých poškozeních materiálů z důvodu pohybu po přetížených manipulačních trasách.

4.2.8 Komparace fungování oddělení expedice

Transformace interní dopravy a řízení skladů se promítne i do oddělení expedice, kterou jsem blíže popsal v předešlých kapitolách. Oddělení expedice kompletuje menší objednávky pro maloobchodníky, řezníky a drobné odběratele. Transformací interní dopravy odpadne plýtvání vinnou závozu nesprávného materiálu nebo nutnosti dodatečné manipulace zaměstnancem na expedičním místě. Eliminuje se také možnost kompletace chybného množství do objednávky, tím že na místo mu bude dodán pouze výrobky, které patří do objednávky. Tyto optimalizační kroky by měli taktéž přinést zkrácení celkové doby kompletace jednotlivých objednávek.

Obrázek č. 24 Současné expediční oddělení



Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek č. 23 Ilustrační provedení nového expedičního oddělení



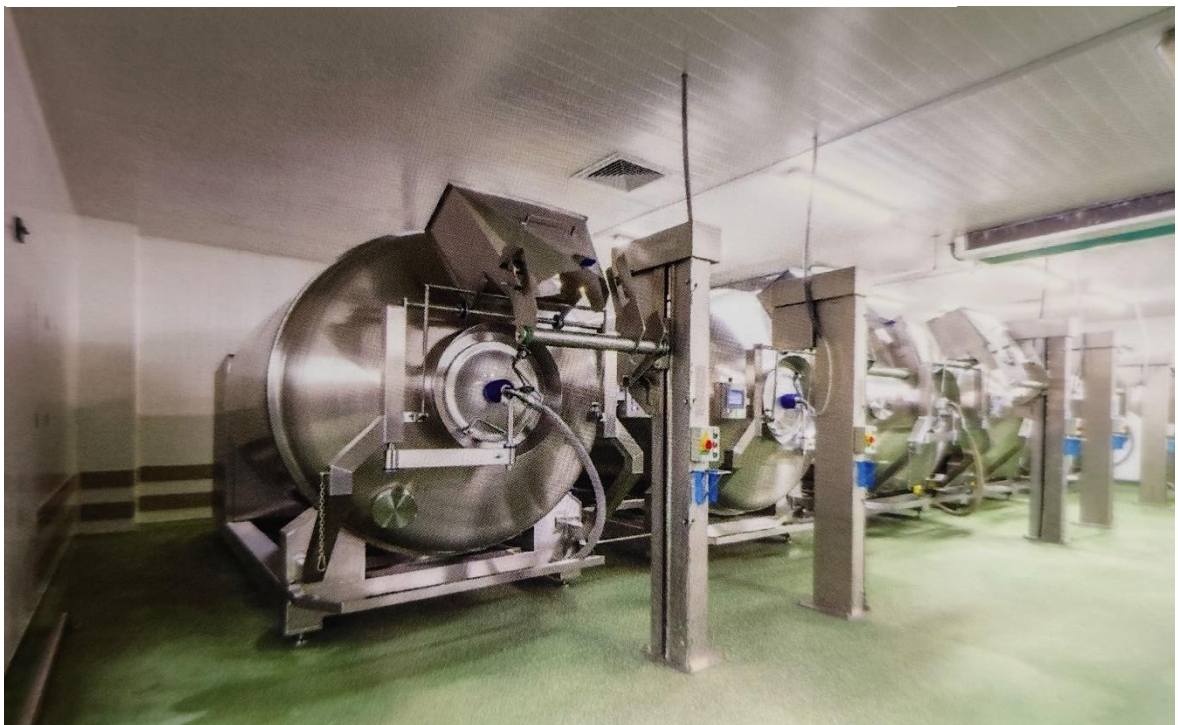
Zdroj:<https://koerber-supplychain.com/supply-chain-solutions/supply-chain-automation-solutions/order-picking/>

4.2.9 Oddělení špinavé výroby

Poslední úspěšně implementovaná inovace v rámci představeného výrobního procesu se týká procesu výroby samotných štanglí. Touto inovací nahradíme stávající zastaralý výrobní stroj novým modernějším, automatickým, který v budoucnosti může být implementován do komplexního nadřazeného řídicího systému. Štangle se vyrábí z vařené masové směsi. Směsí je naplněn fóliový obal, který je následně uzavřen a následně v pevné kovové formě uzavřen. Hlavní přínosy nové linky v porovnání se stávající neautomatizovanou, je její vyšší výkon, přesnost a nižší chybovost. Eliminace zmetkovitosti je v tomto procesu klíčová, jelikož používaný obalový materiál je velmi nákladný. V případě, že je balení do foliového obalu provedeno nesprávně, nebo je kaz v jeho uzavření, je nutné tento obal strhnout a zabalit znovu. Preciznost procesu plnění je nově sledována senzory. Na nové lince je rovněž úspora jednoho zaměstnance. Paralelně byla u nových linek tohoto provedení provedena extra nástavba návínového zařízení obalových materiálů. Díky tomuto dojde k efektivnějšímu využití časového fondu výroby, jelikož není nutno tak často přerušovat provoz kvůli výměně a doplňování.

Prostor pro zlepšení: Potenciálně, pro zvýšení efektivity výroby, by bylo možné propojení strojů dopravníky. Propojení by se týkalo masírovací varny, plnicí linky a zařízení na vaření

Obrázek č. 25 Masírovací zařízení Henneken - Pro výrobu masové směsi do štanglí



Zdroj: Vlastní zpracování

naplněných balení. V současnosti však tyto úpravy nejsou možné z důvodu neodpovídajících prostor.

4.2.10 Větší objemy spotřebních kapalin

Sledovaný podnik cílí implementací změn i na zvýšení výkonu výroby. To dává prostor k optimalizaci nákupu a řízení spotřeby provozních kapalin jako jsou sanitační směs a kapaliny jež využívají chladicí jednotky. Při nákupu větších objemů odpadají opakující se náklady na dopravu. Používané chladicí kapaliny jsou kategorizované jako nebezpečný náklad a pro jejich přepravu je podle příslušné legislativy nezbytné pořízení povolenek na transport. Náklad na takové povolenky

Obrázek č. 26 Porovnání objednané velikosti původní a nová výroba



Zdroj: Vlastní zpracování

jsou samozřejmě součástí nákladů na dopravu. Důsledkem nákupu větších objemů snížíme frekvenci nákupů a uspoříme až několik set tisíc korun ročně.

v případě přípravy sanitační směsi bude instalován systém zobrazený na obrázku č. 27. Dle specifikace v něm bude, průběžně připravována směs do 1000 L nádrže. Tato směs bude distribuována po celé nové výrobě rozvodným systémem. Důsledkem automatizované přípravy této směsi bude možné využívat velké nádrže 1000 L. V současné době jsou objednávana 75 L balení. Automatizovaná příprava směsi eliminuje možnost vzniku škod spojenou se současnou manuální přípravou. Použití chybně připravené sanitační směsi vede k poškození masa.

Obrázek č. 27 Nový systém pro automatické míchání dezinfekční směsi



Zdroj: Vlastní zpracování

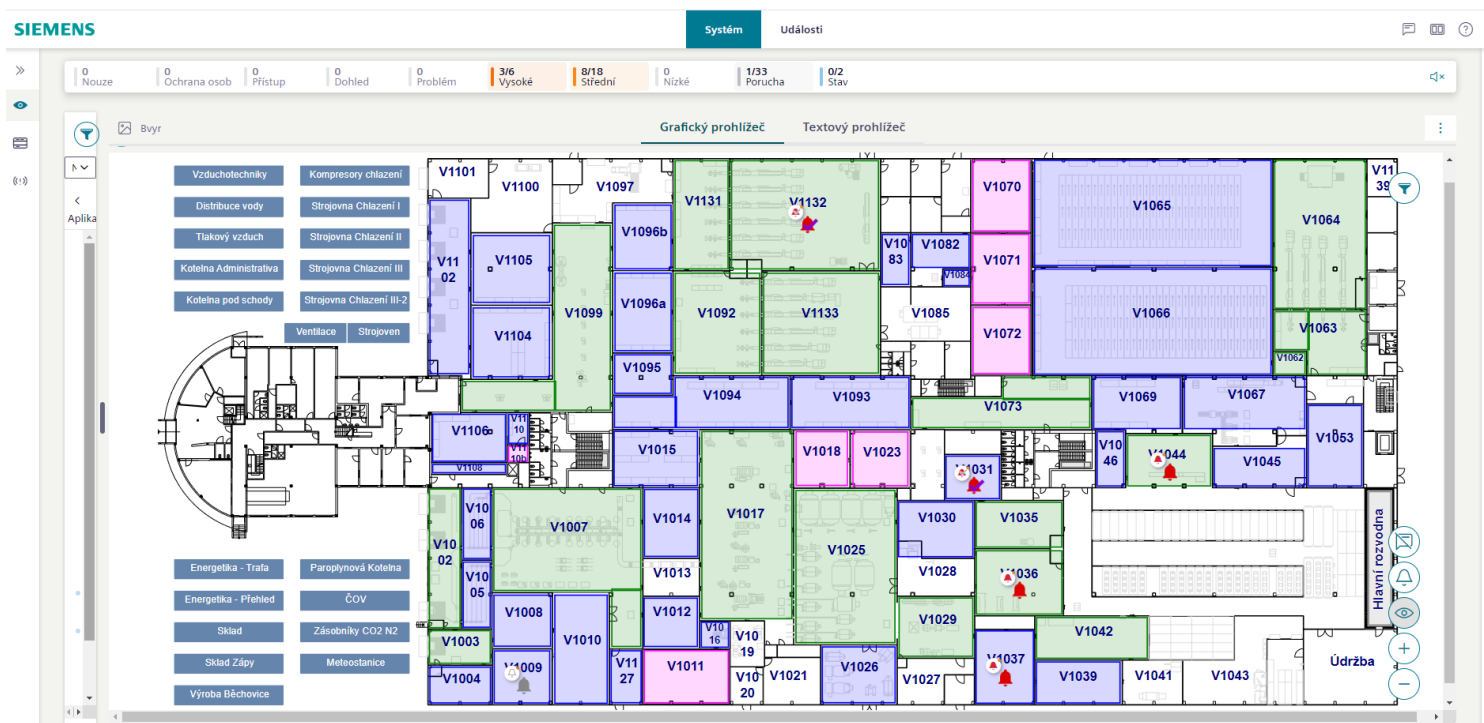
4.3 Řídicí informační centrum a digitální správa podniku

V této kapitole představím inovace, které nejsou přímo výrobní, ale mají vliv na celý podnik, tedy i na výrobu. Inovace v digitálním rozhraní vedou k dosažení lepších výsledků. Využívat budeme technologické inovace dříve popsané: internet věcí, smart výroba, využívání senzorů, komplexní řídicí a autonomní systémy, datové propojení všeho.

4.3.1 Řídicí systém

V současné době již s komplexním sledováním, řízením a zabezpečením výroby pomáhá systém Siemens, který můžete vidět na obrázku níže. Ten spojuje hned několik inovací.

Obrázek č. 28 Řídicí systém Siemens Design Insight



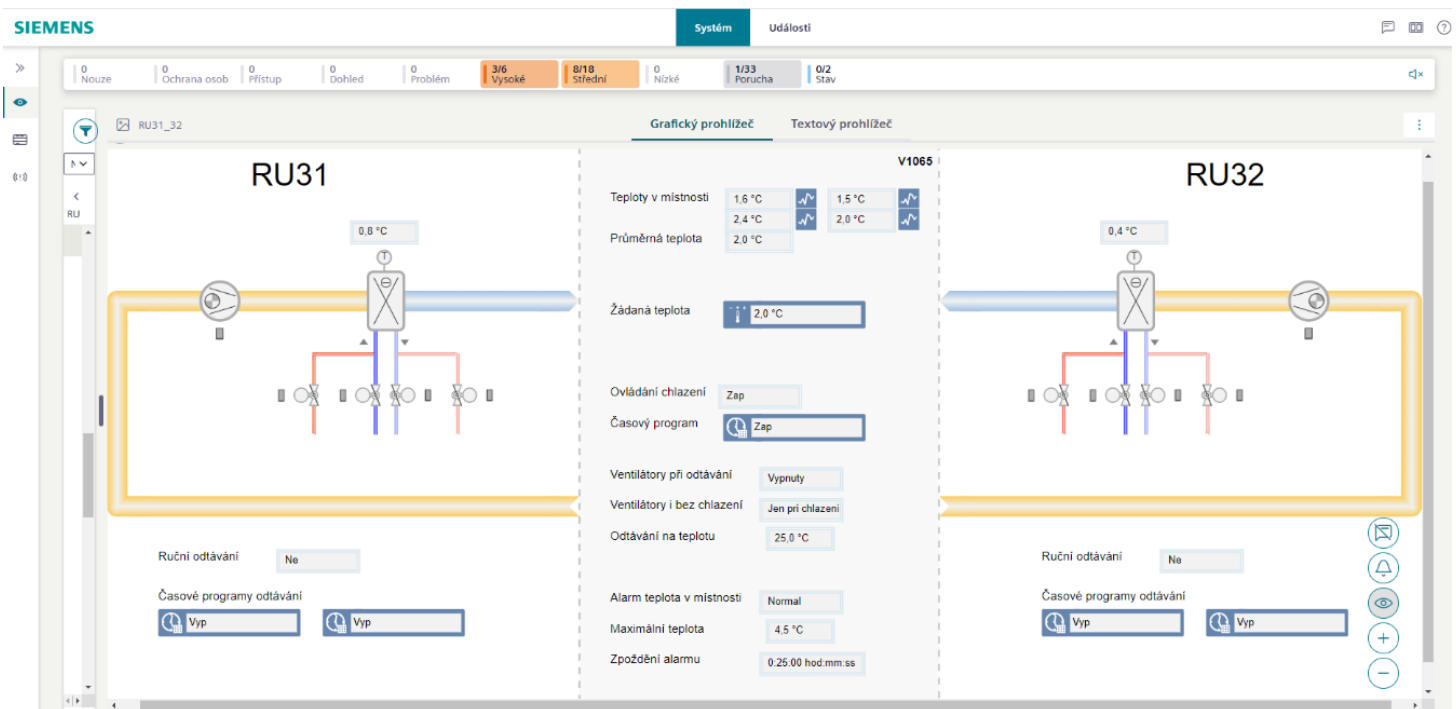
Zdroj: Vlastní zpracování

Systém zásadně usnadňuje řízení celé výroby. Zpracovává data z čidel a senzorů v jednotlivých prostorech, výrobních strojích a v případě odchylek hodnot upozorňuje dozor. Jeho primární výhody identifikují především ve výrobě, správě a zabezpečení budov. Systém sbírá a vyměňuje množství detailních informací a zároveň umožňuje řídit některá zařízení. Dává nám prostor k dalšímu využití získaných dat. Hromadně jsme schopni ovládat topné jednotky, výměníky tepla, vodovodní zařízení, vzduchotechniku a chladicí jednotky. Tyto jednotky jsou řízeny systémově a lidská interakce v jejich prostorech je spíše

nežádoucí. Proto je jejich prostředí technologicky upraveno pro dosažení vyšší úrovně optimalizace. Tyto technologické úpravy jsou snížení obsahu kyslíku, termoregulační nastavení, snížení energie. Obdobně je navržen i dříve představený nový autonomní sklad, který pro lepší výkon zařízení má upravené prostředí.

Prostřednictvím tohoto systému je možné nejen hromadně ovládat jednotky, ale rovněž umožňuje detailní vhléd do jednotlivých zařízení. Na obrázku č. 29. vidíme náhled, který má řídicí obsluha do jednotky chladícího zařízení. Ta funguje a běží zcela samostatně dle nastaveného programu. Prostřednictvím programu je takto možné provádět úpravy nastavení jednotlivě i hromadně u většiny integrovaných zařízení. Přínosy identifikují nejen v rámci oddělení řízení, ale také údržby, která díky sbíraným informacím a datům je dopředu detailně obeznámena s rozsahem a požadavky oprav. V rámci oprav a údržby je tak žádoucí nevystavovat techniky upravenému prostředí déle než je nutné. Samotný čas zásahu je kratší dobu a není nutné například měnit teplotu prostředí, které je upraveno pro optimálnější chod strojů. Pokud by bylo nutno měnit teplotu nutnou pro přítomnost člověka při každém zásahu, přineslo by to snižování efektivity energetické optimalizace v důsledků nutnosti zvyšování/snižování teploty.

Obrázek č. 29 Řídicí systém Siemens Desigo Insight - Pohled do jednotlivých strojů - Ovládání ventilů chladícího zařízení



Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek č. 30 Řídicí systém Aemec v separovaného skladu



Zdroj: Vlastní zpracování

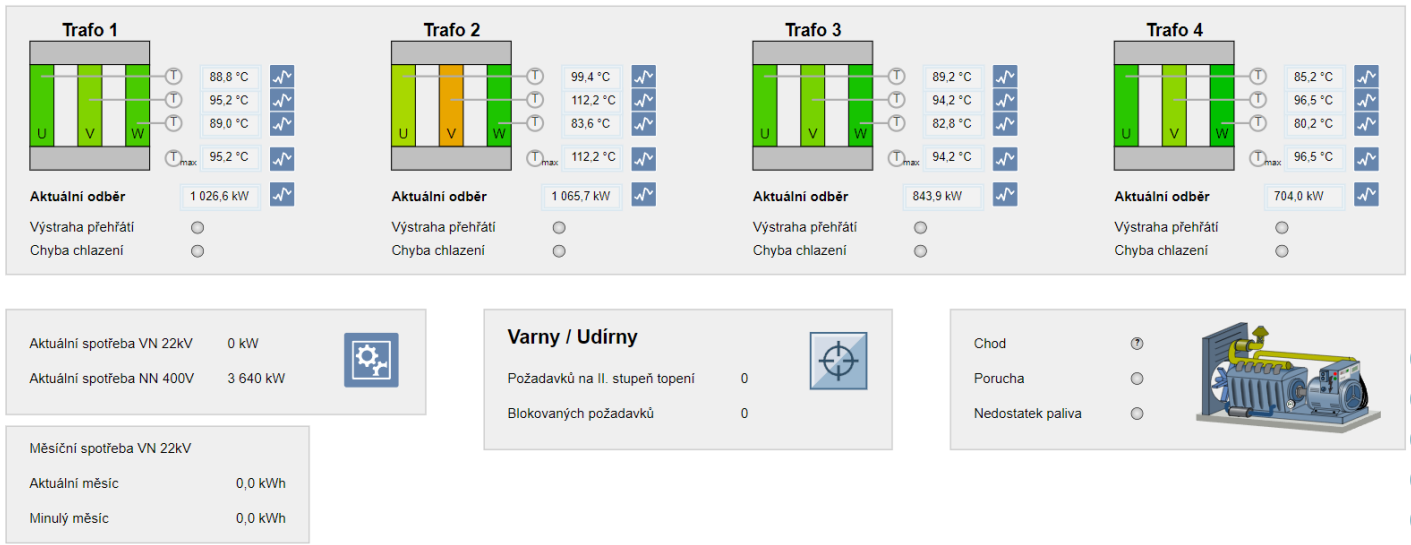
Systém sleduje integrovaná zařízení, zpracovává data a simultánně dle nastaveného programu dle potřeby upravuje hodnoty jako otevření ventilů nebo průtoky zařízení apod. Přestože představený program v současnosti dokáže ovládat a spravovat mnohá zařízení, stále je zde prostor k jeho zlepšení, jež by přinesla optimalizaci a lepší výsledky. Pro dosažení těchto výsledků, by bylo třeba zvýšit systémovou kompatibilitu a také komplexitu softwaru. Přínosem by pak byla snazší systémová integrace nových systémů a rychlejší datová výměna. Na obrázku č. 30, je náhled do řídicího systému chlazení nově zakoupené jednotky jiného subjektu. Díky vysoké úrovni datového propojení je možné takovou jednotku ovládat vzdáleně nebo ji nechat fungovat samostatně dle požadovaného nastavení. Ovšem vždy je nutné ji ovládat přes vlastní řídicí systém. V optimálním případě by bylo možné takovéto jednotky integrovat do našeho řídicího systému velmi snadno a tak optimalizovat výrobní řízení.

4.3.2 Autonomní řízení

Obecně platí, že u výrobních podniků podstatnou část nákladů tvoří náklady na provoz strojů jako jsou elektřina, teplo, voda, chladící směs, popřípadě palivo. V našem sledovaném podniku je to elektřina, teplo, voda a chladící směsi. Ty jsou využívány při samotné výrobě, interních činnostech a k provozu chladících jednotek. Chladící jednotky obvykle v provozu vytváří značné množství tepla. Pro energetickou optimalizaci bylo nainstalováno několik výměníků tepla, které v závislosti na probíhající výrobě sami redistribuují vygenerované teplo. Toto teplo se využije pro topení, výhřevu technologie, v prádelně nebo ve formě použití páry pro samotnou výrobu. Tyto implementované rekuperátory tepelné energie pracují autonomně a jsou integrovány v představeném systému Siemens. Díky této inovaci dochází ke značné energetické úspoře. Mění v podstatě nežádoucí vedlejší produkt a dává mu efektivní využití.

Inovativní řídicí proces jsem identifikoval v samotném systémovém řízení energetiky. Permanentní dozor zajišťují čidla sledující energetický odběr, termo čidla, senzory zaplavení, chybová čidla a další. Všechny tyto senzory, dodávají systému data o aktuálním stavu transformátorů a energetické síti. Systém pracuje s požadovanými scénáři a pokud se naměřené hodnoty liší od požadovaného plánu, systém okamžitě jedná. Konkrétně, pokud se teplota zvýší nad stanovený limit, zapne se dodatečný chladící systém a zároveň systém upozorňuje obsluhu velínu o vzniklém stavu. Odpovědný pracovník na základě situace uvědomí servisní techniky a upravuje výkon stanice. Stejně tak jedná pokud senzor hlásí chybu. Záplavový senzor zaznamenává překročení doporučeného stavu a systém okamžitě aktivuje odčerpávací pumpy. Kromě těchto přímých příkazů, jež především šetří náklady na zaměstnance dozoru, tak šetří i náklady a nutnost častých fyzických kontrol. Dále se tento systém stará i o nepřekročení smluvených hodnot o odběru energie. Velké výrobní podniky mají obvykle smluvně dojednaný odběrový diagram a při překročení musí platit značné pokuty.

Energetika - Transformátory



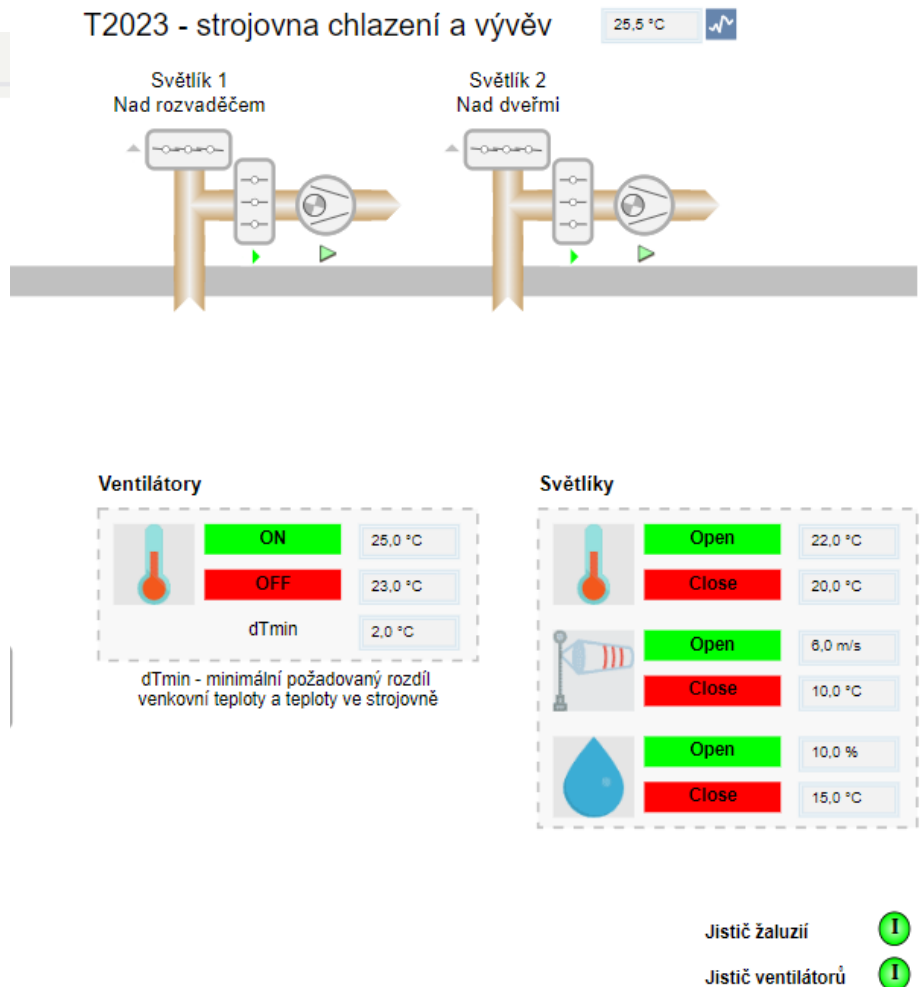
Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek č. 32 Zpracování meteorologických dat



Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek č. 31 Autonomní ovládání venkovního chlazení



Zdroj: Vlastní zpracování

V případě, že se spotřeba liší od běžně namodelované spotřeby, nebo by hrozilo překročení těchto limitů, systém autonomně reaguje a reguluje výkon podniku. V krajním případě postupně odpojuje oblasti podle významnosti pro výrobu.

Jiné výrobní oddělení využívá datové a informační propojení pro dosažení optimalizace ve stejné oblasti ještě o úroveň výš. Na obrázcích č. 32 a 33 je vidět náhled do prototypového systému automatického ovládání světlíků. Systém zpracovává data z meteostanice a dle nich upravuje nastavení oken a ventilace pro dosahování chtěného prostředí uvnitř výrobních prostor. Tato kombinace přináší opět energetické úspory. Pokud je například slunný letní den, jsou světlíky otevřené pro maximální propustnost vstupu světla a je možné v tu chvíli vypnout nadbytečné osvětlení. Naopak v zimě, pokud nesněží a není větrno, světlíky se opět otevřou a vpustí do vybraných prostor chladný vzduch, který obstará proudění a výkon chladících jednotek a vzduchotechniky může být snížen.

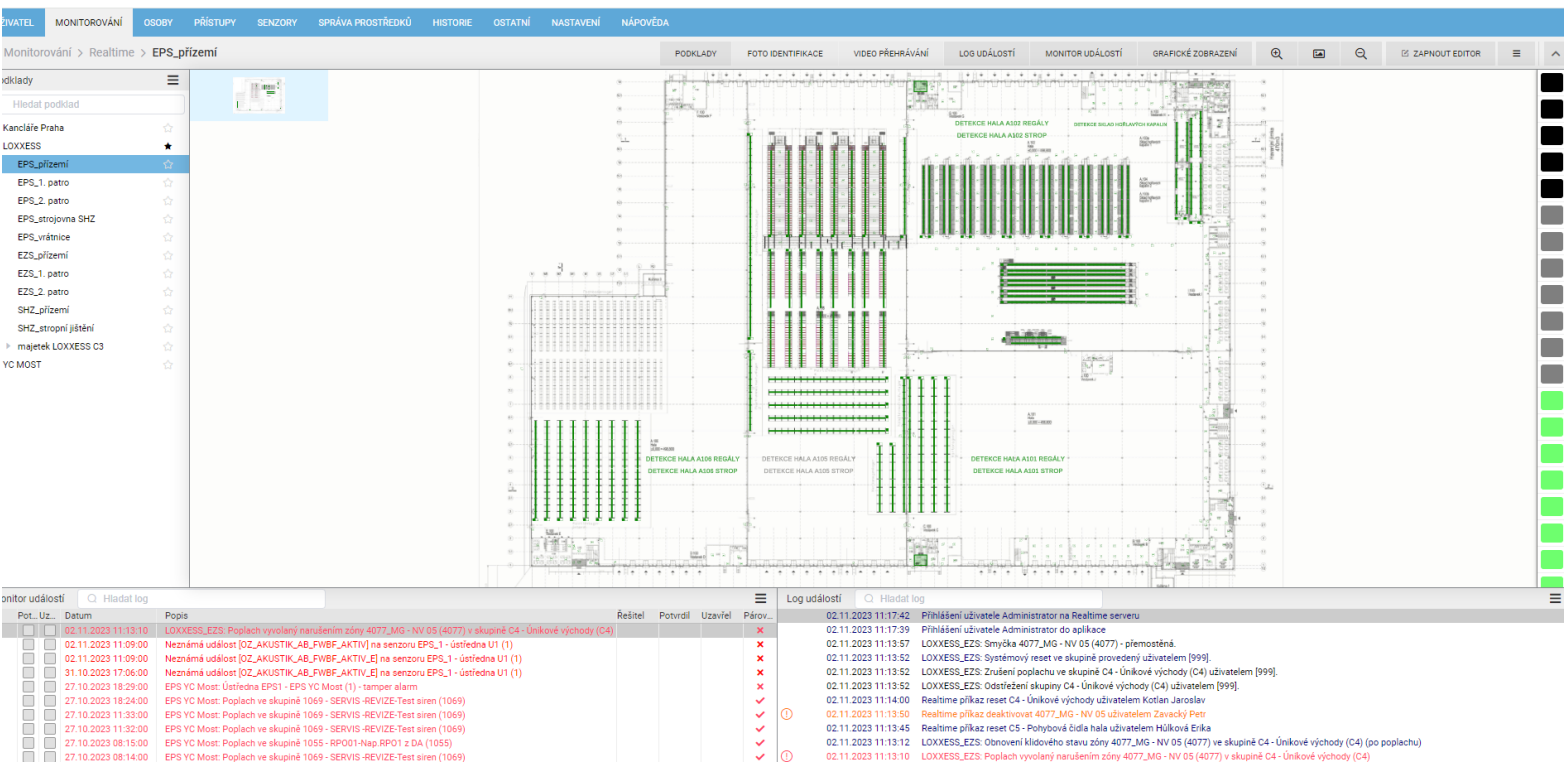
4.3.3 Bezpečnostní systém

Inovativní vylepšení, které dále představuji, přestože přímo neovlivňuje výrobu je vylepšení bezpečnostního systému. Tato inovace by kromě zvýšení úrovně zabezpečení měla přinést zkrácení času doby zásahu při incidentu a tak snížit rozsah škod. Aktuálně je již monitorovací bezpečnostní systém na vysoké úrovni. Prakticky na všech vstupech do i v rámci objektu jsou na dveřích zámky s čtečkami kódových karet, které umožní přístup jen povolaným osobám. To umožňuje velmi dobře sledovat pohyb zaměstnanců. Rozšíření bezpečnostního systému by zahrnovalo instalaci a integraci jednoduchých kamer na vybraná místa do systému. Takovými místy jsou vstupní body, těžko přístupná, skladové prostory a vzdálená pracoviště. Tyto kamery by sloužily pro okamžité ověření čidlem indikovaného stavu. Není výjimkou, že čidlo na stroji vzdálené jednotky zahlásí výstrahu chybně. Pověřený pracovník musí obvykle na takové místo dojet a provést fyzickou kontrolu. Tímto způsobem by bylo možné odhalit takový "falešný" poplach prakticky okamžitě. Toto řešení by odstranilo plýtvání času ostrahy, která často musí prověřovat hlášení "výstraha dlouho otevřených dveří". Taková výstraha se opakovaně spouští například při vyskladnění/naskladnění většího množství materiálu. Dále k problematice požární ochrany. Nad požární bezpečností bdí elektrická požární signalizace (EPS). EPS pracuje se sítí požárních čidel a hlásičů. Doporučoval bych tuto síť posílit a vylepšit celý systém signalizace, lokalizace a hlášení. Pokud dnes čidlo IG021 zahlásí například výskyt

požáru, musí obsluha na mapě zdlouhavě hledat polohu čidla IG021 a zajistit prověření signalizované skutečnosti. Zhuštěním sítě požárních čidel a propojení EPS s instalovanými kamerami by umožnilo obsluze velínu okamžitě určit místo i naléhavost v rámci řešení varovného hlášení.

Implementováním těchto úprav do EPS by přineslo detailní a přesné informace jež by byly užitečné pro zasahující účastníky a zároveň by přineslo skokové zkrácení zásahu až o 30 minut. To v případě požáru znamená zabránění vzniku značných škod.

Obrázek č. 34 Návrh zlepšení pokrytí protipožárních čidel v EPS systému



Na obrázku č. 34, je náhled konkrétních skladových prostor. Zde je velké množství nejen

Zdroj: Vlastní zpracování

regálů, ale také techniky. Současné pokrytí v prostorách nebo po skupinách regálů není dostatečné. Nové pokrytí by zajišťovalo menší senzory a kamery, jak je naznačeno zeleně přes regály. Integrace by přinesla efektivnější nalezení ohniska a určení přesné lokace v méně přehledných prostorech.

4.3.4 3D Tisk - Aditivní výroba

Samotný hlavní materiál, tedy maso a jeho výrobky, v zásadě nedovolují použít inovativní aditivní výrobu, kterou jsme si představili v teoretické části. Uplatnění aditivní výroby však

stále ve výrobě najdeme v oblasti, jež v rámci hodnotového řetězce nalezneme jako "výroba a provoz". Výrobní zařízení mají spoustu dílů různých rozměrů a zpravidla jsou vyrobeny ze slitin kovů. Při poškození a nutnosti výměny jsou objednány náhradní díly originální kvality, avšak dodání může trvat i několik dní. V takovém případě, by poruchou

Obrázek č. 35 UltiMaker S7- určený pro 3D tisk



Zdroj: (<https://ultimaker.com/3d-printers/s-series/ultimaker-s7-pro-bundle/>)

postižená linka a/nebo jiné zařízení musely být odstaveny. Díky pořízení stroje UltiMaker S7 Pro Bundle je možné dočasně menší díly vyrobit okamžitě na místě a za zlomek ceny. Vyrobením a výměnou poškozeného dílu za dočasný, udržíme stroj v provozu do doby, než je dodán náhradní díl originální od původního výrobce. Dočasné náhradní díly jsou vyrobeny na základě zakoupených digitálních podkladů. Prostřednictvím cloudového úložiště jsou dostupné kdykoliv a lze je používat k výrobě opakovaně. Vzhledem k vytížení strojů se počítá i se scénářem, že dočasný vyrobený díl se provozem poškodí i dříve a je okamžitě nahrazen dalším dočasným dílem. Integrací této inovace a pořízením uvedeného stroje získáváme možnost udržet, ať už samotné výrobní linky nebo jiná zařízení v provozu v době poškození a objednání nového kusu. Jsme schopni i nadále využívat výrobní kapacitu strojů. Zároveň jsme schopni vyrábět dle digitálních schémat tyto díly opakovaně a za zlomek ceny originální kvality. Dává nám to prostor efektivněji alokovat finanční prostředky, které by jinak byly uloženy v těchto náhradních dílech na skladě. Pro zařazení této technologie a dosahování požadovaných cílů, je nutné příslušnou obsluhu zaškolit. Současně také procesně navrhnout plán údržby pro udržení výkonu v rámci TPM a předejít vzniku nežádoucího plýtvání.

4.4 Změny v číslech

Nyní představím přínosy popsaných změn v číslech. V rámci nářezových linek jsem vysvětlil, jak by bylo možné implementovat automatické linky, které by dopomáhaly k dosažených vyšších výkonů. Zároveň z důvodu komplexity dopadů budu změny uvádět v oddělených tabulkách a výpočtech.

Tabulka č. 3 Úspora v krabicových nákladech

Možnost balit jen do polotovarů - Krabicové náklady							
	Jednotková cena (v Kč)	Náklady paletu		Náklady na auto			
		A	B	A	B	A	B
		96	125	33		60	
Polotovar	2	201,6	262,5	6 652,8	8 663	12 096	15 750
Skládací	3,5	345,6	945	11 404,8	31 185	20 736	56 700
Etiketa	0,1	9,6	12,5				

Zdroj: Vlastní zpracování

Současné produkty jsou baleny manuálně do kartónových krabic, které jsou dvojího typu. Polotovary, které složí samotný stroj a následně jsou do nich výrobky vkládány, druhá varianta krabic jsou skládací, které jsou upraveny pro rychlé složení obsluhou na konci nářezové linky. V případě budoucí nové nářezové linky, kdy bude součástí každé linky malý samo skládací stroj na polotovary, vznikne možnost využívat pouze tuto výhodnější variantu polotovarových krabic. Jak lze z tabulky č. 3 vyčíst, náklady na etiketu zůstávají stejné, ale úspora využívání levnější varianty je 42,86 %. V tabulce č. 4 níže lze vyčíst absolutní úsporu při použití polotovarových krabic oproti skládacím v poměru výkonnosti verzí nářezových linek.

Tabulka č. 4 Absolutní úspora v Kč za směnu dle linky

	Produkce za směnu (v kg)	Počet kra- bic za směnu (v ks)	Náklady na poloto- vary (v Kč)	Náklady na skládací (v Kč)	Absolutní úspora za směnu (v Kč)	
Současná linka	4 500	3 000	6 300	10 800	4 500	
Nová linka	7 500	5 000	10 500	18 000	7 500	
Výkonnost nové linky x současné						+66 %

Zdroj: Vlastní zpracování

Nové výrobní linky budou automatizované, proto dojde i ke strukturální změně zaměstnanců. Na každé lince bude nově potřeba o 5 zaměstnanců méně. Bude ovšem nutné zaměstnat kvalifikovaného pracovníka na velín, který bude všechny linky řídit. Proto v tabulce č. 5 můžeme vidět +0,0625 zaměstnance, jelikož zde rozpočítáváme konkrétního zaměstnance na 16 výrobních linek, které budou nahrazeny.

Tabulka č. 5 Úspora v Kč na výrobní linku (Mzdové náklady)

Mzdové úspory na nářezovou linku			
	Strukturální změna	Měsíční náklady na 1 zaměstnance (v Kč)	Změna finanční (v Kč)
Obsluha linky	-5	50000	-250 000
Velín řízení	+ 0,0625	60210	3763,125
Celková změna			246 236,875
Celková úspora celé výroby			3 447 316,25

Zdroj: Vlastní zpracování

představuji v tabulce č. 6. Očekává se zvýšení výkonu o 66 % viz tabulka č. 4. Přestože nutná odstávka při doplnění fólie, z které jsou vytlačovány plastové vaničky, zůstává, proběhla úprava navinovacího zařízení. To nyní pojme 1000 metrů návinu místo původních 300 metrů a zároveň se sníží mzdové náklady vlivem menšího počtu zaměstnanců. I přes zvýšený výkon nebude nutné linku odstavovat tak často. Odpadne nutnost zastavit novou linku při doplnění zásobníku návinu etiket. Linka pouze zpomalí výkon na 60 % po dobu výměny vyčerpaného zásobníku etiket. V tabulce vyjadřuji hodnoty mzdových nákladů a ztrátu kapacity při každé této odstávce. Přechodem na nové, řídicím systémem řízené, linky bude odstraněna chybovost v případě zadání výroby špatných vaniček nebo etiket. Ke zjištění tohoto chybového stavu v současném řešení dojde nejdříve při zaevidování zkompletované palety. Následně je masný materiál možno znovu zabalit, ovšem spotřebovaný obalový materiál je již nadbytečný náklad.

Tabulka č. 6 Provozní změny linek

	Změny v rámci provozu			
	Současná		Nová linka	
Výkon (v kg)	4500		7500	
Zastavení linky	5 minut	10 minut	5 minut	10 minut
Výměna Etiket (v kg)	46,875	93,75	46,875	93,75
Výměna Folie (v kg)	46,875	93,75	78,125	156,25
Mzdové náklady (v Kč)	234,375	468,75	106,1266	212,2533
Odstranění chyb	Paleta		Paleta	
Krabičky (v Kč)	1687,5		X	
Etikety (v Kč)	375	937,5	X	X

Zdroj: Vlastní zpracování

V oddělení špinavé výroby probíhá zavádění nových poloautomatických linek, které sice nejsou tak inovativní jako ty nářezové, ale přináší opět dvě stěžejní změny. První změnou je rovněž zvýšení návinové kapacity z 300 m na 1000 m. Zde mají obě linky stejný výkon, takže změna přinese odstranění dvou nucených odstávek kvůli výměně návinu. Linka dále pracuje s automatickými senzory, které kontrolují hmotnost výrobku a správnost uzavření jeho obalu, odstraňují tak možnost vzniku chyby.

Tabulka č. 7 Zavedení poloautomatické linky - Špinavá výroba

Špinavá výroba - poloautomatická linka		
	Současná	Původní
Návin folie (metr)	300	1000
Výměna folie	5 - 10 minut	5 - 10 minut
Obsluha	2	2
Odstranění chyb	Štangle	
Špatně zavařený obal	20 kč	X

Zdroj: Vlastní zpracování

V prostorách nového výrobního závodu projde řízení skladu a vnitropodnikové dopravy radikální změnou. Po naskladnění zaevidovaných štanglí do hlavního skladu výroby převezme správu, včetně dopravy, řídicí systém pro výrobu. Práce manipulantů v oddělení expedice bude nahrazena automatizovanou přepravou řízenou systémem, který bude posílat pouze produkty dle objednávek. Zároveň je celý sklad navržen tak, že funguje autonomně bez lidského zásahu. Díky tomu bude možné i upravit jeho prostředí pro lepší fungování strojů.

Kromě přímých úspor na mzdových nákladech je očekávána větší rychlost při vyskladňování a zároveň eliminace škod, ke kterým dochází při řízení skladu zaměstnanci. Pro představu jedna nevydaná paleta štanglí do výroby znamená při její expiraci okamžitou ztrátu 500 kg materiálu.

Tabulka č. 8 Mzdové úspory - Autonomní interní doprava - skladování

Autonomní interní doprava a skladování - Mzdové úspory			
	Strukturální změna	Mzdové náklady na 1 zaměstnance (v Kč)	Změna finanční (v Kč)
Interní doprava - Manipulant	-2	35 000	-70 000
Sklad - Expedice	-6	45 000	-270 000
Celková změna			-340 000

Zdroj: Vlastní zpracování

4.5 Shrnutí změn

Závěrem shrnuji přínosy změn a návrhů analyzovaného podniku.

V teoretické části jsem uvedl, že změny na primárních činnostech podniku se zpravidla projeví velmi brzy po zavedení. Při správném postupu zavádění inovací lze úspory předem poměrně přesně z kalkulovat. Pokud podnik již má zavedené prvky lean výroby a řízení, což konkrétní sledovaný podnik má, můžeme pracovat s výkonovými parametry zařízení jež uvádí výrobci. V našem případě bylo pro výpočet úspor použito takovýchto výkonových parametrů. Právě okamžitá úspora na materiálu, chybách a plýtvání či mzdové náklady jsou toho přímým důkazem.

Dále jsem také úvodem práce zmínil, že štihlé přístupy a inovace jsou v zásadě protikladné. Štihlé techniky se snaží minimalizovat náklady, zatímco technologická inovace vyžaduje finanční investici, kterou prakticky nelze provést bez její nákupní ceny. Podnik vždy musí vynaložit nemalé náklady, a to i v případě tvorby inovace vlastními prostředky.

Proto podnik musí vždy porovnávat vstupní cenu investice a hodnotu dodatečných nákladů a hodnotu úspor jež podniku inovace přinese.

Mnou navrhované změny, ať už robotizace linek, robotizace řízení skladu, systémové řízení výroby a interní dopravy mají ekonomické přínosy. Snižují provozní náklady podniku,

primárně mzdové náklady. Automatizovaný systém řízení se v kombinaci s robotizací snaží maximálně zefektivnit celý výrobní proces prostřednictvím odstranění provozního plýtvání a chyb, jež způsobují zaměstnanci. Tyto změny rovněž navyšují výrobní kapacitu podniku, což je vzhledem k trendu růstu poptávky po produktech podniku nutné.

Digitální, tedy systémové změny, jež jsem představil cílí především na energetickou optimalizaci řízení podniku a komplexnost nadřazeného řídicího systému.

Z pohledu koncepce neustálého zlepšování se je dobré průběžně alokovat nějaké finanční zdroje do tvorby rezerv, nebo pro návrhy v rámci strategického cíle. Pokud budeme mít vizi změn, které budeme chtít realizovat v budoucnu, ale současné náklady na tyto změny to nedovolují, bude naše budoucí řešení nejen levnější, za předpokladu, že potřebná technologie v čase zlevní, ale rovněž rychleji implementovatelné.

Toto by se vztahovalo na případ úplné automatizace interní dopravy sledovaného podniku, tedy i nahrazení zbylých zaměstnanců interní dopravy dopravními roboty. Současná nákladnost těchto zařízení s autonomní navigací převyšuje hodnotu, jakou by přineslo její zavedení.

Druhým případem by bylo instalování kamer s funkcí rozpoznávání obličeje v rámci výroby, které by značně usnadnilo a urychlilo zaměstnancům pohyb po závodě a také přineslo zvýšení úrovně zabezpečení. I tato inovace zůstává aktuálně nerealizovatelnou, jelikož současná nákladnost podle interního hodnocení převyšuje přínosy, a proto jsou obě tyto plánované změny odsunuty na neurčito.

Závěr

V rámci hlavního cíle mojí diplomové práce jsem se snažil přiblížit metodiky, nástroje a cíle štíhlé výroby v rámci současného trendu. Dále jsem pak představil hlavní inovace v průmyslech 4.0 a 5.0, přičemž některé již v současné době ovlivňují, a v budoucnu ovlivňovat budou, celý svět, zejména pak výrobu.

Jak jsem v rámci technologických inovací uvedl, nové výkonnější technologie nejsou univerzální predispozicí pro dosahování lepších výsledků v rámci výroby. Pro dosahování lepších a optimálních výsledků v rámci štíhlé výroby musí podnik s představenými metodikami pracovat a mít je implementované ve firemní kultuře, aby si neúmyslně nenarušil například dříve fungující rovnovážný stav a nevytvořil si ve výrobě úzká místa.

V rámci konkrétních metod jsem se snažil i tyto nástroje porovnávat a přiblížit jejich využitelnost na praktických příkladech.

Dále představené inovace průmyslů 4.0 a 5.0 jsem volil v závislosti na jejich praktickém využití právě v oblasti výroby.

Vedlejší cíl práce byl taktéž splněn. Podářilo se mi vypracovat poměrně obsáhlé pojednání, prostřednictvím kterého přibližuji čtenáři jednotlivé prvky samotné výroby, metody a filozofie z oblasti štíhlé výroby a jejich přínosy pro výrobní podniky a technologické novinky. Popsané prvky, nástroje, metody a technologické inovace se dnes již v rámci optimalizace používají, a zároveň jsem přiblížil ty, které nás v budoucnu teprve čekají.

Mým cílem v teoretické části bylo vymezit klíčové pojmy, strategie a řízení, důležité pro pochopení samotné výroby. Dále pak jednotlivé metodiky hodnocení procesních činností a identifikaci plýtvání, které je v rámci štíhlé výroby stěžejní. Mimo představení nástrojů a technik uplatňovaných v procesu zavádění štíhlé výroby jsem vybrané přístupy komparoval a hodnotil jejich optimální využitelnost.

V závěru teoretické části jsem analýzou vybral technologické novinky, jež jsem představil a komparoval jejich využití a možnosti implementační náročnosti v praxi.

V praktické části jsem provedl analýzu výrobního procesu vybraného výrobního podniku z oblasti masné výroby. Prostřednictvím představených nástrojů jsem identifikoval některé popsané problémy a navrhl možné technologické změny, jež by v kombinaci s lean nástroji měly přinést lepší výsledky. Návrhy jsem rozdělil do dvou skupin. První skupinou, ty ovlivňující přímo výrobu, kde jsem se primárně soustředil na nářezové linky, které provádí hlavní výrobní činnost, a také změny v oblasti řízení výroby, skladování a interní dopravy. Druhou skupinou jsou návrhy změn z oblasti digitálního řízení, které mají dopady na efektivitu podniku, optimalizaci energetické náročnosti a užití aditivní výroby. V podniku jsem analyzoval samotné přístupy štíhlé výroby, nástroje, které podnik aktivně využívá případně deskripce popsal proč jsou/nejsou používány.

Závěrem praktické části jsem provedl shrnutí navrhovaných změn napříč oblastmi, ve kterých byly navrženy. Zauvažoval jsem nad faktory, jež přímo ovlivňovaly jejich výběr a implementaci pro dosažení optimalizačních cílů výroby.

Seznam použité literatury

Knižní zdroje:

1. **HARVEY, Sarah.** *Kaizen: japonská metoda postupné změny návyků.* Přeložil Kateřina ORLOVÁ. Olomouc: ANAG, [2020]. ISBN 978-80-7554-287-8.
2. **JUROVÁ, Marie.** *Výrobní procesy řízené logistikou.* Brno: BizBooks, 2013. ISBN 978-80-265-0059-9.
3. **JUROVÁ, Marie.** *Výrobní a logistické procesy v podnikání. Expert (Grada).* Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5717-9.
4. **KUCHARČÍKOVÁ, Alžbeta.** *Efektivní výroba: využijte výrobní faktory a připravte se na změny na trzích.* Brno: Computer Press, 2011. ISBN 978-80-251-2524-3.
5. **LIKER, Jeffrey K.** *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce. Knihovna světového managementu.* Praha: Management Press, 2007. ISBN 978-80-7261-173-7.
6. **MAŘÍK, Vladimír.** *Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku.* Praha: Management Press, 2016. ISBN 978-80-7261-440-0.
7. **PISKAČ, Luděk.** *Průmyslové roboty. 2. přeprac. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2004. ISBN 80-7043-278-0*
8. **ŘEPA, Václav.** *Podnikové procesy: procesní řízení a modelování. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Management v informační společnosti.* Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-2252-8.
9. **SEDLÁČEK, Milan; SUCHÁNEK, Petr a ŠPALEK, Jiří.** *Kvalita a výkonnost průmyslových podniků.* Brno: Masarykova univerzita, 2012. ISBN 978-80-210-6075-3.
10. **SVOZILOVÁ, Alena.** *Zlepšování podnikových procesů. Expert (Grada).* Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3938-0.
11. **SYNEK, Miloslav.** *Manažerská ekonomika. 5., aktualiz. a dopl. vyd. Expert (Grada).* Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3494-1.
12. **TOMEK, Gustav a VÁVROVÁ, Věra.** *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci.* Expert (Grada). Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4486-5.
13. **VEBER, Jaromír.** *Digitalizace ekonomiky a společnosti: výhody, rizika, příležitosti.* Praha: Management Press, 2018. ISBN 978-80-7261-554-4.

Online zdroje:

Technickytydenik.cz (2016) Průmyslová revoluce 4.0, 5.0, 6.0 nebo 7.0? Available at: https://www.technickytydenik.cz/rubriky/ekonomika-byznys/prumyslova-revoluce-4-0-5-0-6-0-nebo-7-0_35493.html

SystemOnline.cz (2024) Průmysl 5.0 vrací do automatizovaného výrobního procesu lidský prvek a jeho kreativitu Available at: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/prumysl-5-0-vraci-do-vyroby-lidsky-prvek.htm?mobilelayout=false>

Elektroprumysl.cz (2023) Co přinese pátá průmyslová revoluce - Průmysl 5.0? Available at <https://www.elektroprumysl.cz/technologicke-novinky/co-prinese-pata-prumyslova-revoluce-prumysl-5-0>

SAP Insights (2023) Průmysl 5.0: Přidání lidského náskoku k průmyslu 4.0 Available at: <https://www.sap.com/cz/insights/industry-5-0.html>

Průmyslové spektrum (2014) Štíhlý materiálový a hodnotový tok Available at: <https://www.mmspektrum.com/clanek/stihly-materialovy-a-hodnotovy-tok>

Academy of Productivity and Innovations (2017) Zmapujte hodnotový tok pomocí metody VSM Available at: <https://www.e-api.cz/25849n-zmapujte-hodnotovy-tok-pomoci-metody-vsm>

Právní prameny

Seznam Schémat

Schéma č. 1 Výrobní (transformační) proces.....	6
Schéma č. 2 Výrobní hodnotový řetězec.....	12

Seznam tabulek

Tabulka č. 1 Strategický typ výroby dle cíle	8
Tabulka č. 2 Meziroční změny počtu objednávek	51
Tabulka č. 3 Úspora v krabicových nákladech.....	79
Tabulka č. 4 Absolutní úspora v Kč za směnu dle linky	79
Tabulka č. 5 Úspora v Kč na výrobní linku (Mzdové náklady)	80
Tabulka č. 6 Provozní změny linek	81
Tabulka č. 7 Zavedení poloautomatické linky - Špinavá výroba	81
Tabulka č. 8 Mzdové úspory - Autonomní interní doprava - skladování	82

Seznam grafů

Seznam obrázků

Obrázek č. 1 Pohyb materiálu ve výrobním procesu - špagetový diagram.....	14
Obrázek č. 2 Schéma VSM výroba automobilu	16
Obrázek č. 3 Záznamový arch a křivka údržby	23
Obrázek č. 4 Rozšířené schéma KANBAN za hranice podniku	25
Obrázek č. 5 JIT- Výrobní tok požadavků/materiálu	26
Obrázek č. 6 Štíhlá výrobní linka tvaru U	27
Obrázek č. 7 Schéma podnikových procesů a komunikace v měřítku mezi podnikového	29
Obrázek č. 8 Model Excellence EFQM.....	33
Obrázek č. 9 Unifikovaný výrobní proces - Výrobku nářezové linky	54
Obrázek č. 10 Layout současné nářezové linky.....	56
Obrázek č. 11 Layout nové nářezové linky.....	56
Obrázek č. 12 Současná nářezová linka při výrobě	58
Obrázek č. 13 Nový autonomní nářezový stroj Weber Slicer 804	58
Obrázek č. 14 Současné kompletování krabic na palety.....	59
Obrázek č. 15 Model nového balícího procesu.....	59
Obrázek č. 16 Tavid balící robot	60
Obrázek č. 17 Hlavní sklad výrobků	63
Obrázek č. 18 Hlavní sklad podpůrného materiálu	63
Obrázek č. 19 Automatizovaný sklad - dvoj paletový - Körber	64
Obrázek č. 20 Automatizovaná výtahová a mono-rail interní doprava	65
Obrázek č. 21 Odběrové místo zkompletovaných palet - Nářezové linky	65
Obrázek č. 22 Špagetový diagram - Oddělení expedice.....	66
Obrázek č. 23 Ilustrační provedení nového expedičního oddělení.....	68
Obrázek č. 24 Současné expediční oddělení.....	68
Obrázek č. 25 Masírovací zařízení Henneken - Pro výrobu masové směsi do štanglí.....	69
Obrázek č. 26 Porovnání objednávané velikosti původní a nová výroba	70
Obrázek č. 27 Nový systém pro automatické míchání dezinfekční směsi	70
Obrázek č. 28 Řídicí systém Siemens Desigo Insight.....	71
Obrázek č. 29 Řídicí systém Siemens Desigo Insight - Pohled do jednotlivých strojů - Ovládání ventilů chladícího zařízení	72
Obrázek č. 30 Řídicí systém Aemec v separovaného skladu.....	73
Obrázek č. 31 Autonomní ovládání venkovního chlazení	75
Obrázek č. 32 Zpracování meteorologických dat.....	75
Obrázek č. 33 Náhled do řídicí energetické jednotky	75
Obrázek č. 34 Návrh zlepšení pokrytí protipožárních čidel v EPS systému.....	77
Obrázek č. 35 UltiMaker S7- určený pro 3D tisk	78

Evidence výpůjček

Prohlášení:

Dávám svolení k půjčování této diplomové práce. Uživatel potvrzuje svým podpisem, že bude tuto práci řádně citovat v seznamu použité literatury.

Jméno a příjmení: David Homoláč

V Praze dne: 22. 04. 2024

Podpis:

Jméno	Oddělení/ Pracoviště	Datum	Podpis